

総説

アバットメントに対する軟組織の付着位置と  
インプラント周囲辺縁骨の吸収  
－ とくに biological width について －

Effects of the location of soft tissue attachment to the  
abutment on peri-implant marginal bone resorption  
- With a focus on biological width -

西堀 雅一

日歯先技研会誌 (Scient. J. Jpn. Inst. Advanc. Dent), 17, 195-199, 2011 別刷

医学中央雑誌登録No. W3532

## 総説

# アバットメントに対する軟組織の付着位置とインプラント周囲辺縁骨の吸収 - とくに biological width について -

西堀 雅一

## Review

### Effects of the location of soft tissue attachment to the abutment on peri-implant marginal bone resorption - With a focus on biological width -

NISHIBORI Masakazu

Peri-implant marginal bone resorption has been attributable to several factors, such as implant design, plaque, and load. In this article, we evaluated the effects of biological width on peri-implant marginal bone and soft tissue by referring to related literature, with a special focus on the establishment of peri-implant biological width.

Our evaluation revealed that the presence of gaps in two-piece implants is deeply related to apical migration of the epithelium and associated bone resorption. It was also suggested that the location of peri-implant soft tissue attachment depends on the system of an implant.

It is therefore considered necessary to take into account the form and material of abutments in the treatment of patients with a history of periodontal disease and patients likely to be at risk during implant surgery with factors, such as smoking and diabetes mellitus, and in the anterior esthetic zone which aims to minimize future gingival recession. (Scient. J. Jpn. Inst. Advanc. Dent, 17, 195-199, 2011)

西堀歯科 (院長: 西堀 雅一)

Nishibori Dental Clinic (Chief: NISHIBORI Masakazu)

Reprint requests and correspondence to:

NISHIBORI Masakazu: 1-30-8 Sendagaya, Shibuyaku, Tokyo 151-0051, Japan

Tel: +81-3-3403-8885 Fax: +81-3-3403-8776

E-mail: masa-nishibori@ab.wakwak.com

Scient. J. Jpn. Inst. Advanc. Dent, 17, 195-199, 2011.

Received 20 Aug. 2011; accepted 5 Sep. 2011.

Japanese Institute of Advanced Dentistry

certificated by Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare

Address: ShibaTK Bldg 4F, 1-8-25, Shiba, Minato-ku, Tokyo, 105-0014

Japan

Tel. +81-3-5476-2004 Fax. +81-3-5476-2006 www.nissenken.org

©2011 Japanese Institute of Advanced Dentistry. All rights reserved.

**Key Words; biological width, Abutment ICT, Marginal bone loss**

## はじめに

インプラント周囲辺縁骨の吸収についてはインプラント体のデザイン、プラーク、荷重などいくつかの理由が考えられている。今回、とくにインプラント周囲の生物学的幅経 (biological width) について考えてみたい。

## 1. Biological Width に関する論文

以下に、biological width に関連する代表的な論文の要約を示す。

### 文献 1) Ericsson 1995.

#### Abutment ICT

ブローネンマルクインプラントを埋入。アバットメントを装着して、9ヶ月から12ヶ月にわたり口腔内に維持し、その後組織学的に調査した。その結果、インプラントとアバットメントの界面 (gap) を中心に、炎症性の細胞浸潤があることを示した (abutment ICT)。この幅は gap を挟んで垂直的に 1 mm から 1.5 mm で、さらにその下方から骨面までの間には細胞浸潤の

ない健全な結合組織が 1 mm 程度の幅で存在することを確認した。インプラントとアバットメントを被う炎症性細胞浸潤 1.5 mm のうち、gap の下方二分の一である 0.75 mm と健全な結合組織 1 mm の幅を得ることは生体による防御反応とし、その結果、多くのブローネンマルクインプラントでは 1 ~ 1.5 mm の骨吸収が生じると考えた。

### 文献 2) Abrahamsson 1996.

#### 軟組織の付着に関するインプラントシステムの比較

軟組織の付着と骨のレベルをツーピースインプラントであるブローネンマルクインプラント、アストラテックインプラントとワンピースインプラントの ITI インプラントで比較した。ビーグル犬に各インプラントを埋入した。3ヶ月後にアバットメントを装着し、その後6ヶ月間プラークコントロールを行った。三つのシステムにおいて、軟組織の構成や付着形態および辺縁骨の位置はほぼ相似しており差が見ら

