ورقة بحثية مجلة مفتوحة الوصول

الدراسات الميكانيكية على المواد السنية التعويضية

د. مضر عزالدّين أحمد، جودي سهيل بويزي، زينب ياسر إسماعيل

*(كلية طب الأسنان، جامعة المنارة، اللاذقية، البريد الالكتروني:modar.ahmad@manara.edu.sy

*(كلية طب الأسنان، جامعة المنارة، اللاذقية، البريد الالكتروني: judybwaizy91@gmail.com

*(كلية طب الأسنان، جامعة المنارة، اللاذقية، البريد الالكتروني: zeinab.esmail2002@gmail.com

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة السلوك الميكانيكي وقوة الالتصاق للمواد السنية التعويضية التجميلية، من خلال إجراء مقارنة بين فينيرات الكومبوزيت وفينيرات الإيمبريس **(IPS Empress).** يبدأ البحث بمقدمة عن التعويضات السنية التجميلية، مع تعريف بالفينيرات واستخداماتها السريرية وتطور المواد المستخدمة فيها. كما يستعرض مبادئ تحضير الأسنان للفينير، وأنواع الفينيرات، والعوامل المؤثرة على نجاحها السريري. وتمت مناقشة مواد الإلصاق وخصائصها المثالية، مع التركيز على إسمنتات الراتنج والإسمنتات الراتنجية الضوئية.
تمثّل الهدف الرئيسي للبحث في مقارنة قوة الالتصاق بين فينيرات الكومبوزيت وفينيرات الإيمبريس، مع إجراء دراسة إحصائية لتحليل الفروق بين المجموعتين. جُمعت عينة مؤلفة من 16 سناً بشرياً مقلوعاً وتم تثبيتها ضمن قالبين سيليكونيين وصبها بالجبس الزهري للحصول على مثالين جبسيين علوي وسفلي، مما يسمح بجعل الأسنان قابلة للمسح بجهاز **CAD/CAM** لإجراء التحضير والخراطة بدقة.
بعد تحضير العينات، سيتم إجراء اختبارات ميكانيكية لتحديد قوة الالتصاق، يليها تحليل إحصائي للنتائج لمقارنة النظامين من حيث الأداء الميكانيكي والخصائص التجميلية، وتحديد الفروق ذات الدلالة الإحصائية، وصولاً إلى تقديم توصيات سريرية مبنية على الدليل العلمي.

الكلمات المفتاحية: الفينيرات السنية التجميلية، فينيرات الكومبوزيت، فينيرات الإيمبريس، قوة الالتصاق، إسمنت الريزين الضوئي

Abstract:

This study aims to investigate the mechanical behavior and bonding strength of esthetic dental restorative materials by conducting a comparative analysis between composite veneers and IPS Empress veneers. The research begins with an introduction to esthetic dental prostheses, defining veneers, their clinical applications, and the evolution of veneering materials. It also reviews the principles of tooth preparation, types of veneers, and factors affecting their clinical success. Furthermore, the properties and ideal characteristics of luting agents are discussed, with a focus on resin cements and light-cured resin adhesives.
The main objective of this study is to compare the bonding strength of composite veneers and IPS Empress veneers, supported by statistical analysis to evaluate the differences between the two groups. A total of 16 extracted human teeth were collected, mounted in two silicone molds, and cast in pink dental gypsum to produce upper and lower gypsum models suitable for CAD/CAM scanning and milling.
. After specimen preparation, mechanical tests will be performed to determine the bonding strength, followed by statistical analysis of the results to compare the two veneering systems in terms of mechanical performance, esthetic properties, and clinical advantages and disadvantages. Evidence-based clinical recommendations will then be proposed.

Keywords: Dental Veneers,Composite Veneers,IPS Empress Veneers,Bond Strength,Dental Restorative Materials,Light-cured resin cement.

