

Title	マイクロフォーカスX線CTを用いた歯冠補綴装置の三次元的適合評価法の開発
Author(s)	岡, 雄造
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52358
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (岡 雄 造)

論文題名 マイクロフォーカスX線CTを用いた歯冠補綴装置の非破壊的および三次元的適合評価法の開発

論文内容の要旨

[緒 言]

補綴歯科治療において、歯冠補綴装置の支台歯への良好な適合は、優れた長期予後につながる事が知られている。補綴装置の適合性が不十分であると、マージン部の変色、合着用セメントの溶解、プラークの付着による二次齲蝕、歯周病などの原因となる。したがって、補綴装置の適合性を正確に評価する方法は臨床上重要であるが、従来の手法の多くは、補綴装置の支台歯への適合性を一次的あるいは二次元的にしか計測できないという問題点があった。補綴装置は製作過程において三次元的で複雑な寸法変化が生じるものであり、その適合性を一次的、二次元的に評価することは不適切である。これまで、当講座ではガラスセラミックスを使用したオールセラミッククラウンの適合性について、補綴装置-支台歯間隙をマイクロX線CT (μ CT) で撮影することによる三次元的評価法を開発した。しかし本手法では、全てのCTスライス像について補綴装置-支台歯間隙を手作業で識別するという非常に煩雑な手順を要した。さらに、長石系陶材やガラスセラミックスなどX線不透過性の低い材料については、補綴装置内部の間隙を鮮明に描出することが可能であるが、フルジルコニアクラウンなどX線不透過性の高い材料を使用した補綴装置では、アーチファクトによって正確な評価が困難であった。

そこで著者は、歯冠補綴装置の適合性を三次元的に非破壊かつ簡便に評価する方法として、シリコンレプリカ法に使用する適合試験材に造影剤となる粉末を混合した新規材料と μ CT観察を併用する手法を着想した。本研究の目的は、歯冠補綴装置の新規適合試験法を開発することを最終目標として、シリコンレプリカ法に用いる適合試験材へのX線造影性付与に適したX線造影剤を選択すること、ならびに作製した適合試験材を用いて歯冠補綴装置一支台歯間の適合性を μ CTで非破壊的かつ三次元的に評価できるかを検討することである。

[材料および方法]

市販の適合試験材 (ファインチェッカー, 松風) のベースおよびキャタリストに、X線造影性の付与を目的としてアルミナ (粒径: $0.7 \mu\text{m}$) , ジルコニア (粒径: $1.5\text{--}2.5 \mu\text{m}$) , バリウムガラス (粒径: $1.0 \mu\text{m}$ または $2.0 \mu\text{m}$) の4種類の粉末を別々に混合し、攪拌した。その際、ベースとキャタリストそれぞれに20 wt%あるいは30 wt%の粉末を混合することで、計8種類の試作適合試験材を作製した。それぞれの適合試験材について、混合したX線造影剤の分散性を検討するため、密度の測定と硬化体表面の走査型電子顕微鏡 (JSM-6390, JEOL) 観察を行った。また、各試作適合試験材のX線造影性を確認するため、およびX線吸収値を測定するために硬化体ブロックの μ CT観察を行った。さらに、試作適合試験材の稠度、およびシリコンレプリカを作製する際の補綴装置の浮き上がり量についても評価を行い、これらの材料学的性質を検討することによって補綴装置の適合性評価に最適な適合試験材を選定した。

その後、選択した試作適合試験材で作製した歯冠補綴装置一支台歯間隙のシリコンレプリカを μ CT ($R_{\text{m}}\text{CT}2$, リガク) で撮影し、ボリュームレンダリングソフトウェア (VG-studio Max 2.0, VOLUME GRAPHICS) 上に三次元構築を行った。そして、VG-studio上で三次元描出されるシリコンレプリカの体積 (仮想体積) が、実体積と同値となるX線吸収値 (X線吸収閾値) を測定した。また、 μ CT観察から三次元構築したシリコンレプリカについて、その厚みに応じたカラーマッピング解析を行った。さらに、カラーマッピング解析画像の切断面と実際のシリコンレプリカ切断面の実体顕微鏡像を比較することで、新規適合試験法の正確性について検討した。

[結果および考察]