れなかった。ブローネンマルクインプラントでは臨床で一般的に認められる first thread までの骨吸収も認められなかった。適切にインプラントが埋入されれば軟組織、硬組織の治癒形態はシステム間で差がないとした。

### 文献 3) Abrahamsson 1998.

#### アバットメントの交換

ビーグル犬で、アバットメントの出し入れが軟組織の付着にどのような影響を与えるかを調べた。インプラント生着後、テスト群では月に1回、トータルで5回アバットメントの出し入れを行った、その際には3%過酸化水素水、70%アルコール、生食水で消毒した。その後組織学的に軟組織の付着を調査した。テスト群では、上皮付着の最深部はつねに gap を越えて存在した。その結果、結合組織はより下方に存在し、インプラント周囲辺縁骨は吸収していた。これは、アバットメントの頻回な出し入れが、軟組織による付着、

すなわち biological width を阻害することによって生じるものと考察している。

#### 文献 4) Abrahamsson 1998.

##### アバットメントの素材

ブローネンマルクインプラントを2回法で埋入し、チタン、セラミックス、合金のアバットメントを装着した。3ヶ月後組織学的に調査した。その結果、チタンとセラミックスのアバットメントでは上皮付着が約2mm、結合組織付着が約1.3mmであった。上皮付着の最深部は gap より上方で終わっており、gap は炎症性細胞浸潤を伴った結合組織で覆われていた。一方、合金のアバットメントでは、biological width の距離が異なっており、コントロール群の平均3.32mmと比較し、2.55mmだった。また、骨の位置はコントロール群で gap から0.78mm、テスト群ではより吸収が大きく1.8mmだった。合金のアバットメントでは、適切な軟組織によるバリアは形成されず、時に biological width はインプラント本体の上に形成されていた。軟組織の付着が根尖側へ移動した結果、インプラント周囲の骨吸収が大きくなると結論づけた。

#### 文献 5) Weber 1996.

##### インターナルコネクションと上皮の付着位置

ビーグル犬を用いてインターナルコネクションを持つツーピースインプラントとワンピースインプラントの軟組織の付着形態を比較した。ツーピースインプラントでは、インプラントとアバットメントの間にできる界面 (gap) の存在により生じるとされる細菌の汚染が原因で、上皮付着がより根尖側へ移動すると結論づけた。このとき、上皮付着の最深部はすべての組織切片で gap を越えていた。

#### 文献 6) Abrahamsson 1999.

##### インターナルコネクションと上皮の付着位置

ツーピースインプラント (Astra Tech) を用いて、1回法と2回法の手術を行いインプラント周囲の組織を比

較した。両者において軟組織および硬組織のインプラントに対する付着様式に大きな違いのないことを示し、手術法の違いはインプラント周囲組織に影響を与えないことを示した。骨吸収量は0.30～0.42mmと非常に小さい値だった。軟組織の付着はアバットメント上にあり、上皮の最深部は gap を越えていなかった。彼らはこのインプラントシステムのインターナルコネクションにおいては、フィットが非常によく、gap は存在しないと考えられるため、ワンピースインプラントと変わらない結果が得られたとしている。

#### 文献 7) Hermann 2001.

##### gap と rough / smooth border

ワンピースインプラントとツーピースインプラントの軟組織の付着様式に関して、gap の位置とインプラント体の粗面と研磨面の境界位置 (rough/smooth border) の二つの点から組織学的に比較した。軟組織が付着するスペースが十分にあれば、骨は rough/smooth border で維持され、骨吸収はほとんど認められなかった。gap の位置が辺縁骨に近ければ、gap の辺縁骨に対する影響が rough/smooth border のそれよりも強く、より大きな辺縁骨の吸収が起こるとした。ツーピースインプラントにおける gap は細菌により汚染されている可能性があり、生体はこの汚染した部位を覆い隠すように上皮が侵入してすると考えられた。このような上皮化は感染根管の根尖部に見られる嚢包形成に似ているとした。

