

Epithelial Attachment and Downgrowth on Dental Implant Abutments —A Comprehensive Review

インプラントアバットメントにおける上皮付着とダウングロース

包括的レビュー

GERHARD IGLHAUT, DDS*, **FRANK SCHWARZ, DDS, PhD†**, **ROBERT R. WINTER, DDS‡**, **ILJA MIHATOVIC, DDS†**, **MICHAEL STIMMELMAYR, DDS§**, **HENNING SCHLIEPHAKE, DDS, MD, PhD¶**

Journal of Esthetic and Restorative Dentistry Vol 26 • No 5 • 324–331 • 2014

Abstract

インプラント周囲の軟組織は歯肉と比較してより長い上皮付着のため、肥大し、hemidesmosomal な付着は少なく、弱い付着と考えられる。インプラントーアバットメントの境界面での細菌感染が上皮のダウングロースと骨欠損を生じると考えられている。アミノアルコールによるインプラント面の汚染だけでなく金合金とセラミックスは、上皮の下方成長を促進するように見える。アバットメントの凹面形態、プラットフォームスイッチング、マイクログループなどの機械的特徴はそれらを防ぐと考えられている。本研究はインプラント、アバットメント表面に上皮が移動する要因を概説する。CAD-CAM の応用による「one abutment—one time」の有用性を上皮のダウングロースに関して調査する。

Introduction

臨床的に補綴後 2～5年において、炎症が生じなくてもインプラント周囲の組織の減少が生じ、審美障害を生じる。即時埋入、即時負荷はしばしば審美障害を引き起こす。このことより、長期安定のための方法が模索され始めた。

3次元的なインプラント埋入が審美的結果を得るために不可欠と思われる。
矢状面において **Evans and Chen** らはより口蓋側に埋入する事を推奨している。頬側より埋入した場合と比較すると3倍近い差が生じた。(1.8mm vs 0.6mm)
水平的には隣接した歯牙より 1.5-2mm 離すことが推奨される。
垂直的には隣接歯牙の近遠心の骨レベルにショルダー部を合わせる。
2 ピースインプラントとスタンダードアバットメントに関する付着位置は、プラットフォームスイッチングのそれと区別される。これは、インプラントショルダーとアバットメント間のマイクロギャップの好ましからぬ影響に関係がある場合がある。薄い軟組織構造は、不快な灰色がかかった鉛色の変色につながるかもしれない。

長期結果を得るために必要な解剖学的要素はなんだろうか？

ある研究ではベースライン時に厚さ 1.8mm の骨がショルダー部にあった場合、骨のロスはない、それどころか3ケースにおいては増加がみられたと報告した。
インプラント頸部において1と2mmの骨の厚さを比較して、**Baffone** らは3ヵ月の治療期間以後で骨容積の差は生じなかったと報告した。
Grunder らはインプラント周囲に2mmの骨が必要と唱えた。彼は前歯部のインプラントサイズは4mm以下になるとも提唱した。

軟組織容積も、インプラント周囲組織安定性に影響を及ぼしている要因であると思われる。軟組織の厚みが1mm以下の場合で **thin type**、1mm以上で **thick type** と分類される。**Thin biotype** ではリセッションの傾向が見られるため、移植により組織の厚みを増加させる事が勧められる。
組織の安定に付着歯肉の幅が関与するとも考えられている。そのため、様々な研究で3mm以上の角化歯肉の獲得が推奨されている。

インプラント周囲の軟組織

Gargiulo らはヒトの組織学的な研究において、骨縁まで平均 2.73mm の軟組織があり、角化組織部が 1.66mm、結合組織部が 1.06mm あると述べおり、付着のある平均 2.04mm を生物学的幅径と表記している。**Vacek** らも似たような幅が歯槽-歯肉部にあると述べている。よって、上皮の歯槽骨までの距離はおよそ 1mm である。根のセメント質への接着は、おそらくシールの働きをし、微生物を排除するのを助けるかもしれない。付着上皮はヘミ接着斑によって歯面(エナメルと根のセメント質)に機械的に付着する一方、シャープ繊維は根のセメント質に機械的に、そして、化学的に付着する。

