

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 24 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K20455

研究課題名(和文) コンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊強度の研究

研究課題名(英文) Fracture strength of indirect composite layered zirconia-based restorations

研究代表者

田口 耕平 (TAGUCHI, Kohei)

日本大学・歯学部・非常勤医員

研究者番号：60734332

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：インプラント上部構造としてジルコニアフレームにコンポジットレジンの前装したクラウン(コンポジット前装ジルコニアクラウン)は、陶材を前装した上部構造と同等の破壊強度を持つことが明らかとなった。また、ジルコニアフレームの形態は、コンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊強度に影響を及ぼすことが立証された。さらに、本研究で評価したコンポジット前装ジルコニアクラウンは、大臼歯部の最大咬合力に耐えうる強度を有することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The fracture resistance of single-tooth implant-supported zirconia-based indirect composite-layered molar crowns is comparable to that of zirconia-based all-ceramic restorations. Framework designs influenced on the fracture strength of implant-supported zirconia-based composite-layered molar crowns. All types of implant-supported zirconia-based prostheses tested after artificial aging have the potential to withstand clinical chewing forces in posterior applications.

研究分野：架橋義歯補綴学

キーワード：インプラント上部構造 ジルコニア コンポジットレジン 破壊強度

1. 研究開始当初の背景

口腔インプラント治療において、従来から陶材焼付冠がインプラント上部構造として使用されている。一方、近年の歯科用 CAD/CAM 技術の向上により、生体親和性および機械的強度に優れた酸化ジルコニウム (ZrO_2 、ジルコニア) がインプラント上部構造のフレームワーク材料として使用されるようになった。ジルコニアフレーム上に歯冠形態を付与する材料として、主に前装用陶材が用いられている。これまでのジルコニア修復物に関する臨床研究において、ジルコニアフレーム自体の生存率は良好な結果が報告されているが、陶材焼付冠と比較して前装陶材の微小破折が高い確率で認められている。

その問題点に対する解決策として、前装材料として間接修復用コンポジットを使用すること (コンポジット前装ジルコニアクラウン) が考えられる。すでに、代表者らは、インプラント支持の臼歯部の間接修復用コンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊強度に関する比較、検討を行い、ジルコニアに間接修復用コンポジットを前装する際に、疎水性リン酸エステルを含むプライマーによる表面処理を行うことがコンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊強度の向上に有効であること、また、各種フレーム形態の違いがコンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊強度に及ぼす影響について比較、検討を行い、前装部の厚さを均一にすることがインプラント上部構造の破壊強度の向上に有効であることを報告した。加えて、それらのコンポジット前装ジルコニアクラウンに対して、加速劣化条件を負荷した試料の破壊強度についても比較、検討を行い、安定した耐久性を有する結果を得ている。

本研究ではこれまでの研究を発展させ、多数歯インプラント補綴処置においてもコンポジット前装ジルコニア修復物の臨床応用を目指し、コンポジット前装ジルコニアブリッジの破壊強度についての比較、検討を行う。これはコンポジット前装ジルコニア修復物の臨床応用の可能性を大きく広げるものである。以上の理由から、多数歯インプラント補綴処置を想定したコンポジット前装ジルコニアブリッジの破壊強度を明らかにすることを目的とし、本研究を企画した。

ジルコニアフレームに間接修復用コンポジットを前装した多数歯インプラント補綴装置の破壊強度を評価することで、コンポジット前装ジルコニア修復物の臨床応用を目指し、臨床術式および手技を新たに確立するものである。上記の内容が解明されれば、より安定したインプラント補綴治療が可能となり、さらなる臨床応用への足がかりとなると考えられる。以上より、本研究は国民の口腔健康における QOL の向上に十分寄与するものと確信する。

2. 研究の目的

口腔インプラント治療においてジルコニアがインプラント上部構造のフレームワークとして用いられる機会が多くなってきたが、これまでの臨床研究において、ジルコニア修復物の前装陶材部の破折が数多く報告されている。その問題に対する対応策として、前装材料として間接修復用コンポジットを応用することが考えられる。これまで、一歯欠損を想定したインプラント補綴装置についての検討は行われているが、多数歯欠損を想定した補綴装置の破壊強度についての報告は少ない。そこで本研究では、ジルコニアフレーム上に間接修復用コンポジットを築盛した多数歯インプラント補綴装置の破壊強度を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 下顎第一大臼歯欠損に対するインプラント治療を想定し、インプラント体をポリエステル樹脂に植立した。インプラント上部構造は、ジルコニアフレームに前装用陶材を前装したクラウン (以下 ZAC)、ジルコニアフレームに間接修復用コンポジットレジンを前装したクラウン (以下 ZIC)、ジルコニアフレームに CAD/CAM で製作された前装用コンポジットレジンを接着したクラウン (以下 ZCC)、CAD/CAM で製作されたモノリシックコンポジットレジックラウン (以下 MCC) の計 4 条件とした。

ジルコニアフレームは全周 0.5 mm の厚みとし、歯科用 CAD/CAM により製作した。ZAC および ZIC は、ジルコニアフレームにそれぞれ陶材および間接修復用コンポジットレジンを築盛、前装した。ZCC はジルコニアフレーム、MCC はアバットメントにそれぞれスキャニング用ワックスアップを行い、それを基に、歯科用 CAD/CAM を用いてコンポジットレジックラウンから前装部およびクラウンを製作した。その後、ZCC については、ジルコニアフレームと前装部コンポジットレジンをレジン系装着材料にて接着した。全ての試料をレジン系装着材料にて、アバットメントに接着した。試料を 37 精製水中に 24 時間保管後、万能試験機を用いて破壊強度試験を行った。

(2) 下顎右側第一大臼歯欠損症例に対するインプラント治療を想定し、各種インプラント上部構造の破壊強度について比較検討を行った。インプラント上部構造のジルコニアフレームワーク形態は uniform thickness (以下 UNI)、anatomic (以下 ANA)、supported anatomic (以下 SUP) の 3 条件とし、さらに前装材料の違いにより ZAC 群と ZIC 群の 2 群に分けた。口腔内環境を模倣するため、直径 5.0 mm の歯科用インプラント体をポリエステル樹脂に植立した。チタン製アバットメントは、製造者指示に従いチタンスクリーとトルクコントローラーを用

いて締結圧 32 N でインプラント体に装着された。その後、歯科用 CAD/CAM システムを用いてジルコニアフレームワークを製作した。フレームワーク形態(図 1)は、ジルコニアフレームワークを均一な厚み 0.5 mm にしたもの(UNI)、解剖学的な形態を考慮し、前装材料の厚さを 1.2 mm にしたもの(ANA)、ANA 形態と同様に前装材料の厚さを 1.2 mm にし、さらに隣接面から舌側面にかけて高さ 5.0 mm の前装材料を水平面でサポートする形態を付与したもの(SUP)とした(n = 22)。

各種フレームワークは切削機器にて半焼結体ジルコニアブロックから削り出した後、1375℃、90 分間の完全焼結を行った。その後、ジルコニアフレームワークの前表面に対して平均粒径 50 μm のアルミナ粒子を噴射圧力 0.2 MPa、噴射口から前装面までの距離 10 mm で 20 秒間の条件で、アルミナプラスト処理を行った。各フレームワーク形態は、さらに ZAC 群と ZIC 群の 2 群に分けた(n = 11)。

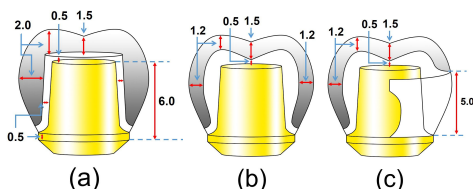


図 1 フレーム形態。(a) UNI、(b) ANA、(c) SUP

ZAC 群は歯冠形態製作用金型を用いて製造者指示に従い前装陶材を築盛した。まず、セラビアン ZR シェードベース(SBA2)を 2 層築盛し、1 層ごとに焼成後、セラビアン ZR ボディ(A2B)、セラビアン ZR エナメル(E2)の順に築盛、焼成した。陶材焼成後、メジャリングデバイスとシリコンインデックスを用いて修復物の厚さを確認し、グレージングを行い、アバットメントとの適合を確認した。

ZIC 群は製造者指示に従い、ジルコニア前装面に対してエステニアオパークプライマーを用いてプライマー処理を行った。プライマー処理後、エステニア C&B ボディオパーク(OA2)を 2 層塗布し、1 層ごとに光重合器にて 90 秒間、光重合を行った。その後、ZAC 群と同様に歯冠形態製作用金型を使用し、エステニア C&B デンチン(DA2)とエステニア C&B エナメル(E1)を築盛し、光重合器にて 5 分間、光重合を行い、さらに加熱重合器にて 110℃、15 分間の加熱重合を行った。前装終了後、ZAC 群と同様の方法で前装厚さ、および適合の確認を行った。製作した修復物の内面に対して平均粒径 50 μm のアルミナ粒子を噴射圧力 0.2 MPa で 10 秒間の条件で、アルミナプラスト処理を行った。全ての試料はグラスアイオノマーセメントを用いて咬合面から 30 N の垂直荷重を 7 分間付与しアバットメントに装着された。セ

メント硬化後、試料は破壊強度試験前に、全試料に対して 120 万回の静的繰り返し荷重試験および 1 万回の熱サイクル試験を行った。破壊強度試験は万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード毎分 0.5 mm の条件下で行い、直径 6.0 mm のステンレススチールボールを用いて、咬合面に対して垂直方向に静的圧縮荷重を試料が破壊するまで行った。破壊強度値は最大荷重値から 10 %が減少した時点における圧縮荷重値(N)とした。

試験後の破壊様式は光学顕微鏡を用い、前装材料内の破壊とフレームワークに及ぶ破壊に分類した。さらに、試料表面に対して 30 秒間オスミウム蒸着を行い、加速電圧 15 kV の条件下で走査電子顕微鏡(以下 SEM)を用いて試料表面の観察を行った。

4. 研究成果

(1) MCC の破壊強度(3.9 ± 0.3 kN)は ZIC(3.3 ± 0.5 kN)と比較して有意に高い値を示した。ZAC(3.5 ± 0.6 kN)、ZIC および ZCC(3.7 ± 0.5 kN)間、また ZAC、ZCC および MCC 間の破壊強度に有意差は認められなかった。

本研究で評価された全てのインプラント上部構造は、臼歯部の最大咬合力に耐えうる破壊強度を有していることが示された。また、ジルコニアフレームに前装する上部構造において、間接修復用コンポジットブロックを応用して前装部を CAD-on した上部構造は、陶材および間接修復用コンポジットレジンを築盛法で前装した上部構造と同程度の破壊強度を有することが示唆された。

(2) UNI 群、ANA 群、SUP 群の破壊強度の平均値はそれぞれ ZAC 群で 4.71、8.02、8.22 kN、ZIC 群で 4.50、5.22、6.99 kN であった(表 1)。ZAC 群と ZIC 群ともに、UNI 形態が他の 2 つのフレームワーク形態に比較して有意に低い破壊強度を示した。ZIC 群において、ANA と UNI、ANA と SUP 間に有意差は認められなかった。

表 1 破壊強度試験の結果(kN)

Group	Design	Mean	Median	IQR
ZAC	UNI	4.71	4.75	[4.10; 5.23]
	ANA	8.02	8.02	[7.28; 9.00]
	SUP	8.22	8.09	[7.48; 8.94]
ZIC	UNI	4.50	4.54	[4.36; 4.71]
	ANA	5.46	5.22	[4.70; 5.66]
	SUP	7.05	6.99	[6.66; 7.72]

試験後の破壊形式は、ZAC 群はフレームワーク形態にかかわらず、フレームワークに及ぶ破壊を多数認めたが、ZIC 群は半数が前装材料内の破壊を認めた。また、前装材料内の破壊において、ZAC 群および ZIC 群ともに、UNI 形態では咬合面からクラウンマージンにかけて前装材料の破壊が観察された。

本研究の範囲内において以下の結論を得た。

前装材料の厚さを均一にすることとジルコニアフレームワークに適切なサポート形態を付与することは、ジルコニアオールセラミック修復物とインプライト支持の臼歯部間接修復用コンポジットレジン前装ジルコニア修復物の耐久性および破壊強度を向上させる。

本研究で評価した全ての群において、大臼歯部の最大咬合力に耐えうる破壊抵抗を有することが明らかとなった。

以上の研究成果は、これまでに他の研究者によって評価されていない内容であり、新規性を有した有用な情報であると考え。また、国際学会誌に投稿して、掲載決定あるいは査読中の状態である。今後は、本研究内容をより発展させ、コンポジット前装ジルコニアクラウンの臨床応用に有益な情報を導き出し、国民の健康に寄与できるよう、研究を継続する予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Komine F, Kamio S, Takata H, Yagawa S, Taguchi S, Taguchi K, Hashiguchi A, Matsumura H. Effect of framework design on fracture load after thermal cycling and mechanical loading of implant-supported zirconia-based prostheses. Dent Mater J 2017;36 (in press) 査読有

Honda J, Komine F, Kamio S, Taguchi K, Blatz MB, Matsumura H. Fracture resistance of implant-supported screw-retained zirconia-based molar restorations. Clin Oral Implants Res 2016.doi: 10.1111/clr.12926. 査読有

[学会発表](計 1 件)

高田宏起、神尾伸吾、本田順一、田口耕平、小峰 太、松村英雄(2016)間接修復用コンポジットレジンを応用したインプラント上部構造の破壊強度、第68回日本大学歯学会総会・学術大会、平成28年5月29日、日本大学歯学部(東京都・千代田区)

6. 研究組織

(1)研究代表者

田口 耕平 (TAGUCHI, Kohei)

日本大学・歯学部・非常勤医員

研究者番号：60734332