#### 文献 8) Hermann 2001.

##### micromotion

gap の存在によって、ツーピースインプラントではインプラント周囲辺縁骨に吸収が起こることが示されているが、gap の大きさによるものなのかあるいはインプラントとアバットメントの間における荷重時の小さな動き (micromotion) によるものなのか、その真の原因は不明である。そこで、microgap のサイズを10 $\mu$ m未満、50 $\mu$ m前後、100 $\mu$ m前後と変化させ、サイズによってインプラント周囲辺縁骨の吸収の程度の差が出るかど

うかを確認した。同時に同じ gap サイズのインプラントを用意し、サイズはそのまま、gap 周囲を4点溶接し、micromotion が生じないようにした。その結果、gap サイズとは無関係に、溶接していなければどの gap サイズのインプラントにおいてもインプラント周囲辺縁骨に同程度の吸収が生じた。一方、溶接し、micromotion を抑制したインプラントでは、全てのインプラントで骨吸収は起こらなかった。これらの結果から、gap の真の問題点はそのサイズにあるのではなく、インプラントとアバットメント間の動き (micromotion) にあるのではないかと考察している。

#### 文献 9) Lazzara 2006.

##### Platform switching

5mmないし6mm径のエクスターナルコネクションを持つツーピースインプラントに、4.1mm径のインプラント体の径よりも小さなアバットメントを用いることによって、インプラントとアバットメントの界面を水平的に内方へ移動させ、その結果この種のインプラントに特有な垂直的骨吸収を抑制する可能性を示した。理由として、biological width を垂直的ではなく、水平的に得ること、さらに abutment ICT を骨から水平的に離すことでその影響を小さくさせることの2点を挙げている。

#### 文献 10) Atieh 2010.

##### platform switching に関する meta analysis

10本の論文で1239本のインプラントを含んだメタ分析。Platform switching をしたインプラントはしないものに比べ有為にインプラント周囲辺縁骨の吸収量が少なかった。また、直径の差は0.4mm以上あったものの方がより好ましい結果を示した。一方、水平的および垂直的骨吸収を調査した他の論文では有意差がなかったことなどから、今回の分析に限界があることも報告している。

## 2. いくつかの結果から類推した現状における biological width に対する考え方

研磨面を有したクラシックなブローネンマルクインプラントでは、最初の1年間に first thread まで骨吸収がおこることが一般的であり、この骨吸収は成功のクライテリアと考えられているほどに起こる事象であった。この骨吸収は荷重によるものと当初考えられていたが、その後いくつかの他の考え方が示されてきた。その有力な一つが biological width によるものとする考え方である。

Ericsson<sup>3)</sup> はインプラントとアバットメントの界面には細菌による汚染層があると考え、この層から生体を防御するために abutment ICT の下半分、0.75mm と健全な結合組織 1mm の総和、約 1.8mm が biological width として必要と考えた。このスペースを gap の下方に確保するために結果として骨吸収がおこるとした。この実験では、上皮付着の最深部は gap を越えず、アバットメント上に存在していた。

一方、Abrahamsson<sup>2)</sup> はワンピースインプラントでもツーピースインプラントでも上皮の位置と骨のレベルに大きな差はなく、軟組織の付着はアバットメント上にあり上皮の最深部は gap を越えていないと報告している。すなわち、gap の存在は軟組織の付着に影響を与えず、アバットメント上には十分な biological width のための距離があり、結果として骨吸収は小さいものだったと理解できる。

Weber<sup>5)</sup> はワンピースインプラントとインターナルコネクションを持つツーピースインプラントとを比較した。この報告では、gap の存在により生じると思われる細菌汚染が原因で、上皮付着の最深部はアバットメント上にとどまらず、gap を越え、ワンピースインプラントに比べ、より根尖部に向かって移動していた。

ワンピースインプラントでは上皮付着はアバットメント上に存在し、biological width が十分に確保できれば骨吸収は少ないと考えられている。ツーピースインプラントでは gap が存在し、この部分は細菌により汚染されて