試作適合試験材の材料学的性質を検討した結果、アルミナ粉末を混合した試作適合試験材は、X線吸収値が他の試作適合試験材と比較して低く、ファインチェッカーに近い値を示しており μ CT観察に適していないと考えられた。粒径1.0 μm のバリウムガラスを混合した適合試験材は、高いX線造影性、およびX線吸収値を有していたが、適合試験材内で造影剤が均一に分散しておらず、 μ CTによる正確な観察が困難であると考えられた。また、粒径2.0 μm のバリウムガラス粉末、あるいはジルコニア粉末を30 wt%混合した適合試験材は高いX線造影性、およびX線吸収値を有しており、造影剤も均一に分散していた。しかし、これらの試作適合試験材はファインチェッカーと比較して稠度が有意に低く、歯冠補綴装置—支台歯間隙のシリコーンレプリカを作製する際に補綴装置の浮き上がりを認めため、適合試験材として適していないと考えられた。一方、ジルコニア粉末を20 wt%混合した適合試験材（Zr-20）、あるいは粒径2.0 μm のバリウムガラス粉末を20 wt%混合した適合試験材（Ba2-20）は、混合粉末がファインチェッカー内で概ね均一に分散しており、また、ファインチェッカーと比較して高いX線吸収値、X線造影性を有していることが明らかとなった。さらに、Zr-20、Ba2-20はファインチェッカーと同様の高い稠度を有しており、補綴装置—支台歯間隙のシリコーンレプリカを作製した際にも補綴装置の浮き上がりを認めなかった。これらの結果から、補綴装置—支台歯間の適合性の評価には、Zr-20およびBa2-20が有用であることが分かった。

次に、Zr-20およびBa2-20で作製したシリコーンレプリカの μ CT観察の結果、Ba2-20においてはアーチファクトの発生が認められ、VG-studio上で正確な三次元描出が困難であることが示された。一方、Zr-20においてはアーチファクトの発生が認められず、正確な三次元描出とカラーマッピング解析が可能であることが明らかとなった。さらに、Zr-20のカラーマッピング処理後の三次元構築画像切断面は、シリコーンレプリカ切断面の実体顕微鏡像と形態、厚みともに近似しており、シリコーンレプリカを正確に描出できていることがわかった。これらの結果から、本研究で開発した新規適合試験法にはZr-20が最も適していると考えられた。

本研究の結果、20 wt%ジルコニア粉末を混合した新規適合試験材を用いることで、歯冠補綴装置—支台歯間の適合性を μ CTを用いて簡便に、また非破壊的かつ三次元的に評価する手法を確立することができた。本研究で確立したZr-20を用いる新規適合試験法は、どのような原材料を使用した歯冠補綴装置であっても、非破壊的に歯冠補綴装置の適合性を評価することができ、新規材料並びに新規補綴装置製法を用いた補綴装置の適合性をより向上させるための技術の確立に寄与できるものと考えられる。

[結論]

本研究は、造影性を具備した新規適合試験材料を試作することによって、補綴装置の適合性を三次元的に簡便かつ正確に評価する新規手法の確立を目的として実験を行い、以下の結論を得た。

1. 適合試験材に混合する造影剤はジルコニア粉末（粒径：1.5—2.5 μm ）が適しており、その混合量は20 wt%が適量である。

2. 造影性を付与した新規適合試験材で作製した歯冠補綴装置—支台歯間隙のシリコーンレプリカを μ CTを用いて評価することにより、歯冠補綴装置—支台歯間隙の適合性を三次元的に評価することが可能である。

以上のように、試作した新規適合試験材を用いることで、歯冠補綴装置—支台歯間隙の適合性を μ CTを用いて簡便に、また非破壊的かつ三次元的に評価する手法を確立することができた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (岡 雄 造)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 矢谷 博文
	副 査	教授 仲野 和彦
	副 査	准教授 橋本 正則
	副 査	講師 柿本 直也
論文審査の結果の要旨		
<p>本研究は、造影性を具備した新規適合試験材料を試作し、マイクロフォーカス X 線 CT と併せて使用することにより、三次元的に不均一な補綴装置の適合性を簡便かつ正確に評価する新規手法の確立をめざして行われた。本研究において、造影剤として 20 wt% のジルコニア粉末（粒径：1.5-2.5 μm）を混合した適合試験材が最適であることを明らかにするとともに、本適合試験材で作製した歯冠補綴装置-支台歯間のシリコーンレプリカをマイクロフォーカス X 線 CT を用いて評価することにより、歯冠補綴装置-支台歯間の適合性を三次元的に評価することが可能であることを明らかにした。</p> <p>本研究において確立した三次元適合試験法は歯冠補綴装置の適合性を向上させるための臨床ならびに技工技術の確立、改善を可能にするものであり、博士（歯学）の学位授与に値するものと認める。</p>		