JMU

I. مقدمة

تشكل التعويضات السنية التجميلية حجر الأساس في تحسين جمالية الابتسامة واستعادة الثقة بالنفس لدى المرضى. وتعد الفينيرات الخزفية والراتنجية من أكثر الترميمات استخدامًا في هذا المجال نظرًا لقدرتها على تحقيق مظهر طبيعي مع المحافظة على بنية السن إلى حد كبير. وقد شهدت المواد والتقنيات المستخدمة في صناعة الفينيرات تطورًا ملحوظًا خلال العقود الأخيرة، ما أتاح خيارات متعددة من حيث الخصائص التجميلية والميكانيكية والتكلفة وسهولة التطبيق.(1)

II. الفينيرات

الفينير هو قشرة رقيقة مصنوعة من مواد تجميلية تُثبت على السطح الأمامي للأسنان بهدف تحسين مظهرها من حيث اللون، الشكل، أو الحجم. وتشمل دواعي استخدام الفينيرات تغطية التصبغات الناتجة عن عوامل مختلفة مثل تقدم العمر، تناول أدوية معينة (مثل التتراسيكلين)، والحالات الوراثية كخلل تخلق الميناء وخلل تخلق العاج، كما تستخدم لترميم الأسنان الأمامية المكسورة، وتصحيح مشاكل الشكل مثل المايكودونشيا والماكرويدونشيا، وتعديل الانحرافات البسيطة في وضعية الأسنان. (1،2)

تحضير الأسنان للفينير (تصاميم التحضير):

هناك أربعة تصميمات رئيسية: تحضير النافذة (الحافة القاطعة محفوظة)، تحضير الريشة (الحافة القاطعة مهيأة من الداخل دون تقليل الطول)، تحضير المشطوف (تقليل بسيط للطول مع تحضير الحافة للتذوق)، وتحضير التداخل القاطع (تقليل الطول وامتداد الفينير للجانب الحنكي). (3)

أنواع الفينيرات

تتوفر عدة أنواع من الفينيرات أبرزها الفينيرات المصنوعة من الراتنج المركب (الكومبوزيت) والفينيرات المصنوعة من البورسلان المضغوط (إيمبريس). وتختلف هذه الأنواع من حيث طريقة التصنيع، والمظهر النهائي، والمتانة. (4)

عوامل نجاح الفينير (5)

1 .تحضير السن: ثبات الفينير أعلى عند الالتصاق بالميناء مقارنة بالعاج، ويجب أن تكون زاوية الحواف بين 90–120 درجة لتجنب الكسر.

2. المادة اللاصقة: تختلف أنظمة اللصق حسب نوع الفينير

3. المادة المستخدمة: الفينير الخزفي أكثر متانة وجمالية من الكومبوزيت، لكن الكومبوزيت أسهل للإصلاح.

4 .التحميل الميكانيكي: يجب تجنب القوى الجانبية ونقاط التماس المفرطة لتفادي كسر الفينير .

المقارنة بين الفينيرات

تُظهر المقارنة بين فينيرات الكومبوزيت وفينيرات الامبريس من حيث الخصائص الميكانيكية والكيميائية أن فينيرات الامبريس مصنوعة من زجاج سيراميكي يحتوي على بلورات دقيقة، مما يمنحها قوة كسر أعلى (350 MPa) ومعامل مرونة أعلى(9.65 GPa) ، بالإضافة إلى مقاومة عالية للتآكل. أما الكومبوزيت، فيتكون من مواد راتنجية مع حشوات غير عضوية، ويتميز بقوة كسر أقل(150–180 MPa) ، ومعامل مرونة منخفض، وقوة ترابط أصغر مع سطح السن.

من حيث المزايا والعيوب، فإن الكومبوزيت يتميز بتكلفته المنخفضة وسرعة تصنيعه وسهولة إصلاحه، لكنه أقل ثباتاً في اللون، وأكثر حساسية بعد التحضير، وعمره الافتراضي أقصر (5–7 سنة). أما الامبريس فتكلفته أعلى، ويحتاج إلى جلسات مخبرية، لكنه يقدم شفافية عالية، وثباتاً لونياً ممتازاً، وأداء سريري أفضل مع عمر افتراضي اطول يصل إلى (10–15 سنة)، ما يجعله خياراً جمالياً طويل الأمد. (6،7)

دور مواد الإلصاق

تلعب مواد الإلصاق دورًا حاسمًا في أداء الفينير على المدى الطويل. ويجب أن تتمتع المادة بخصائص مثالية، مثل قوة ارتباط عالية مع كل من السن والمادة الترميمية، ومقاومة للرطوبة، وثبات لوني. وتستخدم عادةً إسمنت الراتنج التقليدي أو الإسمنت الراتنجي الضوئي، مع تفضيل الأخير لسهولة التحكم فيه وتفوقه الجمالي .

