

Influence of abutment material on the gingival color of implant-supported all-ceramic restorations: a prospective multicenter study

インプラント支持のオールセラミックスによる 補綴の周囲軟組織に対し、アバットメントが及ぼす影響 : 多施設の前向き研究

緒 言

上顎前歯部の歯科インプラントを取り巻く自然な歯肉歯槽粘膜の保全または再建は、歯科医にとって、特に患者がスマイル時に唇のラインが高い(ハイリップライン)場合において審美的に困難な問題である。その困難な問題は、外傷性または歯周病による抜歯後の歯槽骨の喪失の結果としての歯肉歯槽粘膜の喪失、または外傷性の外科的抜歯または先天性欠損によって生じる。(Buser et al. 2004)

硬組織および軟組織の適切な生物学的反応を可能にする歯科インプラントシステムの選択は、適切な審美結果を達成するための最初のステップである。(Sykaras et al. 2000)。その上で、自然な結果を得るためには適切な手術手技、インプラントの位置決め、軟組織のマネージメントは必要だ。(Choquet et al. 2001; Kan et al. 2003; Grunder et al. 2005; Quirynen et al. 2007)。最後に、見過ごされることが多い適切な補綴ソリューションの選択は、歯周組織の適切なシェードと形状の達成に大きく貢献する(Bichacho & Landsberg, 1997; Tarnow & Eskow 1996)。適切な審美結果を得るには、カスタマイズされたエマージェンスプロファイルとアバットメントの使用が重要である。(Gallucci et al. 2004)。

近年、オールセラミック修復は歯およびインプラント修復において、ますます一般的になっている。修復物の選択が高い透明感のある熱プレスされたセラミック修復物である場合、金属製アバットメント上にセメント固定されたオールセラミック修復物の利点は疑問が残る(Nakamura et al. 2002)。この審美的問題を克服するため、アルミナまたはイットリア安定型ジルコニアを用いたオールセラミック製アバットメントが製作された。(Prestipino & Ingber 1993a; Wohlwend et al. 1996; Heydeck et al. 2002; Rompen et al. 2007)。

最近の臨床研究では、金属製のアバットメントよりも審美的に優れたオールセラミック製のアバットメントがよく報告されている(Jung et al. 2008)。しかし、アルミナとジルコニアの厚さを厚くすると、不透明度が増し、透過性が低下するため、審美的な結果が損なわれる可能性がある(Hefferman et al. 2002a, 2002b)、したがって、この審美的なメリットについては議論の余地があるかもしれない。軟組織により近い別のアバットメントの存在は、インプラント周囲軟組織の審美的外観に影響を与え、その色と外観を変える可能性がある。(Jung et al. 2008)が最近発表した研究では、チタンまたはゴールドのアバットメントとPFM(メタルボンド)クラウン、またはアルミナのアバットメントとオールセラミッククラウンの使用により、対側歯と比較して臨床的に顕著な違いが認められた。オールセラミック修復物は、修復されていない隣在歯に対して、チタン製またはゴールド製のアバットメント上のPFM(メタルボンド)よりもはるかに良好な色の一致を示した。

目的

インプラント修復物に関するこの臨床試験の目的は、分光測光デジタル技術により、インプラント周囲軟組織の色に対するアバットメント材料の影響を分析することである。さらに、様々な臨床状況に関連する異なる種類のアバットメント材料の利用に対する審美的な意味合いを検証するため、軟組織の厚さとデジタル評価との相関関係を分析することである。

材料と方法

この前向き多施設共同研究は20人の患者を対象に行った。すべての患者は、パドバ大学歯学部、およびイタリアのミラノ大学セントポール病院の生物医学科学研究所の歯科医院で治療を受けている。この研究計画は、パドバ大学およびミラノ組織倫理委員会によって承認された。インフォームドコンセントはすべての被験者から得られた。

それぞれの患者は、歯科インプラント(オッセオスピード 4.0s、アストラテックデンタルインプラント)を受け取り、上顎前歯(#15~#25)にインプラントが配置されました。

この研究の包含基準として、すべての患者が以下の条件を満たした。

- (i) 歯周状態が管理されている(4mmを超えるPPD指数はなく、プロービング時の出血はなく、プラーク指数は20%未満)。
- (ii) 口腔内および全身に疾患がないこと
- (iii) 欠損部位は単独歯で同部位が治癒している。
- (iv) 埋入されたインプラントの反対側の歯:天然歯が存在し、生活歯で、修復されていない。

除外基準としては以下の通りである

- (i) 全身性疾患(心臓疾患、血液疾患、代謝障害)
- (ii) 頭頸部放射線療法の既往
- (iii) ステロイド服用。
- (iv) 精神疾患
- (v) HIVなど免疫に障害を起こす感染症
- (vi) 重度のブラキシズム
- (vii) 喫煙習慣
- (viii) 薬物またはアルコールの乱用
- (ix) 不十分なコンプライアンス

すべてのインプラント治療は2回法で行い、軟組織または硬組織の移植は追加で行わなかった。すべてのインプラントは軟組織下に位置され、欠損部はすべて粘膜で覆われた。手術後、可撤式義歯またはプロビジョナルのブリッジの調整を行った。

インプラント埋入4ヶ月後、1回目の手術と同一の執刀医により2回目の手術が行われた。粘膜貫通部にはアバットメント(ヒーリングアバットメント3.5 / 4.0、アストラ Tech Dental Implant)が挿入された[Time0]。

2回目の手術から2週間後、スクリー固定のプロビジョナルレストレーション作成のためインプラントレベルの印象採得を行った[Time1]。その印象の1週間後プロビジョナルレストレーションの装着を行った[Time2]。プロビジョナルレストレーション装着による軟組織の調整から8週間後、インプラントレベルの最終印象が行われた。この時点での軟組織寸法の正確な記録をとった。[Time3]最終模型上でプロビジョナルレストレーションのエマージェンスプロファイルを再現するため、ピックアップ用インプレッションコーピングを即時重合レジンを追加して修正した。インプラント周囲軟組織の唇側の厚みはキャリパー(ノギス)を用いてインプラントネックレベルで計測した。(fig1,fig2)

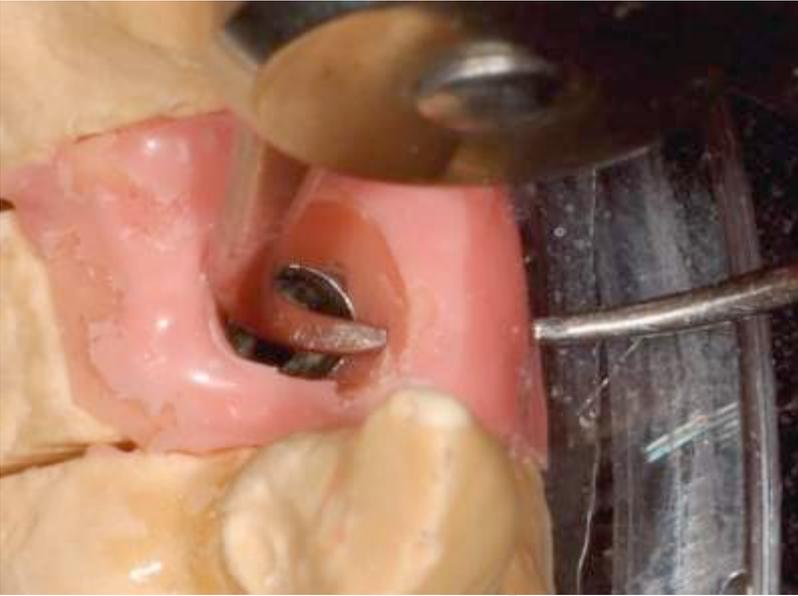


Fig1:作業用模型上のインプラント周囲軟組織レプリカ(シリコンレプリカ)の厚み。計測はキャリパーを用いてインプラントネックレベルで行われた。



Fig2:インプラントと唇側のインプラント周囲軟組織の咬合面観

インプラント周囲軟組織は軟組織を再現する不正確さを低減するため、石膏を流す前に光重合型シリコン材料を用いてインプラントアナログ周囲を埋めた。

最終補綴装置はカスタムアバットメントにクラウンをセメント固定したインプラント支持シングルクラウンとした。クラウンはジルコニアコーピングに陶材を前装し作成した。

カスタムアバットメントは3種類の異なる材質を用いた。(チタン、ゴールド、ジルコニア table1)

Table 1. Abutment type

Abutment type	Abutment material
Type 1	Cast-to abutments 3.5/4.0 (Astra Tech Dental Implant) Keramit Eco LF, Micro Fine Grain Alloy (Au 57%, Pd 10,6%, Ag 29,2%) (NobilMetal S.p.A., Villafranca d'Asti, Italy)
Type 2	Titanium abutment: platform 3.5/4.0 (Astra Tech Dental Implant)
Type 3	Zirconia abutment: platform 3.5/4.0 (Astra Tech Dental Implant)

唇側と隣接面のマージンレベルは歯肉縁下 1mm とし、口蓋側のマージンは歯肉縁に設定した。

CADCAM テクノロジーを用いて、ミリングマシンで同一の形態を持つ3種類のアバットメントを作成した。

インプラントの2回目の手術から 14 週間後[Time4]、プロビジョナルレストレーションを外し、最終のカスタムアバットメントがスクリュー固定された。最終のオールセラミッククラウンはトライインペースト(Variolink trial base)を用いて一時的にアバットメント上に設置された。

インプラント周囲軟組織の測色を進める前に、各アバットメントを 10 分間固定した。最初の測色からすぐにオールセラミッククラウンを除去し、アバットメントのねじを外して 2 番目のアバットメントとクラウンを最初におこなったのと同じ方法で設置した。

補綴装置装着時に軟組織への圧力は認められなかった。安定した軟組織の色調を得るため、補綴装置を装着後10分間放置した。2つ目のアバットメントの測色の後、3つ目のアバットメントのインプラント周囲粘膜の測色が同様の方法で行われた。(fig3-5)



Fig3:チタンアバットメント



Fig4:ゴールドアバットメント



Fig5 ジルコニアアバットメント



アバットメントのタイプの選択の順序は、それぞれのケースでランダムに選択された。基準測定値を得るために、天然歯に隣接する反対側の軟組織領域(対照部位)の測色も行われた。

測色には分光光度計(spectroshade Mi-cro)を用いた。この装置は一人のオペレーターによって管理され、選択された歯もしくはクラウンの歯肉縁周囲の約 5mm の領域を撮影した。撮影はそれぞれの領域で3回行われた。すべての計測ののち、審美的な結果についての評価をオペレーターと患者が行い、最善の方法を患者に提供した。

選択されたアバットメントは、トルクレンチにて 25 N / cm で締結した。オールセラミッククラウンは、仮着セメント(Temp-Bond Clear, Kerr Corporation)でアバットメントとセメント固定した。

すべての測定エリアは特定のエリアを識別できる分光光度計ソフトウェア (Spectroshade3.01、MHT S.p.A.)を用いて分析された。歯肉縁から 4mm 歯肉縁下そして歯の長軸から 2mm の領域が選択された fig6

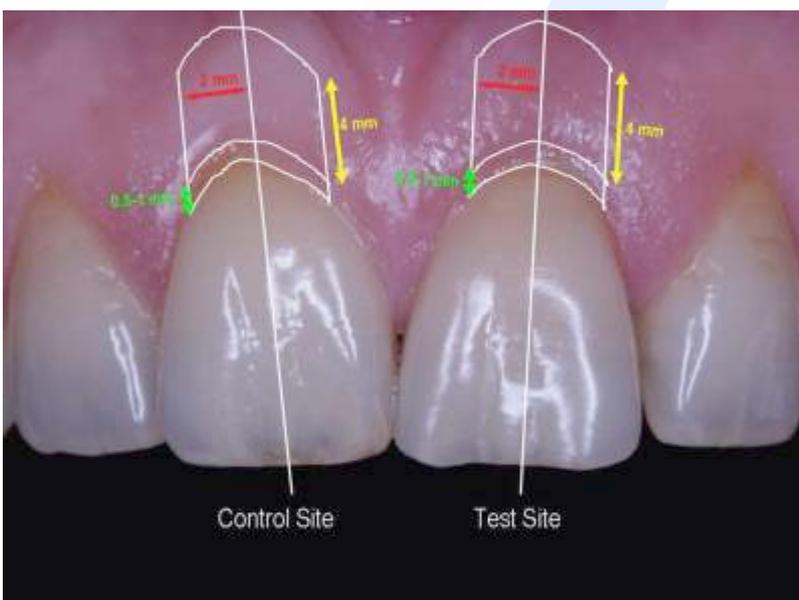


Fig6

それぞれのエリア計測の結果は lab*色空間で記録した。3回計測した値から統計解析処理を行う
 画像・文書・情報について複製や無断転載・複製を一切禁じます。

前に平均値を算出した。インプラント周囲軟組織と反対側天然歯周囲組織の比較は ΔE フォーミュラを用いて行われた。

$$\Delta E = (\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2$$

口腔内の色差を肉眼で識別できる臨界閾値は $\Delta E = 3.7$ と考えられている(Munsell, 1923; Hunt 1987; Johnston & Kao 1989; Berns 2000)。

結 果

インプラント周囲軟組織の色調は、前述のどのアバットメント材料を選択しても天然歯周囲の軟組織の色とは異なっていた。(table2)

Table 2. Estimated least square mean \pm standard errors (SE) and 95% confidence intervals (95% CI) of ΔE by abutment materials

	Mean \pm SE	95% CI
Gold	8.9 ^a \pm 0.4	8.1-9.7
Titanium	11 ^b \pm 0.4	10.2-11.9
Zirconium	8.5 ^a \pm 0.4	7.6-9.3

Different superscript letters indicate significantly (P < 0.05) different mean values (Scheffe's test for multiple comparison).

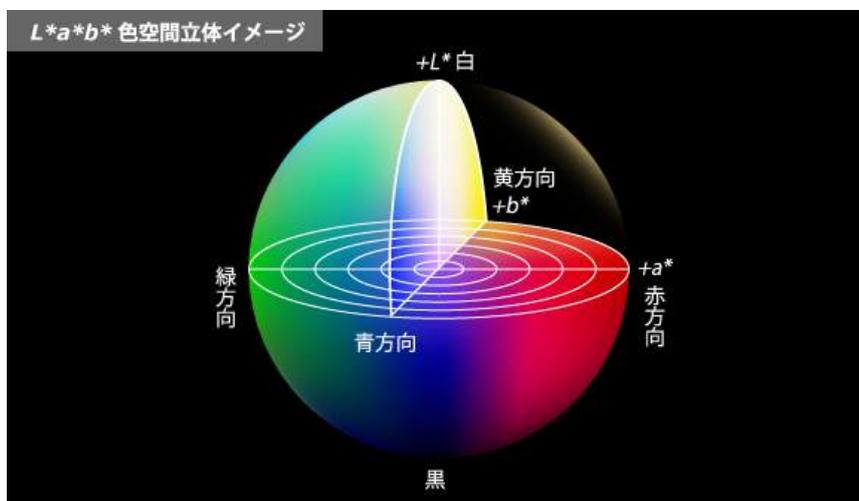
すべてのアバットメント材料は口腔内の色差を肉眼で識別できる臨界閾値の $\Delta E = 3.7$ を上回っていた。クラウンがアバットメント上に設置されたとき、インプラント周囲軟組織と反対側天然歯間の色差 ΔE の平均値はゴールドとジルコニアのアバットメントで近似していた(ゴールド:8.9、ジルコニア:8.5)が、チタンアバットメントとは有意に異なっていた(チタン:11)

アバットメントと天然歯周囲の計測エリアから算出された lab*色空間の値を table3 に示した。

Table 3. Estimated least square mean \pm standard errors (SE) of Lab values: measured areas around abutments and natural teeth by abutment materials

	Gold	Titanium	Zirconium	NT
	Mean \pm SE	Mean \pm SE	Mean \pm SE	Mean \pm SE
L*	47.1 ^{a,b} \pm 0.6	45.6 ^a \pm 0.6	48.1 ^b \pm 0.6	52.9 ^c \pm 0.6
a*	22.1 ^a \pm 0.5	21.5 ^a \pm 0.5	22.9 ^a \pm 0.5	25.5 ^b \pm 0.5
b*	14.9 ^{a,b} \pm 0.3	13.9 ^a \pm 0.3	15.4 ^b \pm 0.3	18.4 ^c \pm 0.3

Different superscript letters indicate significantly different mean values.