いると考えられている。Weber の報告のように、上皮付着はこの汚染層を隔離するために gap を越えるのか、あるいは gap は上皮付着には影響せず、界面は炎症性細胞浸潤を伴った結合組織 (abutment ICT) で被われるのであろうか。もしツーピースインプラントの gap が汚染されていないかあるいはその程度が低く、軟組織による付着がワンピースインプラントのごとくすべてアバットメント上にあると仮定するならば、いかなる要素が上皮付着を根尖側に移動させ、その結果骨吸収を生じさせるのであろうか。

まず、アバットメントの頻回な交換が骨吸収を引き起こすことが示された。これは細菌汚染によるもの (abutment ICT)、あるいは機械的な損傷によるもの (micromotion) と Abrahamsson は考察している<sup>3)</sup>。さらに、アバットメントの素材によって軟組織による付着の位置が異なる可能性が示唆された<sup>4)</sup>。特に、金合金によるアバットメントでは軟組織による付着は形成されにくく、その後の骨吸収や歯肉退縮を引き起こすと考えられた。このようなアバットメントではときに軟組織による付着はアバットメント上には全く形成されず、インプラント体の上に直接付着が形成されると考えられる。Hermann はツーピースインプラントに 50 $\mu$ m の gap を形成し、gap と骨の位置関係を調べた。gap から骨までの距離が 1.5mm ~ 2mm 程度以上あるとき、骨は rough/smooth border でとどまり、骨吸収はほとんど生じないが、骨までの距離がさらに短くなると、gap の影響がより大きくなり、骨吸収が生じるとしている<sup>7)</sup>。

ここで、ブローネンマルクインプラントの臨床におけるレントゲン写真をもう一度確認したい。前述したように、first thread までの約 1.8mm の骨吸収が成功のクライテリアとして考えられている。Ericsson のいう biological width (1.8mm)、あるいは Hermann のいう gap からの距離 (1.5 ~ 2mm) という点から見れば、ツーピースインプラントにおける biological width は 2mm 弱と考えて良いだろう。もちろん、これは gap の存在しないワンピー

スインプラントの biological width が 3.5mm 程度<sup>2)</sup>であったことから考えると、その距離が短いかもしれない。しかし、Abrahamsson<sup>8)</sup> も指摘しているように、gap が存在する場合 biological width の距離が短くなることも確認されている。さらに、金合金のアバットメントでは、1.8mm の骨吸収とともに、全ての軟組織の付着はアバットメント上には無く、インプラント体に直接存在することが多々あることが示されている。

実際の臨床ではアバットメントを頻回に交換する必要に迫られる。従って、上皮の最深部は gap を越えた位置に存在することが多いことが想像され、gap が abutment ICT によって被われているとは考えづらい。すなわち、gap は上皮で被われている可能性が高く、上皮の根尖側方向への移動により、1.8mm 程度の骨吸収が生じると考えられる。また、2mm 弱の biological width の距離を考えると、上皮付着がアバットメント上に存在したとしても、それはかなり短い距離になるだろう。場合によっては、アバットメント上に上皮付着が存在しない場合も考えられる。そのとき biological width はインプラント体上に直接形成されるだろう。

gap が炎症性細胞浸潤のある結合組織 (abutment ICT) で覆われているのか、上皮で覆われているのか、あるいは、アバットメント上に付着はないのか、これらの結論は、現状、報告によって異なっている。しかし、インプラントのデザインの違い、アバットメントの種類や取り扱いなど諸条件によって軟組織の付着位置に違いが生じるだろう。

Abrahamsson はインターナルコネクションを持つツーピースインプラント (Astra Tech) について調査した<sup>6)</sup>。この論文によれば、このシステムのインターナルコネクションには gap は存在せず、軟組織による付着はワンピースインプラントと同様、すべてアバットメント上に存在したと報告している。Weber<sup>5)</sup> も異なるシステムではあるがツーピースインプラントを用い、やはり骨吸収量が少なかったことを報告した。しかし、Abrahamsson と異なり、

