

インプラント周囲炎を 予防するために開発された歯ブラシ： ルシェロ歯ブラシ I-20 インプラント

岩手医科大学 歯学部 補綴・インプラント学講座
教授
近藤尚知

岩手医科大学附属病院 歯科医療センター 歯科衛生部
歯科衛生士 歯科衛生士 歯科衛生士
武田未来 川村涼子 中島久美子



はじめに

デンタルインプラント（以下インプラント）の治療法については、現在まで多くの報告があり、ほぼ確立されたと言ってもよいかと思えます。一方で今後、インプラントの長期予後をいかにして獲得するかが課題となってきました。

インプラント周囲炎の罹患率に関して、近年報告されたEuropean Academy of Osseointegration (EAO)のレビューでは、「インプラント治療後の5～10年間で、インプラント周囲炎の罹患率が10%近くにのぼる。」¹⁾と記されており、その治療と予防は急務となっています。また、インプラント周囲炎の兆候ともなるインプラント周囲粘膜炎については、さらに高い割合で罹患していると考えられており、過去の報告では「治療後11年で、インプラントの59%が周囲粘膜炎に罹患している。」²⁾と報告されています。

上記のインプラント周囲炎、インプラ

ント周囲粘膜炎の特徴は表1に示すとおりで一部歯周病と似た動態をとり、それらの発症の原因も、歯周病とほぼ同様で主にプラークであると考えられています。したがって、プラークの除去こそがインプラント周囲炎の予防につながるということが容易に推測できるかと思えます。

しかしながらその一方で、インプラントの上部構造である補綴装置の形態は、必ずしも天然歯のそれと同じではなく、様々な形態の付与が可能であるという長所がある反面、プラークの除去方法についても天然歯とは異なった配慮が必要となります。さらに、欠損部頬側の骨吸収による顎堤の陥凹、非可動粘膜（角化歯肉）の量の減少などもプラークコントロールを困難にする原因のひとつと考えられます。これらは、骨造成手術、遊離歯肉移植などの追加手術を行うことで解消できることもあ

	インプラント 周囲粘膜炎	インプラント 周囲炎
天然歯との比較	歯肉炎	歯周炎
治癒と進行	可逆的	不可逆的
出血	+	+
排膿	+もしくは-	+
骨吸収	-	+
動揺	-	骨吸収が大きい場合は+

表1 インプラント周囲粘膜炎とインプラント周囲炎との比較。

りますが、全ての患者さんがそれを望むわけではなく、また全身状態を理由に困難となることも少なくありません。

歯科医師の理想とする数回の外科手術を行う治療と、患者さんの望む極力侵襲の小さいインプラント治療のギャップを埋めるのは必ずしも容易ではなく、日々ジレンマとなっていますが、本稿では現状打破のための解決策として開発されたインプラント専用歯ブラシの特長について紹介します。

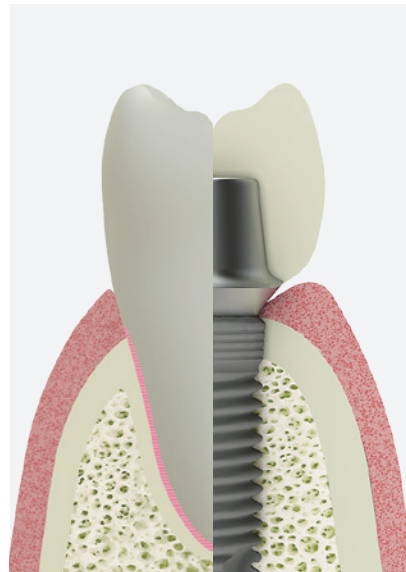


1-1 インプラント補綴装置におけるプラークの付着状態。[4567]欠損に対して、インプラント埋入手術、3ヶ月後に2次手術を行った後、スクリュー固定の補綴装置を装着（A）。リコール時、補綴装置を外し、口腔外で歯垢染め出し液を用いプラークの付着状態を確認（B：インプラント上部構造にプラークが付着、C：連結部の底面にプラークが付着）。