Kois らは、臨床的に頬側の骨縁から歯肉縁までの距離をプローブで計測し、3つのタイプに分けた。3mmのものを **normal crest**、3.5mm~4mmを **low crest**、2~2.5mmを **high crest** とした。

動物実験において、インプラント周囲の軟組織径は3-3.5mmとわずかに大きかった。アバットメント表面に位置するバリア角化歯肉は高さ 2mm、続く結合組織は1-1.5mm 骨縁上方で、インプラントの TiO₂ に直接接する形であった。様々なインプラントシステムでも違いは見られなかった。バリア角化層はヘミデスマゾーム結合

文献紹介

でチタン表面に付着し、粘膜付着を付与する。根面のセメント質がないため、インプラントでは天然歯の結合組織付着とは異なる。コラーゲン束はインプラント表面に平行に走行する。機械的、化学的付着は存在しない。その代わりに厚さ $20\mu\text{m}$ のプロテオグリカン層がみられる。

結合組織の構成にも違いがみられる。天然歯のまわりで、およそ60%のコラーゲン繊維と5~15%の線維芽細胞から成る一方、チタンインプラントでは85%のコラーゲン繊維と1~3%の線維芽細胞である。このように、粘膜結合組織は、癒痕組織に似ている。インプラント周囲の血管は少ない。歯肉組織への血液供給は、大きな骨膜血管、歯根膜由来の血管によって提供される。インプラント周囲の血液供給は、骨膜上の血管に限られる。歯根膜の欠乏により、インプラント、歯槽骨界面での血管は消失している。この発見はMoonらによって支持されている。チタン表面 $40\mu\text{m}$ の位置では、血管数は0.3%ときわめて少ない。結果として免疫反応はインプラント周囲で少ない。Schwarzらはイヌの研究で、chemically modifiedされたブラストと酸エッチングされたチタン表面で血管の豊富な上皮結合組織がみられたと報告した。14日のopen healingの後、インプラント周囲に放射状に走行するコラーゲン繊維が組織学的にみられた。非常に親水性な表面は、適当な軟組織統合を促進するように思われる。

上皮のダウングロースに影響する要因

チタン表面への上皮のダウングロースは創傷面より 2mm 内にある上皮細胞の増加と移動により生じる。経粘膜部チタン面と接触がある肉芽組織の存在は、上皮の移動を制限している主要な要因であると考えられる。動物実験では結合組織が上皮の下方成長を防止する重要な役割を果たす事を発見した。付着上皮の位置は、創傷治癒の最初の段階で決定されると考えられる。

動物実験の結果 two-part bone-level と single-part tissue-level などのデザインによって上皮の高さが様々だったと報告した。Hermann らは bone-level インプラントでより顕著な上皮の陥入が生じ、アバットメントーインプラント界面でのマイクロギャップが骨吸収の原因になっているのではないかと仮定した。これはアバットメントレベルでの軟組織の接着についての研究結果と対照的である。しかし、炎症性細胞浸潤は、bone-level インプラントのまわりだけで見られ、tissue-level インプラントではみられなかった。この浸潤は口腔内由来の細菌がインプラントーアバットメントの境界で生じているように見える。Harder らはエンドトキシン・マイクロリーケージも conical abutment-implant connections で生じ、リポ多糖類によって媒介される炎症誘発性サイトカイン遺伝子の発現を見つけた。グラム陰性細菌のエンドトキシンは、破骨細胞を起動させている経路を通して骨吸収を誘発するかもしれない。リポ多糖類とタンパク質のこれらの小分子複合体は、小さな隙間に侵入することができ、骨破壊プロセスの主役となる。

材料特性は、上皮のダウングロースに影響を及ぼしているもう一つの要因であると考えられる。動物実験は、幅およそ 3.5mm の peri-implant cuff が純チタンと Al_2O_3 セラ

ミックスのアバットメントのまわりで存在することを示した。陶材焼き付け金合金や金のアバットメント周囲で、軟部組織付着部はインプラント頸部へ移動しそして、関連する骨喪失がみられた。Kohalらは、チタンとZrO₂面で良好な軟部組織形成を報告した。更なる動物実験では、TiとZrO₂アバットメントの軟組織面は、5ヵ月の治癒後も安定していた。しかし、金/プラチナ合金アバットメントエリアで、バリア上皮の根尖シフトと辺縁骨吸収が生じた。4年の前向きコホート研究においてVigoloらは、インプラント単冠セメントリテインタイプにおいて、チタンと金合金のアバットメントについて評価し、骨吸収と軟組織レベルで有意差が見られなかったと報告した。Linkeviciusらはシステマティックレビューでチタンアバットメント対金合金、酸化ジルコニウムまたは酸化アルミニウムのそれぞれでインプラント周囲の組織安定性について評価した。チタンアバットメントが他の材料と比較し、より高い骨の高さを維持するという証拠は得られなかった。

アバットメント表面のコンタミの負の影響と効果的な清掃法よく議論された。これについて、粘着性アミノアルコールの除去は、問題要因であるように思われる。In vitroのマシーンドチタン表面で吸着したアミノアルコールを除去する4つの方法がある。水、生食と5%のH₂O₂溶液での洗浄は、アミノアルコールを除去することができなかった。オゾン照射は、チタン面からアルコールの完全な除去をもたらした。チタンと酸化アルミニウム面に関する超音波洗浄は、汚染物質の平均99.96%を除去した。続く研究は、複数の滅菌法の効果を純チタン面で評価しました。紫外線殺菌された表面は、細胞付着レベルに関連した変化を示さなかった。これとは対照的に、酸化エチレンと蒸気オートクレーブ殺菌は、チタン表面の変化と細胞付着レベルの減少を示した。動物実験では、ネズミの腹壁に入れられる前に、汚染されたチタンアバットメントの清掃は、ブタノールとエタノールで超音波洗浄か、食塩水の中ですすがれるだけであった。新しく汚されていないチタンアバットメントを対照群として用いた。掃除手順にかかわらず、すべての汚染されたコンポーネントは、コントロールと比較して変化した組織反応を誘発した。

動物実験と臨床研究は、アバットメントデザインの上皮のダウングロースに対する効果を確かめた。

Beckerらはテーパードのミスマッチ部で上皮の境界が終わると報告した。(platform switching, mismatch 0.3–0.5 mm)。他の動物実験でもプラットフォームスイッチングはスタンダードのものと比較して、少ない骨吸収と上皮付着が得られると報告した。結合組織付着は、対照的に同程度の幅であった。システマティックレビューとメタアナリシスにおいて、0.4mm以上のミスマッチをもつインプラントで、より少ない骨欠損(0.37mm平均)が報告された。軟部組織の高さの維持にもかかわらず、臨床関連は、問題となっているように見える。

動物実験では、軟組織の治癒14日後に、コラーゲン繊維の垂直的な走行が高い親水性チタン面で活性化されることができたとSchwarzらは示しました。しかし、続く研究において、プロービングに対する抵抗は、貧弱であった。臨床プロービング2回以上は、ポケット増やし、著しく上皮のおよび結合組織結合を崩壊させました。Nevinsらは偏光と走査電子顕微鏡検

文献紹介

査で組織学的にレーザーでmicrogroove化されたチタン面での、軟組織の付着部を調べた。6ヵ月の治癒の後、人間の軟組織がmicrogroove表面で垂直コラーゲン・ファイバー束が機械的に付着したという証拠を、彼らは示した。37ヵ月での臨床研究において、Pecoraらは、マシーンドサーフェスと比較しマイクロ体系化されたインプラントショルダー面で、骨の深さとプロービングデプスの維持に前向きな効果があると発見した。この付着の高い機械的安定は、骨上に軟組織シールの形成を暗示する。

Kimらは、bone levelと関係したバットメント形態の影響を比較した。比較したのはConcave microgrooved transmucosalプロファイル、convex machined profiles、straight anodically oxidized profilesのbone-levelインプラントであった。Convex machined profilesの回りに、付着上皮がより長く、そして、concave microgrooved profilesの回りに、結合組織付着はより広がり、骨レベルが安定していることがわかった。2つの動物実験は、concave microgroovedアバットメントはインプラント周囲の軟組織、硬組織の構造の維持にプラスの影響を明らかに支持した。最近のIglhautらの動物実験では、マシーンドサーフェス対0.8 mm microgrooved対2.8 mm microgroovedチタンアバットメント周囲の軟組織、硬組織の組織安定性を比較した。著者は、microgrooved アバットメントは上皮のダウングロースと負の相関であり（図1、2）、結合組織付着の拡張と辺縁骨レベルに対し正の相関であると述べた（図3）。

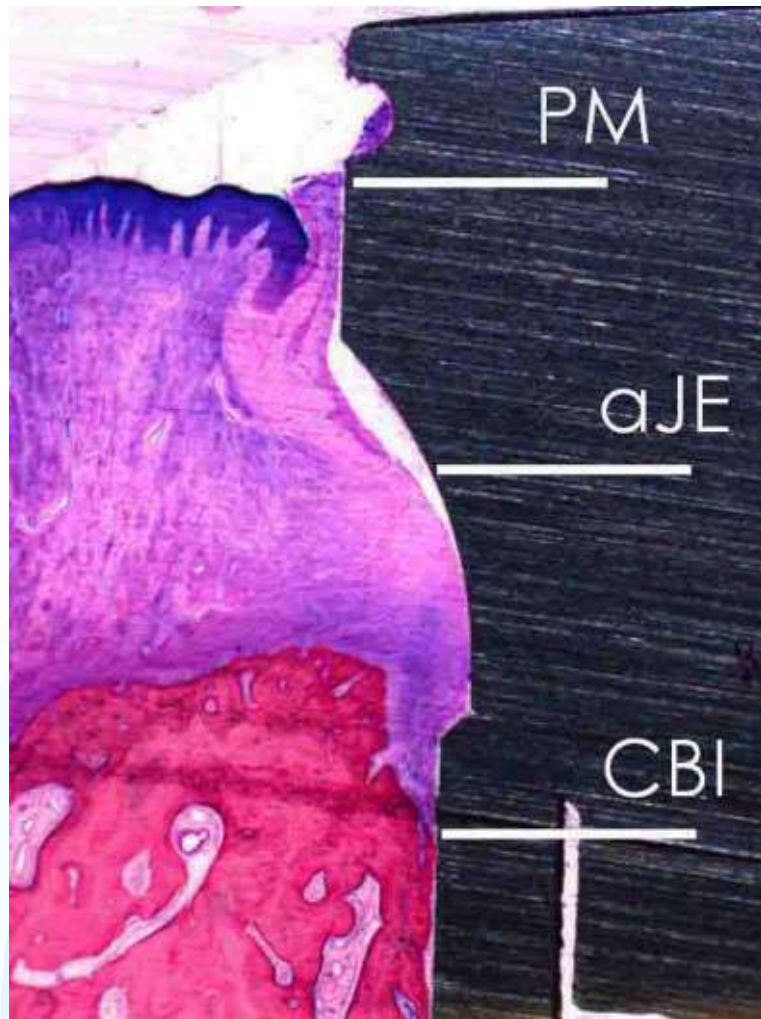


FIGURE 1. Histologic specimen showing peri-implant soft and hard tissues around a titanium abutment with a laser microgrooved surface.

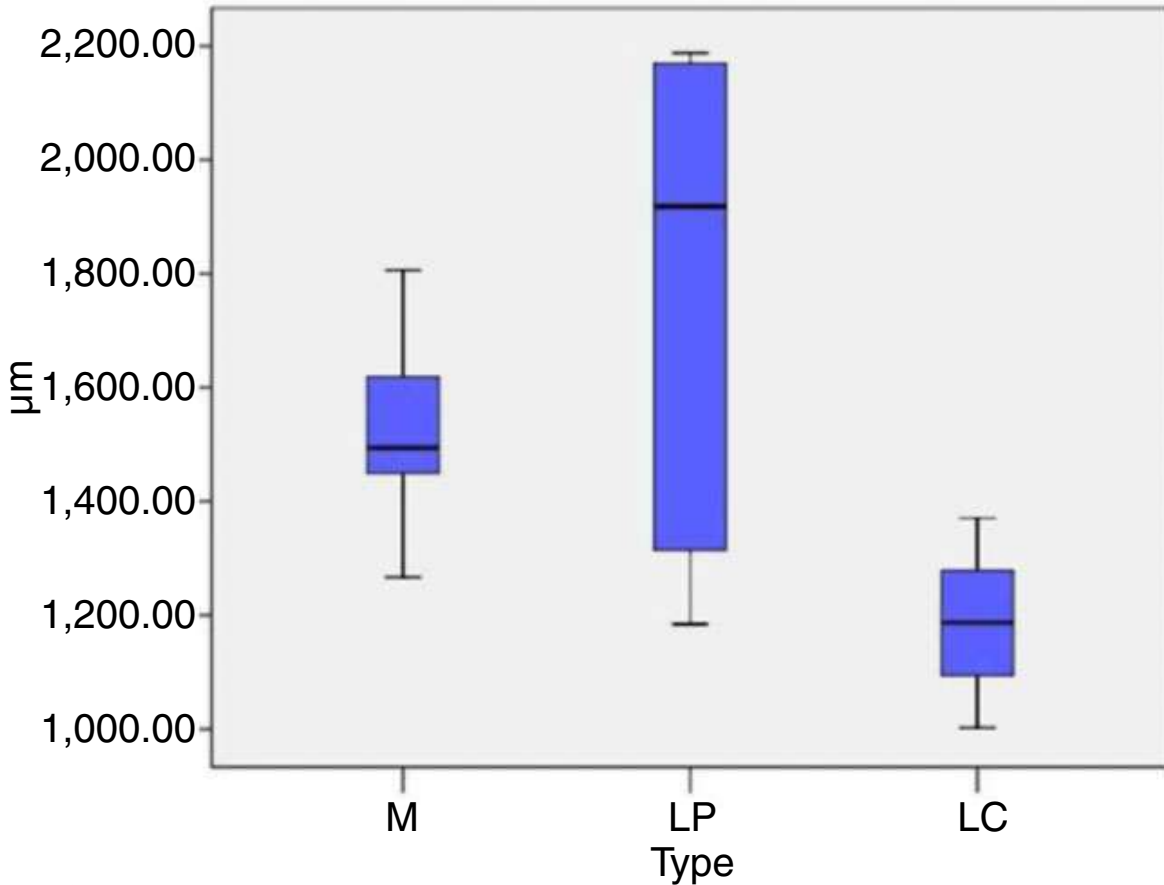


FIGURE 2. Comparative histomorphometric data of the junctional epithelium around machined (M) and laser microgrooved surfaces with a width of 0.7 mm (LaserLok partial [LP]) and 2.9 mm (LaserLok complete [LC]).

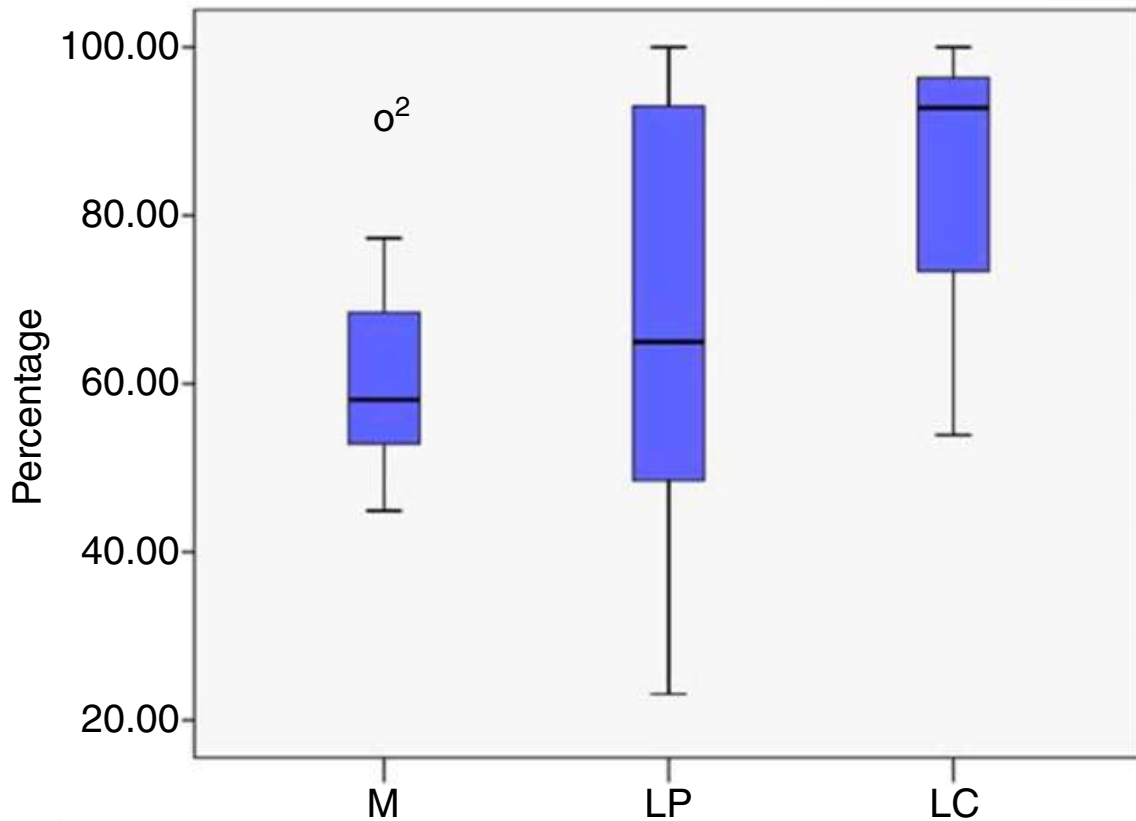


FIGURE 3. Soft-tissue attachment in percent to machined (M) and laser microgrooved surfaces with a width of 0.7 mm (LP) and 2.9 mm (LC).

アバットメントの着脱がインプラント周囲の組織レベルの維持に関係があると考えられる。動物実験では、アバットメントが毎月5回間隔でアルコール殺菌を行った脱着をすると、Abrahamssonらは上皮のダウングロースとインプラント周囲の骨損失を示したと報告した。Iglhautらは、2回の脱着でさえ、負の影響を及ぼすと報告した。(図4)

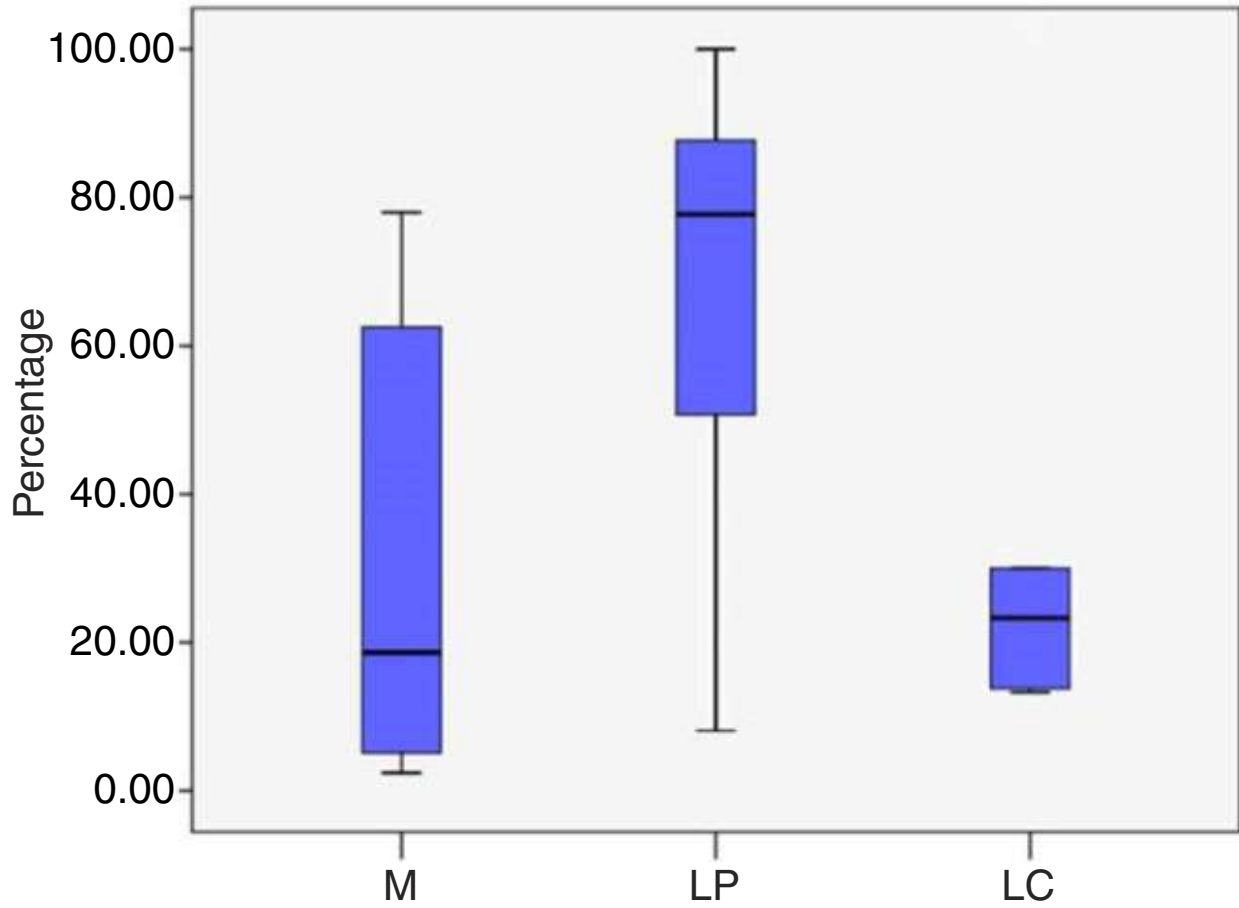


FIGURE 4. Soft-tissue attachment in percent to machined (M) and laser microgrooved surfaces with a width of 0.7 mm (LP) and 2.9 mm (LC) after two abutment reconnections.

これとは対照的に、Hermann らはイヌを用いた実験で、5回のアルコール殺菌なしでの脱着の後、インプラント周囲組織に対する負の影響を及ぼさなかったと報告した。更なる動物実験では、Hermann らは、マイクロギャップの幅に関係なく、micromobile アバットメントの好ましからぬ影響を記述した。これらの研究を受けて、埋入と同時に最終アバットメントを装着する事が組織の減少量を最小にするのではないかと考えられた。(one abutment-one time concept)

臨床研究は軟組織、硬組織の維持の面でこの手順を支持した。

しかし、Canullo らは、0.2mm の違いで、たいした臨床効果を及ぼさないかもしれない。

**Clinical
Significance**

現在の文献のレビューより、著者は、埋入時に最終アバットメントを装着する事を推奨する。このコンセプトを実施するにあたり、埋入時に最終補綴の位置、形態は

考慮されていなければならない。

報告の考察