上皮の最深部は根尖側に移動し、gapを越えていた。

骨吸収は microgap における細菌汚染よりも、その部の微細な動き (micromotion) が主たる原因であるとする報告もある<sup>9)</sup>。この際、gap の大きさには無関係で、10 μm 以下の小さな GAP であっても micromotion が生じる限り、辺縁骨の吸収が起こるとした。現状、インターナルコネクションを持つツーピースインプラントにおけるインプラントシステム間の gap の封鎖性の違いについては不明である。しかし、封鎖性の違いは軟組織の付着位置に影響を与える可能性が高い。エクスターナルコネクションに比較してインターナルコネクションでは gap の影響はかなり小さくなるのではないかと考えている。

biological width の幅 1.5 ~ 2mm を侵したときの骨吸収の程度はインプラント体の表面性状にも関係している可能性がある。Berglundh<sup>11)</sup> はツーピースインプラントであるブローネンマルクインプラントとアストラテックインプラントを用いて、アバットメント装着後に骨吸収が生じることを示し、その後の荷重によっては骨吸収が起こらないことを示した。その際、二つのインプラント間では骨吸収量に違いがあり、ブローネンマルクインプラントで優位に吸収量が多いことを示した。これはインプラント体の表面性状の違いと、アバットメントがインターナルとエクスターナルであることによって生じるのではないかと考察している。すなわち、ブローネンマルクに見られる研磨表面よりも、アストラテックインプラントにみられるような、より粗な表面の方が骨を維持しやすいのかもしれない。また、インターナルコネクションはエクスターナルコネクションに比べ、細菌の汚染が少ない、あるいはより一体化するために micromotion の影響が小さいとも考えられる。

Platform switching<sup>10)</sup> に関しては未だ不明な点も多い。Atieh<sup>11)</sup> らは、0.4mm 以上の abutment ICT の側方への移動は有意に骨吸収量を減らしたというメタ分析による結果を示している。ちなみに、アストラテックやアンキロスイ

ンプラントでは gap 部位が内方にくびれており、骨面から側方へやや離れた形態をしている。その結果、abutment ICT も側方へ移動する可能性があり、この点もこれらのインプラントシステムで骨吸収が少ない要因かもしれない。今後の研究の進展が望まれるところである。

以上から、

- i. アバットメントにおける軟組織の付着はワンピースインプラントとツーピースインプラントでは違いがあり、gapのあるツーピースインプラントでは上皮の付着位置がより根尖側に移動する可能性がある。
- ii. gapに存在すると考えられる、細菌の汚染、micromotionあるいはそれらの組み合わせが軟組織の付着位置に影響を与えると考えられている。
- iii. gapから辺縁骨までの距離は1.5~2mm程度がbiological widthとして必要だろう。それより距離が短いとrough/smooth borderを越えて辺縁骨の吸収が生じる可能性がある。
- iv. アバットメントの頻回な交換は上皮を根尖側に移動させる可能性がある。
- v. 金合金によるアバットメントはチタンやジルコニアのアバットメントに比較して上皮付着をより根尖側に移動させる可能性がある。
- vi. インプラントの表面性状、インターナルコネクションの封鎖性の程度、platform switching等によってツーピースインプラントであっても上皮の根尖側移動を抑制し、骨吸収の量を小さくすることが可能かもしれない。

### 3. 臨床と biological width

臨床で多用されるツーピースインプラントではワンピースインプラントに比べて上皮付着の位置がより根尖側にある可能性がある。多くの論文で上皮付着の最深部はインプラントとアバットメントの境界面を越えている。このような状況で、さらに付着を根尖側に移動させる要素が重なると、上皮付着はアバットメント上に存在しない可能性もある。この場合はインプラント体そのものに biological width が存在しているかもしれない。すなわち、ブロー

ンを用いた場合、軟組織を破壊することなくインプラントとアバットメントの界面 (gap) に触れる可能性がある。インプラントのデザインによって、アバットメントに対する軟組織の付着位置に違いがあるかもしれない。