天然歯



インプラント



1-2 天然歯とインプラントの比較。インプラント補綴装置と粘膜との境界は、天然歯の歯頸部と比較してその陥凹が大きくなることが少なくない。

インプラント頸部のプラークコントロールの現状

臨床の現場で以下に挙げるような悪循環に陥る症例はないでしょうか。

- ① 臼歯部の頬側が磨きにくい。
- ② プラークが、インプラント頸部に、停滞。
- ③ 粘膜や歯肉が腫れぼったい。
- ④ 過度な圧力でのブラッシング、無理な角度でのブラッシングによる擦過傷。
- ⑤ 粘膜が痛むのでブラッシングが不十分となる。
- ⑥ 適切なブラッシングができないのでプラークが堆積。
- ⑦ ③④⑤⑥を繰り返し、症状が悪化していく。

上記の悪循環が起こる原因を検証してみました。天然歯の歯頸部での頬舌径は第1大臼歯で約8mm程度であるのに対して、臼歯部に用いられるインプラント体の断面は円形で、多くの場合その直径は4mmないし5mmです。つまり、本来あるべき天然歯のものとは異なり、頸部が細くなるため、歯冠形態

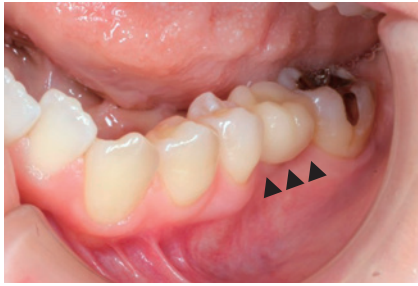
を天然歯に近似させればその分、粘膜から立ち上がる部分のオーバーハングが大きくなります(図2-1)。

当然、このような歯冠形態においては、歯ブラシ等によるインプラント頸部へのアクセスは困難となります。つまり、このアクセス困難な形態が、インプラント頸部のプラーク停滞の最大の原因で、インプラント周囲粘膜の腫脹につながる根本的な問題と考えられます。

上記問題を解決するため、タフトブラシ、歯間ブラシ、フロスなど、アクセス困難な部位へのアプローチを考慮した清掃用具が使用されていましたが、どれも天然歯の補綴装置(クラウンまたはブリッジ)における問題を解消するための清掃用具です(図2-2)。したがって、これを使用すればインプラントのプラークコントロールにおける問題がすべて解決するというような決定的に優れているものではなく、結局、天然歯用に開発・使用されているものを流用しているにすぎませんでした。また、エビデンスに基づいて、インプラント用に開発されて

いる清掃用具がないのも現状でした。

図2-1に示す症例のように、インプラントの上部構造と粘膜との境界部(補綴装置のマージン)が、狭く深い部位へは、タフトブラシが効果的と思われ、その使用を励行していました。タフトブラシの使用で確かに狭い部位への到達が可能で、プラークの除去効率率は歯ブラシよりも高いという印象でしたが、毛先が意外と硬く、患者さんからは使用時に痛みを感じるなどの不満があったり、患者さん自身がある程度の熟練を要したりと、セルフケアに最適とは必ずしも言えませんでした。フロスや歯間ブラシでは、歯間部は磨けるが頬舌側の陥凹部は磨くのが難しいなど、どの清掃用具を使用しても、インプラント頸部のプラークコントロールは容易ではありませんでした。



2-1 左下第1大臼歯欠損部にφ4mmのインプラントを埋入後、天然歯に類似した形態の上部構造を装着した。本症例の場合、頬側のオーバーハングは必然的に大きくなる(▲印)。インプラント補綴装置と粘膜との境界は、天然歯の歯頸部より陥凹が大きくなるため、プラークコントロールは、天然歯よりも難しくなる。



2-2 インプラントの清掃に用いられる器具。タフトブラシ、歯間ブラシ、歯ブラシ(毛先が細く柔らかいもの)、含嗽剤、フロスなどが、天然歯の清掃と同様に、インプラントの清掃にも用いられているが、インプラント上部構造と粘膜との境界を清潔に保つのは容易ではない。