أسمنت الإلصاق الرزيني الضوئي يتكون من مونومرات أكريليك، حشوات غير عضوية، ومبتدئات ضوئية تبدأ التصلب عند التعرض للضوء الأزرق. يتميز بسهولة الاستخدام، وقت عمل طويل، إزالة الفائض بسهولة وقوة ربط عالية (20–40 MPa) مع مقاومة جيدة للضغط والانحناء. كما أنه مقاوم للانحلال بالماء واللعاب، ويوفر وقتاً كافياً لوضع المادة قبل التصلب. يُستخدم على نطاق واسع ويتميز بتوافق حيوي أفضل وتقليل خطر التهابات اللثة. ومع ذلك، قد يؤثر تركيب وسمك ولون الترميم على نفاذية الضوء وبالتالي على التصلب. (8،9،10)

III. الخصائص الميكانيكية للفينيرات

تعتمد الخصائص الميكانيكية للفينيرات على نوع المادة، سمكها، وتقنية الإلصاق. وتعد متانة الفينير ومقاومته للكسر والانفصال من أهم المعايير التي تحدد نجاحه، إلى جانب مرونته الكافية لمقاومة الضغوط الإطباقية اليومية. (11،12)

الدراسة المرجعية: (13)

الفينيرات المصنوعة من السيراميك) الفلدسباثي و (IPS Empress IIمقابل الفينيرات المصنوعة من الكومبوزيت المخبري :(Gradia) مقارنة قوة الالتصاق القصي بالميناء – دراسة مخبرية

IV. المواد والطرق

تم إعداد مجموعتين من المواد الخزفية) الفلدسباثية و IPS Empress IIومجموعة واحدة من الكومبوزيت المخبري(Gradia) ، بحيث تم تحضير 10 أقراص لكل مجموعة بأبعاد 4 مم في القطر و2 مم في السماكة وفق تعليمات الشركات المصنعة.

في مجموعة الفلدسباثي تم استخدام3–Super Ceramic EX ، أما مجموعة IPS Empress II فتم تشكيل الأقراص بطريقة الشمع المفقود ومن ثم الكبس الحراري باستخدام السيراميك المدعم بالألومينا.IPS Empress II

بالنسبة لمجموعةGradia ، تم وضع طبقة رقيقة من مادة الفصل الخاصة بـ Gradia في قالب مسبق التحضير، ثم أضيفت طبقتان رقيقتان من Gradia بسمك 1 مم لكل منهما وتمت معالجتها ضوئياً لمدة 40 ثانية لكل طبقة، ثم وضعت في فرن خاص لمدة دقيقتين إضافيتين.

تمت إزالة الطبقة السطحية للأقراص بواسطة ورق كربيد السيليكون بسمك 600 حُبيبة. وعولجت الأسطح الخزفية برش جسيمات الألومينا الهوائية، ثم تم تنظيف جميع الأقراص بجهاز التنظيف بالموجات فوق الصوتية.

تم الحصول على 30 سن بشري سليم حديث القلع (أضراس وأنياب) من قسم الجراحة بعد موافقة لجنة الأخلاقيات، وحُفظت الأسنان في محلول الكلورامين 0.5% لمدة أسبوع. ثم نُظفت الأسنان، وفُحصت تحت ضوء الهالوجين للتأكد من خلوها من الشقوق، ووزعت عشوائياً على ثلاث مجموعات متساوية.

تمت إزالة 0.3 مم من سطح الميناء في الجهة الدهليزية أو اللسانية باستخدام أقراص ماسية.

تم حفر الأسطح الخزفية بحمض الهيدروفلوريك 9.6% لمدة 90 ثانية، ثم شُطفت وجُففت ووُضعت مادة السيلان. أما أسطح أقراص Gradiaفتمت معالجتها ببرايمر خاص. كما عُولجت أسطح الميناء بحامض الفوسفوريك 37% لمدة 15 ثانية، ووُضع عامل الربط Exciteعلى كل من الميناء والأسطح المقابلة للأقراص ثم عولج ضوئياً.

ثُبتت الأقراص على أسطح الميناء باستخدام إسمنت ثنائي التصلبVariolink II ، وأزيل الإسمنت الزائد وعُولجت الحواف ضوئياً.

حُفظت العينات في ماء مقطر بدرجة حرارة 37 مئوية لمدة 15 يوماً ثم تعرضت لدورات حرارية بين 5 و55 مئوية لعدد 2500 دورة.

رُكبت العينات في أسطوانات بلاستيكية ووضعت في آلة اختبار عالمية، حيث تم تحميل العينات عمودياً بسرعة 0.5 مم/دقيقة حتى حدوث الكسر.

تم تسجيل قوة الالتصاق القصوى وتحليل البيانات باستخدام ANOVA واختبار .Tukey كما تم فحص أسطح الكسر بالمجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني الماسح لتحديد أنماط الفشل.

النتائج

أظهرت الدراسة فروقاً ذات دلالة إحصائية في متوسط قوة الالتصاق القصي بين المواد الثلاث.

كانت أعلى قيمة لمتوسط قوة الالتصاق في مجموعة السيراميك الفلدسباثي، تليها مجموعةIPS Empress II ، وأدنى قيمة سُجلت في مجموعة.Gradia

أظهرت أنماط الفشل في المجموعات الخزفية نمطاً مختلطاً (لاصق/تماسك)، بينما كانت معظم العينات في مجموعة Gradia ذات فشل لاصق.

كما بينت الصور المجهرية الإلكترونية أن الكسور في المجموعات الخزفية كانت غالباً مختلطة، في حين لوحظ وجود كل من الفشل اللاصق والمختلط في مجموعة Gradia.

V. الدراسة العملية

الهدف من البحث المقارنة بين فينيرات الكومبوزيت وفينيرات الامبريس من ناحية قوة الإلصاق

مراحل العمل:

تم جمع عينة من الأسنان الطبيعية المقلوعة 10 أسنان (ثنايا علوية، أنياب علوية، ضواحك أولى وثانية علوية، أنياب سفلية)

تم وضع الأسنان في قالبين من السيليكون وصبها باستعمال الجبس الزهري والحصول على مثالين جبسيين علوي وسفلي يحويان الأسنان

تم تحضير 10 أسنان علوية بتقنية ال Window من دون تحضير الحد القاطع لاستقبال فينيرات من الكومبوزيت وفينيرات من الامبريس

إرسال الأمثلة الجبسية إلى المخبر لتصنيع 5 فينيرات من مادة الكومبوزيت للأسنان (21، 23، 24، 25، 33) و 5 فينيرات من الامبريس للأسنان (11، 13، 14، 15 ، 43) بتقنية ال Cad cam

المواد المستعملة :

- انغوتات من الكومبوزيت
- انغوتات من الامبريس
- حمض الفلور (9.5% HF)
- بوندsilane
- حمض الفوسفور 37%
- بوند من الجيل السابع
- ريزين الإلصاق الضوئي

آلية العمل:

تم تجهيز حامل للفينيرات عن طريق المطاط وتم وضع الفينيرات عليها.

معالجة سطح الفينير باستعمال حمض الفلور بتركيز 9.5% لمدة 30 ثانية ثم الغسل والتجفيف بالهواء.

تطبيق طبقة بوند على الفينير وتمرير تيار هوائي خفيف للتأكد من الحصول على طبقة رقيقة بسماكة واحد من البوند .

تخريش سطح السن باستعمال حمض الفوسفور بتركيز 37% لمدة 30 ثانية ثم الغسل والتجفيف بالهواء.

تطبيق طبقة بوند على سطح السن وتمرير تيار هوائي خفيف للتأكد من الحصول على طبقة رقيقة بسماكة واحدة من البوند.

ثم تصليب البوند باستعمال جهاز التصليب الضوئي لمدة 20 ثانية.

وضع اسمنت الإلصاق الضوئي بشكل حرف z على سطح الفينير.

وضع الفينير على السن وتصليب أولي لمدة 3_5 ثواني.

إزالة الزوائد باستعمال مسبر وخيط بين سني.

تصليب نهائي لمدة ٦٠ ثانية لكل سن.

فصل الأسنان وصبها بقواعد اكريلية على شكل مكعبات لإجراء اختبار القص عليها.

VI. النتائج

لقياس فعالية صلابة أو قوة مقاومة الأسنان التي طيق عليها فينير الإمبريس وبين أسنان طبق عليها فينير الكومبوزيت، تمت دراسة عينتين وفق الشرطين المستقلين أعلاه، وبإجراء الاختبار الإحصائي المناسب لهذه البيانات (اختبار ستيودنت للعينات المرتبطة) تبين أنه توجد فروقات معنوية ذات دلالة إحصائية بين متوسط قوة القص للأسنان المطبق عليها فينير الإمبريس عن متوسط قوة القص للأسنان المطبق عليها فينير الكومبوزيت وذلك بنسبة خطأ مقداره أقل من 0.05، وعلى هذا الأساس يمكن القول إن البيانات المتوفرة تكشف فعالية مقاومة الأسنان التي تم تطبيق فينير الإمبريس عليها وهو متفوق في قوة القص على تلك التي تم تطبيق فينير الكومبوزيت.

VII. مناقشة النتائج

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن الأسنان التي طُبّق عليها فينير إمبريس أظهرت متوسط قوة قص أعلى بشكل معنوي من الأسنان التي طُبّق عليها فينير الكومبوزيت، مما يشير إلى تفوق إمبريس من حيث الأداء الميكانيكي ومقاومة القص. هذه النتيجة تتوافق مع ما توصلت إليه الدراسة المرجعية التي قارنت بين مواد خزفية (فينير فيلدسباثيك، إمبريس II) ومادة الكومبوزيت المخبري (جراديا)، حيث سجّلت المواد الخزفية قيماً أعلى لقوة القص مقارنة بالكومبوزيت، وأظهرت الفروقات بين المجموعات دلالة إحصائية واضحة. في كلتا الدراستين كان الأداء الأفضل للمواد السيراميكية مرتبطاً بخصائصها البنيوية وإمكانية تحضير أسطحها بطرق مثل النقش الحمضي والسيلان لتحسين الالتصاق، في حين أن الكومبوزيت المخبري أظهر مقاومة أقل. كما أن نمط الفشل في الدراستين كان متقارباً، حيث سادت الأنماط المختلطة في العينات السيراميكية بينما كان النمط اللاصق أكثر شيوعاً في الكومبوزيت. بناءً على ذلك، تؤكد هذه المقارنة أن المواد السيراميكية ما زالت تتفوق على الكومبوزيتات المخبرية من حيث قوة الالتصاق إلى الميناء ومقاومة القص، مما يجعلها الخيار المفضل عند الحاجة إلى ترميمات تجميلية ذات متانة عالية.

المراجع

1)Antwan, Oras. Comparison of Porcelain vs. Composite Veneer Materials on Patient's Satisfaction.Temple University ProQuest Dissertations & Theses, May2024. 31235933.

2)American Dental Association. (n.d.). Porcelain Veneers. MouthHealthy. Retrieved from https://www.mouthhealthy.org/all-topics-a-z/veneers

3)Alothman Y, Bamasoud MS. The Success of Dental Veneers According To Preparation Design and Material Type. Open Access Maced J Med Sci. 2018 Dec 14;6(12):2402-2408. doi: 10.3889/oamjms.2018.353. PMID: 30607201; PMCID: PMC6311473.

4) Fahl N Jr,, Ritter AV. Composite veneers: The direct-indirect technique revisited. J Esthet Restor Dent. 2021;33(1):7-19. doi:10.1111/jerd.12696

5)Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. J Dent. 2000;28(3):163-177. doi:10.1016/s0300-5712(99)00066-4

6)Alothman Y, Bamasoud MS. The Success of Dental Veneers According To Preparation Design and Material Type. Open Access Maced J Med Sci. 2018 Dec 14;6(12):2402-2408. doi: 10.3889/oamjms.2018.353. PMID: 30607201; PMCID: PMC6311473.

7) