

論文の要約

氏名：本 田 順 一

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：インプラント支持のスクリュー固定式ジルコニア修復物の破壊強度

臨床における1歯欠損に対するオッセオインテグレーションインプラントの有効性はすでに立証されている。インプラント上部構造は、セメント固定あるいはスクリュー固定によりインプラント体に装着される。セメント固定の利点として、アクセスホールを必要としないため咬合関係や審美性に影響がないこと、技工操作が単純であること、低費用であることが挙げられる。一方、スクリュー固定の利点は、上部構造の取り外しが容易であることである。しかし、前装陶材の破壊や微小破折（チップング）といった技術的合併症は、セメント固定よりスクリュー固定の方が発症しやすいと報告されている。インプラント支持のジルコニア修復物の最も頻繁に起こる技術的合併症は、前装陶材の微小破折である。前装陶材の微小破折を防止する方法として、前装陶材の適切な厚みを確保するためのカスタムメイドなフレームワークデザインの付与、二ケイ酸リチウムセラミックブロックからCAD/CAMで加工された前装部をジルコニアフレームに焼結する方法、モノリシックジルコニア修復物の応用、または間接修復用コンポジットレジンを経由してジルコニアフレームワークに前装する方法などが報告されている。しかしながら、スクリュー固定のインプラント支持ジルコニア修復物の破壊抵抗に関するデータは少ないのが現状である。そこで、本研究の目的は、異なる修復材料や異なる設計で製作された臼歯部スクリュー固定のインプラント支持ジルコニア修復物の破壊強度を明らかにすることである。

下顎第一大臼歯欠損症例を想定し、合計44本のインプラントを修復物の種類によって、陶材前装ジルコニア修復物（porcelain-layered zirconia-based restoration, 以下PLZ）、コンポジット前装ジルコニア修復物（indirect composite-layered zirconia-based restoration, 以下ILZ）、陶材焼付金属冠（metal-ceramic restoration, 以下MC）、モノリシックジルコニア修復物（monolithic zirconia restoration, 以下MONO）の4つの群（n = 11）に分けた。

PLZ群のジルコニアフレームワークの製作には、歯科用CAD/CAMシステム（Katana, Kuraray Noritake Dental Inc.）を用いた。フレームワーク形態は、咬合面の厚さを1.0mm、軸面の厚さを0.5mmとし、直径2.7mmのアクセスホールを咬合面に設定した。修復物の形態が統一した形態になるよう、前装陶材（Cerabien ZR, Kuraray Noritake Dental Inc.）の築盛を行った。前装陶材は製造者指示に従い、オペークポーセレン（SBA2）、デンティンポーセレン（A2B）、エナメルポーセレン（E2）の順に築盛、焼成を行った。陶材焼成後、修復物の厚みと形態を確認し、その後グレーディングを行った。

ILZ群のジルコニアフレームワークは、PLZ群と同様の方法で製作した。アルミナブラスト処理を行った前装面に対して、間接修復用コンポジットレジン築盛前に、プライマー（Estenia Opaque Primer, Kuraray Noritake Dental Inc.）を用いて処理を行った。次に、オペーク（Estenia C&B Body Opaque OA2, Kuraray Noritake Dental Inc.）を塗布し、さらに、デンティン（Estenia C&B Dentin DA2, Kuraray Noritake Dental Inc.）およびエナメル（Estenia C&B Body Enamel E2, Kuraray Noritake Dental Inc.）の築盛、重合を行った。各試料の形態、厚みを確認後、研磨を行った。

MC群の11個のワックスパターンは、プラスチック製のUCLAアバットメント（WPC51C, Biomet 3i）上にワックス（Inlay Wax Medium, GC Corp.）を追加して、形成した。金合金（G96-h, Kuraray Noritake Dental Inc.）をアルゴンガスによって溶融し、歯科技工用高周波铸造器（Argoncaster AE, Shofu Inc.）を用いて铸造を行った。全ての試料は、前装陶材（Super porcelain AAA, Kuraray Noritake Dental Inc.）を用いて、製造者指示に従い築盛、焼成を行った。さらに形態を確認後、グレーディングを行った。

MONO群は、PLZ群の最終的な歯冠形態と一致させるように、チタン製アバットメント上に歯冠形態のワックスパターンを形成した。アバットメントとワックスパターンは歯科用CAD/CAMシステム（Katana, Kuraray Noritake Dental Inc.）にてスキャニングし、ジルコニアブロック（Katana Zirconia

ML, Kuraray Noritake Dental Inc.) から機械切削を行い、その後完全焼結を行った。

PLZ 群, ILZ 群および MONO 群の試料内面に対して、アルミナブラスト処理を行った後、ボンディング材 (Clearfil Photo Bond Bonding agent, Kuraray Noritake Dental Inc.) とシラン処理剤 (Clearfil Porcelain Bond Activator, Kuraray Noritake Dental Inc.) の等量混和液で表面処理を行った。アバットメントの表面に対しては、アルミナブラスト処理を行い、その後ボンディング材 (Clearfil Photo Bond Bonding agent, Kuraray Noritake Dental Inc.) にて表面処理を行った。試料をレジ系装着材料 (Panavia F2.0, Kuraray Noritake Dental Inc.) を用いてアバットメントに接着した。全ての試料を締結圧 32 N でインプラント体に装着し、アクセスホールを暫間修復材料 (Fermit N, Ivoclar Vivadent AG) にて仮封した。その後、試料を破壊強度試験前に 37°C 精製水中に 24 時間保管した。

全ての試料は万能試験機 (Type 5567, Instron Corp.) を用いて、クロスヘッドスピード毎分 0.5 mm の条件下で破壊強度試験を行った。静的圧縮荷重は各試料が破壊されるまで負荷した。破壊強度は、最大荷重値から 10% 減少した時点における圧縮荷重値とした。

得られたデータは統計学的分析ソフトウェア (IBM SPSS Statistics ver. 19.0, IBM) を用いて、正規性と等分散性を確認するために Kolmogorov-Smirnov 検定および Levene 検定を行った。Kolmogorov-Smirnov 検定から正規性は得られたが、Levene 検定から等分散性は得られなかった。そこで、本研究ではノンパラメトリック検定を用いることとし、Kruskal-Wallis 検定 (IBM SPSS Statistics ver. 19.0, IBM) と Steel-Dwass 検定 (KyPlot 5.0, KyensLab Inc.) を用いた。

破壊試験後、試料の破壊面を 32 倍の光学顕微鏡 (Stemi DV4, Carl Zeiss Co.) を用いて観察した。破壊形式は、完全破壊と前装材料内の破壊に分類した。また、走査電子顕微鏡 (S-4300, Hitachi High Technologies Co. Ltd., 以下 SEM) を用いて試料表面の観察を行った。破壊面の成分分析はエネルギー分散方式蛍光 X 線分析装置 (Rany EDX-900, Shimadzu Co., 以下 EDX) を用いて計測した。さらに、製作した各試料の内面状態を観察するため、破壊試験の前後において、*in vivo* micro CT 装置 R_mCT (Rigaku, 以下 micro-CT) を用いて 6.7 倍の倍率で撮影を行った。

Steel-Dwass 検定の結果、MONO 群の破壊強度 (平均値 : 7.54 kN) が、他の 3 群の破壊強度 (平均値 : 1.45~1.96 kN) と比較して有意に高い破壊強度を示した。また、PLZ 群, ILZ 群および MC 群間に統計学的有意差は認められなかった。PLZ 群, ILZ 群および MC 群において、全ての試料は前装材料内での破壊であり、フレームワークと前装材料の混合破壊を示していた。一方、MONO 群の破壊形式は完全破壊を呈していた。

SEM による破壊面観察において、PLZ 群, ILZ 群および MC 群で前装材料と考えられる残留物が確認された。一方、MONO 群では単一のジルコニア面が確認された。PLZ 群および ILZ 群の EDX 分析で、フレームワークの構成成分であるジルコニウム, イットリウム, さらにケイ素が検出された。MC 群の EDX 分析においては、金, 亜鉛およびケイ素が検出された。MONO 群の EDX 分析では、ジルコニウムおよびイットリウムが検出された。破壊試験前の micro-CT 観察像において、PLZ 群, ILZ 群および MC 群では前装材料築盛時に生じたと考えられる気泡が確認された。一方、MONO 群では気泡がない均一な構造が確認された。破壊試験後の micro-CT 観察像より、PLZ 群, ILZ 群および MC 群では、破壊試験前の micro-CT 観察像で確認された気泡を含むように破壊面が形成されているのが観察された。

本研究の範囲内において、以下の結論を得た。

1. スクリュー固定式モノリシックジルコニア修復物は、前装したジルコニア修復物よりも明らかに高い破壊強度を示した。
2. スクリュー固定式コンジット前装ジルコニア修復物の破壊強度は、陶材前装ジルコニア修復物や陶材焼付金属冠と同程度の破壊強度を示した。
3. 全てのスクリュー固定式インプラント上部構造は、臼歯部における生理学的咬合力に耐えることが示唆された。
4. スクリュー固定式陶材あるいはコンジット前装ジルコニア修復物, 陶材焼付金属冠の破壊は、前装操作の際に生じた気泡の存在が影響する可能性が示された。