ブラッシング法の検証

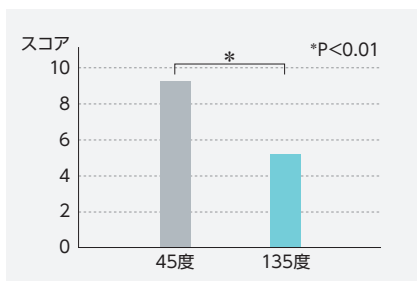
歯ブラシは多くの場合、ストレート・ラウンド毛で平切り形態のものが薦められることと思います。これらのブラッシング法は、天然歯に対しては、理にかなった非常に良い方法であることは間違いありませんが、これをインプラント上部構造の清掃の際に適用すると、特にバス法では、補綴装置のマージンよりも、粘膜に対して毛先が垂直に当たることとなります。そのため、一生懸命ブラッシングをする患者さんの中には粘膜の痛みを訴えてくる方もいました。

図2-1でも示したように、インプラン

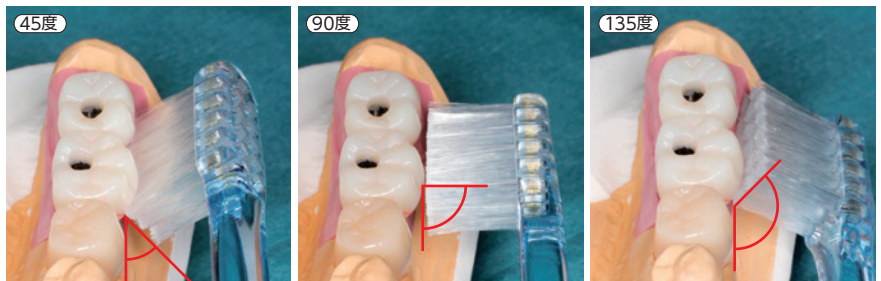
ト周囲溝はその構造上、天然歯の歯頸部よりも奥にあるため、図3-1に示すようにバス法による「斜め45度からのブラッシング」では、インプラント周囲溝への到達は困難であり、粘膜をこすっているような状況になりがちです。

逆に、「斜め135度からのブラッシング」の方が、粘膜を傷つけずブラシの先端が補綴装置のマージンに到達しやすいということが、図3-2をみると理解できるかと思えます。これを実際に検証するために、インプラントの上部構造を模型上で作製し、それを用いたプラーク

除去効率の結果では、バス法(45度)よりも、その逆の向き(135度)で歯ブラシを歯冠に接触させて磨いたほうが、プラークの残存付着量が少ないという興味深い結果が得られました³⁾。この実験結果をもとに、ブラッシング法を変更してみたところ、粘膜に擦過傷があった患者さんに対しても、効果的であったと感じました。しかし、このブラッシング法は、ブラシを当てる角度が今まで指導されてきた方法と大きく異なるためか、少々習得が難しいようで、ブラッシング指導の繰り返しが必要でした。



3-1 ブラッシング角度によるプラーク除去効果の検討。歯ブラシの角度によるプラーク除去の程度の比較をNavy Plaque Indexを応用して行ったところ、歯軸に対して135度の角度で磨いた場合、45度(バス法)と比較して、プラークの残存付着量が有意に少なかった。



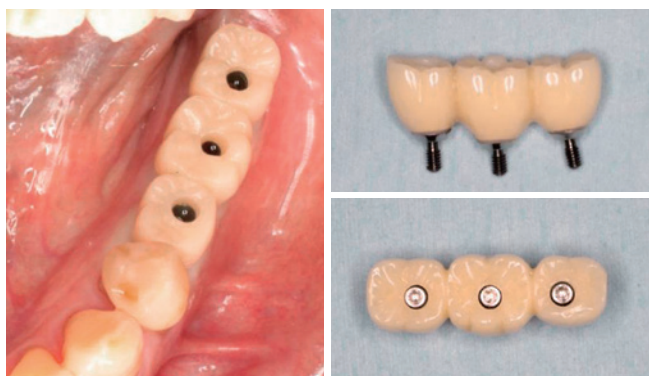
3-2 ブラッシング角度の検討。インプラントの上部構造のプラーク除去に適したブラッシングの角度を検討するために、市販されているラウンド毛で平切りの歯ブラシを模型上の暫間補綴装置に対して、毛先をバス法の45度、スクラビング法の90度、インプラント補綴物に対して毛先を上向きに当てる135度の3つの角度で接触させたところ、インプラント上部構造のマージンにブラシを接触させやすいのは、毛先を上向きに当てる135度の角度であった。

効果的な清掃用具の形態の検証

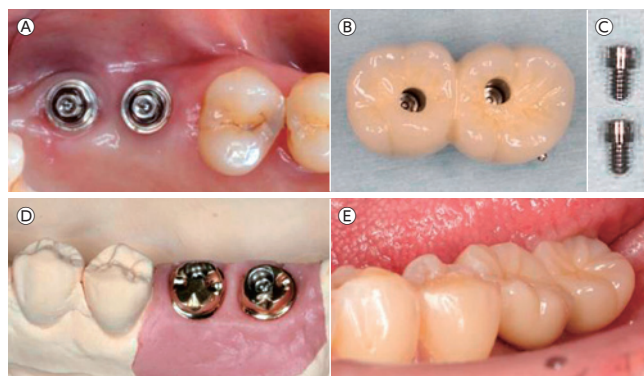
前述のように、インプラントの上部構造に適したブラッシング方法を考案できた一方で、患者さんにとっては実践が容易でないことも判明しました。このような経緯から、現状の問題を解決しながら、インプラント周囲のプラーク

を効果的に除去することが可能で、患者さん自身が日々のセルフケアで使用できる清掃用具について思案する日々が続きました。直径4mmのインプラント体を埋入した場合のインプラントの上部構造の形態を再度検証してみる

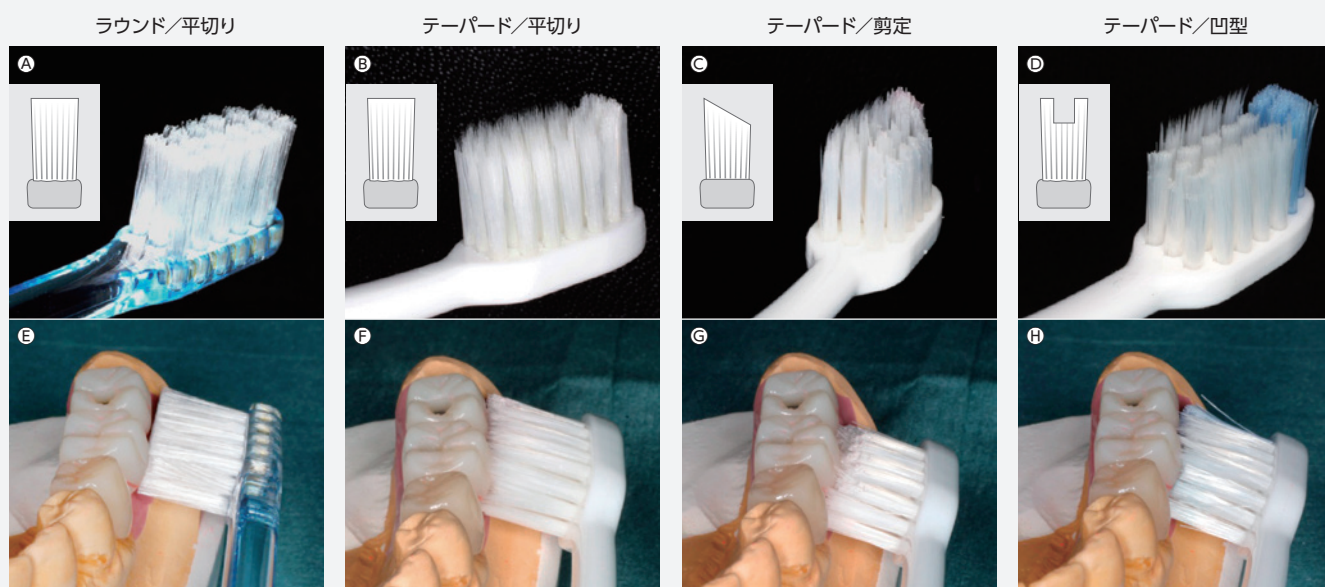
と、スクリー固定にしてもセメント固定にしても、歯冠形態を天然歯に近づければ近づけるほど、インプラントのプラットホームからの立ち上がりは、必然的に大きなオーバーハングを描くことがわかります(図4-1、図4-2)。



4-1 インプラント上部構造の種類と構造：暫間補綴装置(プロビジョナル・レストレーション)スクリー固定を採用する場合が多い。



4-2 インプラント上部構造の種類と構造：最終補綴装置(ファイナル・レストレーション)。スクリー固定(A,B,C)とセメント固定(D,E)があり、それぞれの長所と短所を考慮して、固定方法は決定される。



A：一般的に推奨されているストレート・ラウンド毛の平切りタイプ。歯面全体に毛先が当たるが、狭く凹んだ面にまで毛先が到達できない(E)。

B：テーパード毛とストレート・ラウンド毛を混合植立した平切りタイプ。ラウンド毛が歯面を清掃し、テーパード毛が歯間部やポケット内に到達可能だが、歯ブラシを当てる角度に工夫が必要(F)。(GC社製ルシェロ歯ブラシP-20Sピセラ)

C：Bの毛先をななめに剪定したもの。毛先がインプラント上部構造の頸部にしっかりと入り込む。歯ブラシを当てる位置を確認する必要がある(G)。(GC社製ピセラP-20S(改))

D：両サイドにテーパード毛、中心に短くカットしたラウンド毛を植立して凹型断面を創った試作品。凹型断面を有するため、短くカットした中心部のラウンド毛が歯冠の豊隆部に当たり、片側テーパード毛が頸部・隣接面に抵抗なく入り込む(H)。(GC社と共同開発の試作品)。

4-3 歯ブラシの形態・植毛状態の検討。

A~D4種類の歯ブラシ形態についての検討を行ったところ、CまたはDの形態が、インプラント上部構造の頸部に、よりフィットすることがわかる(文献3より引用)。

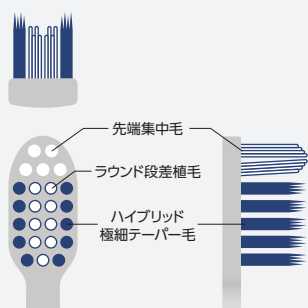
ここまで検証してみると、患者さんが痛みなどの不快症状を訴える原因の多くは、上部構造の形態にフィットする歯ブラシ等の清掃用具がないために、無理な角度や過度の圧力によるブラッシングで粘膜を傷つけてしまうのだということも想像がつかます。

多くの場合推奨されている、平切りヘッドのストレート毛の歯ブラシは、インプラントの上部構造と粘膜との境界部

(補綴装置のマージン)にはアクセス困難で、何とかマージンまで届かせようと強く押し付ければ粘膜を傷つけることになり、実際の口腔内では問題が多いという印象を強く受けました(図3-2、図4-3A、E)。

発想を転換して、豊隆(オーバーハン)の大きいインプラント上部構造にフィットする形態の歯ブラシを創ろうと考え、手始めに歯ブラシの毛先を一部

剪定して、狭い部位へも到達可能なブラシを創ってみました(図4-3C、G)。現在市販されている歯ブラシとは大きく異なる形態で、違和感はありませんでしたが、インプラントの上部構造と粘膜の境界にまで無理なく毛先が入り込み、プラーク除去効果が高いことが予想できました。ただし、この形態では、左右で異なる形態の2本歯ブラシが必要になるという短所があります。



A: 両サイドに各1列の柔らかいテーパー毛、中心部に2列の短くカットしたラウンド毛を配列した凹型断面になっているため、歯ブラシを通常通り口腔内へ挿入していけば、歯ブラシは自然に歯面を被うように接触する。



B: 歯軸に対して135度の角度(バス法の逆)で毛先を当てるつもりで、少し強いかなと感じるくらいの圧力で、歯面に接触させる。この時、歯冠部の粘膜にブラシの先が触れる感覚を確認しながら歯ブラシの位置と角度を決める。



C: 歯ブラシを前後に細かく振動させると、歯ブラシの下方1列の柔らかいテーパー毛がインプラント補綴装置の頸部と隣接面に抵抗なく入り込んでいく。細かな回転運動を加えると毛先はさらに深部へ到達することが可能。

4-4 最終的に決定した歯ブラシ(ルシェロ I-20)の使用方法。

次に、以下のようにインプラント用歯ブラシのコンセプトをまとめました。

下記着想に至るこれまでの経緯を説明して、GC社に「毛先はピセラP-20S

で片側の毛先を削除した歯ブラシを製作してほしい」と依頼したところ、左右で2本では大変であるということで中心部を短くカットした、サイドがテーパー

毛のタイプが試作品として届きました。図4-3D、Hのように、下方の毛先がインプラントの上部構造と粘膜の境界に無理なく入り込む形態になっていることがわかります。また、実際の口腔内では、図4-4に示すように、歯ブラシを細かく振動させることで、インプラント上部構造と粘膜の境(クラウンのマージン)と歯間部にまで、ブラシの毛先を到達させることができます。

インプラント用歯ブラシのコンセプト

- ① インプラント補綴装置に適した新しいブラッシング法の提案。
- ② 新しいブラッシング法に適した歯ブラシの形態の検討。
- ③ インプラント補綴装置と粘膜との境界部に、確実に毛先が到達し、インプラント周囲のプラークを除去。
- ④ 痛みを感じさせたり、デリケートな粘膜や歯肉を傷つけたりしない、柔らかい材質の毛先。

実際の口腔内でのプラーク除去効果

実際の口腔内でのプラーク除去効果についてNavy Plaque Indexを応用した方法で評価したところ、ルシェロ I-20 (試作品)が従来型の平切りストレート型の歯ブラシよりも、プラーク除去効果が高いという結果が得られました(図

5-1)。注目すべき点は、今回の検証においては、特別なブラッシング指導を行わず、どの程度のプラーク除去が可能かを評価していること、つまり特別な訓練を受けていない患者さんが使用したとしても、十分な効果があったということです。

また、一部位につき10秒という短時間で、ある程度の効果が得られていることから、バス法、スクラビング法とは異なるインプラントに適したブラッシング法を併用すれば、更なるプラーク除去効果が期待できることと思います。

●インプラントの上部構造

従来品 ブラッシング前



従来品 ブラッシング後



I-20試作品 ブラッシング前



I-20試作品 ブラッシング後



5-1 インプラントの上部構造に対するプラーク除去効果。

インプラントの上部構造に対するプラーク除去効果について以下の方法で検証した。歯垢染色出し液にて上部構造を染色した後、特別なブラッシング方法の指導を行わず、一方の群に対しては従来型の歯ブラシを、他方の群に対しては、試作品(I-20試作品)の歯ブラシを使用して、10秒間のブラッシング後、プラークの除去効果を評価。従来型の歯ブラシでは、クラウンのマージン部のプラーク除去困難である。

●天然歯

従来品 ブラッシング前



従来品 ブラッシング後



I-20試作品 ブラッシング前



I-20試作品 ブラッシング後



5-2 天然歯に対するプラーク除去効果。天然歯に対するプラーク除去効果についても検証したところ、従来型の歯ブラシと同様、またはそれ以上のプラーク除去効果を認めた。

一方で、多くの患者さんの口腔内には、インプラントだけでなく天然歯も存在することを考慮すると、インプラント用と天然歯用との2本の歯ブラシを使い分けなければならないのかという課題が残ります。そこで、天然歯に対す

るプラーク除去効果についても、インプラントと同様の方法で評価・検討したところ、図5-2に示すように、従来型の歯ブラシと同様またはそれ以上のプラーク除去効果を認めました。これらの結果から、今回インプラント専用とし

て新たに設計した歯ブラシは、天然歯に対しても十分なプラークの除去が可能で、歯ブラシ1本で日々のセルフケアを行えることが示唆されました。

まとめ

超高齢社会である我が国では平均寿命も延びており、必然的にインプラントの長期予後の獲得の重要性はさらに高まってきています。インプラント周囲炎、インプラント周囲粘膜炎の主な原因が、プラークによる細菌感染であるならば、いかにそのプラークを除去し、

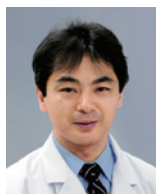
インプラント周囲炎を予防していくかが今後の課題であることは明白です。

定期健診とプロフェッショナルケアだけでなく、日々のセルフケアの重要性は以前から唱えられていましたが、それに最適と思われる清掃用具の選択には誰もが苦心してきたことと思います。

ルシェロ I-20は、インプラントの上部構造と周囲組織を清潔に保つための研究成果を基に、新たにインプラント専用として開発された歯ブラシです。この歯ブラシが、インプラント長期予後獲得に貢献できることを期待しております。

●参考文献

1. Mombelli A et al.: The epidemiology of peri-implantitis. Clin Oral Implants Res. 2012 Oct;23 Suppl 6:67-76.
2. Roos-Jansåker AM et al.: Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: presence of peri-implant lesions. J Clin Periodontol. 2006 Apr; 33(4):290-5.
3. 中島久美子, 武田未来, 杉浦剛, 鬼原英道, 近藤尚知. インプラント補綴物に適したブラッシング法と形態の検討. 第32回日本口腔インプラント学会東北・北海道支部学術大会抄録集2012; P42.



近藤尚知 (こんどう ひさとむ)

岩手医科大学 歯学部 補綴・インプラント学講座 教授

略歴・所属団体©1993年 東京医科歯科大学歯学部卒業。1997年 東京医科歯科大学大学院修了 歯学博士、東京医科歯科大学歯学部 附属病院 医員。1999年 ハーバード大学 マサチューセッツ総合病院 研究員。2001年 東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 助手。2009年 岩手医科大学歯学部 口腔インプラント学科 准教授。2012年 岩手医科大学歯学部 補綴・インプラント学講座 教授。日本口腔インプラント学会 専門医。



川村涼子 (かわむら りょうこ)

岩手医科大学附属病院 歯科医療センター 歯科衛生部 歯科衛生士

略歴・所属団体©2005年 一般社団法人 宮城高等歯科衛生士学院 卒業。2005年より 岩手医科大学附属病院歯科医療センター勤務。2010年 日本口腔インプラント学会・インプラント専門歯科衛生士 資格取得。2010年 日本歯周病学会認定歯科衛生士資格取得。日本口腔インプラント学会/日本歯周病学会/日本歯科衛生学会。



武田未来 (たけだ みき)

岩手医科大学附属病院 歯科医療センター 歯科衛生部 歯科衛生士

略歴・所属団体©2004年 岩手県立衛生学校 歯科衛生学科卒業 (現 岩手医科大学 医療専門学校)、同年より 岩手医科大学附属病院 歯科医療センター勤務。2010年 日本口腔インプラント学会・インプラント専門歯科衛生士 資格取得。2011年 日本歯科審美学会 ホワイトニングコーディネーター 資格取得。日本口腔インプラント学会/日本歯科衛生学会/日本歯科審美学会。



中島久美子 (なかじま くみこ)

岩手医科大学附属病院 歯科医療センター 歯科衛生部 歯科衛生士

略歴・所属団体©2004年 岩手県立衛生学校 歯科衛生学科卒業 (現 岩手医科大学 医療専門学校)、同年より 岩手医科大学附属病院 歯科医療センター勤務。2010年 日本口腔インプラント学会・インプラント専門歯科衛生士 資格取得。2011年 日本歯科審美学会 ホワイトニングコーディネーター 資格取得。日本口腔インプラント学会/日本歯科衛生学会/日本歯科審美学会。