今までインプラントの埋入角度に問題がある場合や、審美性を考慮して歯肉縁下のアバットメントの形態 (subgingival contour) を修正する場合、多くのインプラントシステムでは UCLA abutment, Cast-to abutment などのように、金合金を既成のアバットメントに鋳接することが広く行われてきた。臨床上有効な方法ではあるが、Abrahamsson<sup>4)</sup>, Walender<sup>12)</sup> が指摘しているように、金合金のアバットメントではチタンやセラミックスのアバットメントに比べ、biological width が下方に移動しやすくなり、かつ炎症性の細胞浸潤が増すと考えられている。従って、歯周病罹患患者や喫煙者など、インプラントにおけるリスクが高いと思われる患者あるいは将来の歯肉退縮を小さくしたい審美的領域では金合金ではなく、チタンあるいはセラミックスの素材の方が素材として適切だろう。また、金合金を鋳接したアバットメントはその形態の自由度が高い故に、歯肉縁下の形態をあまりにも非生理的な形態にしてしまう可能性がある。軟組織の付着が gap より歯冠側にとどまっているのであれば、ある程度の歯肉縁下の overcontour も許容されるかもしれない。しかし、様々な理由で上皮付着がより根尖側に移動していれば、overcontour はプラークを蓄積させる要因となりうる。プラークの蓄積のみが Peri-implantitis のリスクファクターとは言えないが、アバットメントを清掃しやすい形態にすることは先述したリスクの高い患者に対して特に重要だろう。また、審美性の要求が小さい臼歯部であれば、清掃性の高い補綴物を装着することは比較的容易だろう。

近年、CAD/CAM によるアバットメント作製が現実のものとなってきた。今まで鋳接型のアバットメントでしかえられなかった高い自由度が、より軟組織の付着を得やすいチタンやジルコニアで実現されるようになってきてい

る。この方法を用いれば、金合金を用いずにある程度 contour を調整することもできるだろう。もちろん、インプラントを適切な位置に埋入することが最も重要である。

## まとめ

インプラント周囲辺縁骨の吸収の要因として biological width の確立を挙げることができる。ツーピースインプラントにおける gap の存在が、上皮の根尖側への移動とそれに伴う骨吸収に深く関係している。インプラントのシステムの違いによって、インプラント周囲軟組織の付着位置に違いが示唆されている。過去に歯周病罹患歴のある患者や、喫煙、糖尿病などインプラントにおけるリスクが高いと思われる患者や将来の歯肉退縮を可能な限り避けたい審美領域においては、アバットメントの形態や素材に配慮が必要だろう。

## 文献

- 1) Ericsson, I., Persson, L.G., Berglundh, T., Marinello, C.P., Lindhe, J. & Klinge, B. Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol* 1995; 22: 255-261.
- 2) Abrahamsson, I., Berglundh, T., Wennstrom, J. & Lindhe, J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin. Oral Impl. Res.* 1996; 7: 212-219.
- 3) Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J: The mucosal barrier following abutment dis/reconnection, An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1997; 24: 568- 572.
- 4) Abrahamsson I, Berglundh T, Giant: P-O, Lindhe J. The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1998; 25: 721-727.
- 5) H. P. Weber, D. Buser, K. Donath, J. P. Fiorellini, V. Doppalapudi, D. W. Paquette, R. C. Williams Comparison of healed tissues adjacent to submerged and non-submerged unloaded titanium dental implants. A histometric study in beagle dogs. *Clin. Oral Impl. Res.* 1996; 7:11-19.
- 6) Abrahamsson I, Berglundh T, Moon I-S, Lindhe J: Peri-implant tissues at submerged and non-submerged titanium implants. *J Clin Periodontol* 1999; 26: 600-607.
- 7) Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic Width around one- and two- piece titanium implants. A histometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Clin. Oral Impl. Res.* 2001; 12:559-571.
- 8) Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. 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.* 2001; 72(10):1372-83.
- 9) Lazzara R, Porter S. Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006; 26:9-17.
- 10) Momen A, Atieh,\* Hadeel M, Ibrahim, Ahmad H, Atieh ‡ Platform Switching for Marginal Bone Preservation Around Dental Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Periodontol* 2010;81:1350-1366.
- 11) Berglundh T, Abrahamsson I, Lindhe J. Bone reactions to longstanding functional load at implants: an experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 925-932.
- 12) Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin. Oral Impl. Res.* 2008; 19:635-641.