University of Mosul

College of Dentistry

Finite Element Analysis of Implant-supported Fixed Partial Denture Frameworks Fabricated from Fiber-reinforced Composite and Polyetheretherketone

A Thesis Submitted by

Azher Mazin Muhammad

To

the Council of College of Dentistry

University of Mosul

as a Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in

Prosthodontics

Supervised by

Asst. Prof. Dr.

Ahmed Asim Saeed Al-Ali

Asst. Prof. Dr.

Ayad Amjad Abdulrazzak

2022 A.D. 1444 A.H.

Abstract

Aims: The aims of this study were to study and evaluate implant-supported fixed partial denture framework constructed from fiber reinforced composite (FRC) and Polyetheretherketone (PEEK). **Materials and Methods**: 24 framework digital designs made using AutoCAD program were sent to Autodesk Invertor for finite element analysis (FEA), these designs had included 6 different connector designs according to cross sectional shape and height to width ratio as follows: (ellipse 3:2, ellipse 4:3, round, ellipse 3:4, ellipse 2:3 and triangular 9:8) with 2 different connector cross sectional areas ($12mm^2$ and $16mm^2$) and were presented to the FEA program as 2 different materials (PEEK and FRC) to study stress distribution and displacement under 800N load. Twelve designs from the previously 24 tested designs were selected and further tested with practical load/displacement test to measure practical displacement under the same 800N load using a universal testing machine. Data were analyzed using One Way ANOVA and Duncan's tests at 5% level of significance. **Results:** Both FEA and practical tests had resulted in that FRC frameworks exhibited higher resistance to displacement to load than PEEK frameworks. $16mm^2$ connector cross-sectional area resulted in higher resistance to loading than $12mm^2$ connectors. Ellipse connectors with 3:2 height to width designs also resulted in the highest resistance to displacement to load compared to other designs. Triangular designs resulted in the highest areas of stress concentration among other designs. Practical load/displacement tests resulted in significantly higher displacement values than FEA results. **Conclusions:** Proper framework design should be considered to allow safe usage of PEEK and FRC as framework materials, FRC framework are more resistance to displacement under load, increasing the height of the connector increases the resistance to displacement under load thus making ellipse designs with higher height to width ratio better in resistance to displacement under load, triangular cross section designs are not recommended.

جامعة الموصل
كلية طب الأسنان

تحليل العناصر الدقيقة لهياكل أطقم الاسنان الجزئية الثابتة المصنعة من مادتي المركبات المدعمة المدعومة بالزرعات بالألياف والبولي إيثر إيثر كيتون

رسالة تقدّم بها

أزهر مازن محمد

الى مجلس كلية طب الأسنان / جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في اختصاص

صناعة الاسنان

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور
أحمد عاصم العلي

الأستاذ المساعد الدكتور
أياد أمجد عبد الرزاق

١٤٤٤ هـ

٢٠٢٢ م

الملخص

الأهداف: كانت أهداف هذه الدراسة هي دراسة وتقييم هيكل أطقم الأسنان الجزئية الثابتة المدعومة بالزرعات والتي تم إنشاؤها من مادتي المركبات المدعمة بالألياف و البولي إيثر إيثر كيتون.

المواد وطرق العمل: تم إرسال ٢٤ تصميمًا رقميًا للهياكل باستخدام برنامج اوتوكاد إلى برنامج اوتوديسك انفينتور لإجراء تحليل العناصر المحدودة، وقد تضمنت هذه التصميمات ٦ تصميمات مختلفة للموصل وفقًا لشكل المقطع العرضي ونسبة الارتفاع إلى العرض كما يلي: (القطع الناقص ٣: ٢ ، القطع الناقص ٤: ٣ ، المستدير ، القطع الناقص ٣: ٤ ، القطع الناقص ٢: ٣ والمثلث ٩: ٨) مع مساحتين مستعرضتين مختلفتين للموصل (١٢ مم^{٢} و ١٦ مم^{٢}) وتم تقديمها لبرنامج انفينتور كمادتين مختلفتين (البولي إيثر إيثر كيتون والمركبات المدعمة بالألياف) لدراسة توزيع الاجهادات والإزاحة تحت حمولة ٨٠٠ نيوتن. تم لاحقا اختيار ١٢ تصميمًا من ٢٤ تصميمًا التي تم اختبارها سابقًا لاختبارها من خلال فحص الانحناء العملي لقياس الازاحة العملية تحت نفس حمل ٨٠٠ نيوتن باستخدام آلة الاختبار العالمية. تم تحليل البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين الأحادي (انوفا) واختبار دانكن تحت مستوى معنوية ٥٪.

النتائج: أسفرت كل من اختبارات تحليل العناصر المحدودة والاختبارات العملية عن أن هياكل المركبات المدعمة بالألياف أظهرت مقاومة أعلى للانحناء من هياكل البولي إيثر إيثر كيتون. أظهرت الهياكل ذات مساحة المقطع العرضي للموصل مقاس ١٦مم^{٢} مقاومة أعلى للتحميل من الموصلات ١٢مم^{٢}. كما أظهرت الموصلات ذات تصميم القطع الناقص (البيضوي) ذي نسبة ٢:٣ من الارتفاع إلى العرض مقاومة أعلى للانحناء مقارنة بالتصميمات الأخرى. نتج عن التصميمات ذات المقطع المثلث للموصل أعلى مناطق تركيز للإجهاد بين التصميمات الأخرى. أظهرت اختبارات الانحناء العملية عن قيم إزاحة أعلى بكثير من نتائج تحليل العناصر المحدودة.

الاستنتاجات: يجب اخذ تصميم الإطار المناسب بنظر الاعتبار عند اختيار مادتي البولي ايثر ايثر كيتون والمركبات المدعمة بالألياف للسماح بالاستخدام الآمن لهما كمواد لهيكل الاطقم الثابتة. ان الهيكل المصنوع من المركبات المدعمة بالألياف أكثر مقاومة للإنحناء. زيادة ارتفاع الموصل يزيد من مقاومة الانحناء، مما يجعل تصميمات القطع الناقص (البيضوي) ذات الارتفاع الأعلى نسبة الى العرض أفضل في مقاومة الانحناء. لا ينصح بالتصميمات ذات المقطع العرضي المثلث.