それぞれに注目すると、天然歯の平均値は他のアバットメントと比較して有意に高い値を示した。

文献紹介

加えて、ゴールドとチタンアバットメント間では L 値、b 値ともに有意な差は認めなかったが、チタンアバットメントのほうが常に低い値であった。a 値においては、3タイプのアバットメント間で有意な差は認められなかった。ゴールド、チタン、ジルコニアアバットメントの計測値は反対側天然歯の計測値とは有意に異なっていた。

95%信頼区間を用いて、コントロール(反対側天然歯)を基準として算出された lab 値を fig7 に示した。

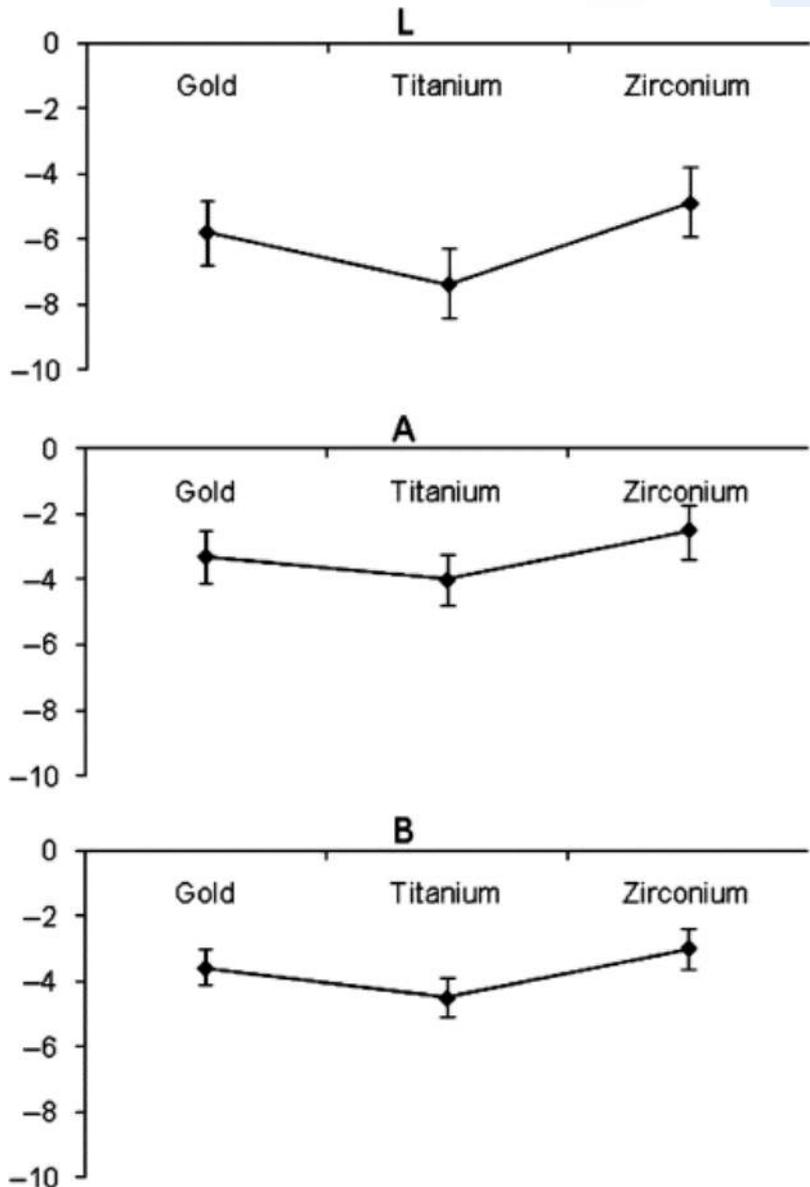


Fig7 算出された LAB 反対側天然歯を基準(0の値のところ)

※95%信頼区間が基準をまたいでいる場合は有意差なし。基準から離れている場合は有意差あり。

95%信頼区間から(0の値が含まれないため)、統計的に有意な差があることがわかる

異なる3つのアバットメント材料において、測色における軟組織の厚みの役割を検証するため、2mmの厚みでグループを分けて(thin ≤ 2mm, thick > 2mm),統計解析が行われた。7人の患者は歯肉が薄い”Thin”グループに分けられ、13人の患者は歯肉が厚い”Thick”グループに分けられた。△Eの平均値は軟組織の厚みに依存しなかった(table4),

Table 4. ΔE mean values and standard errors (SE) by soft tissue thickness and abutment materials

	Soft tissue thickness (mean ± SE)		P
	≤ 2 mm (7 pt)	> 2mm (13 pt)	
Gold	8.6 ± 1.4	9.1 ± 0.8	0.74
Titanium	9.5 ± 1.4	11.9 ± 1.2	0.25
Zirconium	7.5 ± 1.4	8.9 ± 0.7	0.38

そして、歯肉の厚みはb値にのみ関連性がある可能性が考えられた。

Table 5. Correlation coefficients between soft tissue thickness (mm) and the difference for the Lab values of the measured areas around abutments and natural teeth or ΔE, by abutment materials

	Gold	Titanium	Zirconium
ΔL	0.2 (0.38)	-0.06 (0.81)	-0.04 (0.87)
ΔA	-0.3 (0.19)	-0.26 (0.26)	-0.2 (0.38)
ΔB	-0.45 (0.05)	-0.4 (0.08)	-0.4 (0.08)
ΔE	0.08 (0.74)	0.09 (0.71)	0.13 (0.6)

Significance in brackets.

Table5: 軟組織の厚みと色差の相関係数(1 に近づくと正の相関、-1 に近づくと負の相関があるといえる)

考 察

本研究ではジルコニアコーピングのオールセラミッククラウンにおけるインプラント周囲軟組織の色調変化の影響を評価した。この研究の特異性は、それぞれの患者に対し、3つのアバットメント材料すべての評価を行ったことである。そのため、患者や材料に関連した選択バイアスが回避された。さらにこれまでの実験とは異なり、1種類のクラウンのみが利用されているため、結果はアバットメントの変数のみに関連したものとなった。

(Sailer et al. 2009) および (Zembic et al. 2009) による国際的な文献で利用可能なデータと一致して、本研究の結果は、table 2 で説明したように、どのタイプの補綴装置を使用しても、インプラント周囲軟組織の色と天然歯周囲歯肉の色の間には有意差を示した。

ΔE は常に 3.7 の臨界閾値 (Johnston & Kao 1989) よりも高かった。この値は、天然歯と修復された歯の間のカラーマッチングとしては高い値として記述され、軟組織の分析に相対的な影響しか与えない可能性がある、しかしながら、文献には最も多く報告されている (Ishikawa et al. 1988; Jung et al. 2008; Lops et al. 2008; Romeo et al. 2008)。歯の色合わせに関する文献で報告されている値はさらに低くなっている (Douglas, 1997; Douglas & Brewer, 1998)。

軟部組織のカラーマッチングの参考文献がないことは、結果の分析に制限があるからと考えられるが、得られた ΔE 値は、これまでの文献 (2.7 以内 (Zembic et al. 2009)) で報告された反対側の天然歯の軟組織間の色差よりも大幅に高かった。

Table 3 から分かる通り、チタンに対してとゴールド、ジルコニアは有意な差を認めた。ゴールド、

ジルコニア間では色調の有意な差は認めなかったが、軟組織周囲のチタンアバットメントの色調はより天然歯周囲歯肉の色調と異なっていた。

加えて、すべての単一の値(L* a* b*)は天然歯周囲歯肉で得られる値とは異なっていた。異なるアバットメント材料の中で、a 値(赤や緑のスケール)に有意な違いは認められなかった。これは、文献で既に報告されているのと同様の傾向であった(Hermann et al. 2001)。

L* と b*の分析では、アバットメント間で有意な差を認めた。ジルコニアアバットメントのインプラント周囲軟組織は、チタンと比べて天然歯歯肉に有意に近いことが明らかとなり、ゴールドが間に挟まれる結果となった。また、(Jung et al. 2008)は臨床的に反対側の歯と比較してインプラント周囲軟組織の色調が異なることに気が付いた。しかしながら、その結果にはアルミナを用いたオールセラミック修復が、ゴールドやチタンアバットメントと陶材焼付铸造冠(メタルボンド,PFM)の組み合わせよりも、修復されていない隣在歯により有意に近い色調を提供できることを示唆していた。残念ながら、ゴールドやチタンアバットメントの数について詳細は示されておらず、2つのアバットメントが製作される過程で異なる結果がでる可能性も考えられる。さらには、ジルコニア VS アルミナそれぞれの性質を考慮すると、ジルコニアがインプラント支持修復における修復物として述べられるべきである、(Butz et al. 2005; Canullo, 2007; Garine et al. 2007)。

(Jung et al. 2007)らによる別の in vitro の研究では、粘膜の厚さが増加することに関連して、ジルコニアとチタンの色の変化が減少することが報告された。粘膜の厚さが 1.5mm の状況では、両方の材料が 3.7 の臨界閾値を超える ΔE 値を示し(Park et al. 2007)、スコアはジルコニアで 3.87、チタンで 5.06 であった。粘膜の厚さが 2mm の場合、ジルコニアによっておこる色の変化は 3.7 の臨界閾値(3.17)を下回ったが、チタンは依然として目に見える違いを引き起こした(4.32)。厚さが 3mm の場合、すべてのアバットメントが 3.7 の範囲内であった(チタン 2.14 およびジルコニア 2.47)

このため、本研究では、2mm でグループを二分することにより、インプラント周囲粘膜の厚さの in vivo での影響を評価しようとした: 粘膜の薄い 7 人の患者と厚いインプラント周囲軟組織を持つ 13 人の患者を対象とした。table4 に示すように、厚い組織と薄い組織の間の粘膜の色に統計的に有意な差はなかった。(Jung et al. 2007)によって粘膜の厚さが粘膜の変色の重要な要因と結論付けられているが、本研究ではそれが確認できなかった。おそらく、サンプルサイズが縮小されているため、以前の文献とは異なった結果となったと考えられた。この結果となったもう 1 つの理由は、軟組織の厚さが「厚い」と分類されたグループで 3mm が見つからなかったということである。この傾向を確認または拒否するため今後の研究では、より代表的な患者のサンプルが必要になると考えられた。

作業用模型に適用されたキャリパー(ノギス)による厚さ測定 of 最終的な欠点に関して、著者は、カスタマイズされたピックアップが軟組織粘膜形態の精密な再現と一貫性を可能にできると考えた。ポリエーテル材料は、軟部組織の厚さの再現を妨げることができなかった。

恐らく、シリコン材料を用いた模型上での歯肉再構築のステップは、インプラント周囲粘膜の再現にある程度の不正確さ(おそらくミリメートル単位)が起きる可能性があります。この方法の精度と(Sailer et al. 2009)および(Zembic et al. 2009)で使用される精度を比較することは興味深いかもしれません。彼らは、ラバーストップ付きの根管治療用ファイル(ISO # 20)を使用して、インプラントと歯の両方の審美性評価領域における軟部組織の厚さを記録しました。

結 論

本研究の制限の中で以下のことが結論付けられる

- ・インプラント周囲軟組織の色調はどの種類の修復材料を用いても天然歯周囲軟組織の色調とは異なる。

文献紹介

- ・チタン製アバットメントは、ゴールドまたはジルコニア製のアバットメントで得られる天然歯との差よりも有意に高い差を認める。
- ・ゴールドアバットメントとジルコニアアバットメントではインプラント周囲軟組織の色調に有意な差は認められない。
- ・インプラント周囲軟組織の厚みは、軟組織の色に対する支台歯の影響の重要な要因ではないと考えられる。

報告の考察

大まかには、臨床実感と一致する結果であると感じた。

同一の患者に対して、全く同じ形態の 3 種類の材料を用いたアバットメントを用いていた点は、バイアスを除去できていて評価されるが、やはり対象者の数が少ない。

軟組織の厚みに関しては、考察にもあるように、再考の余地がありそうであり、私の臨床実感とも一致しない

やはり厚い歯肉であれば、それだけマスキング効果も大きいと感じる

識別限界の $\Delta E = 3.7$ は、臨床的な基準としては妥当かどうか？
患者が気になる限界の平均値的を基準にすると、より臨床的であろう。

報告者: 松井 徳彦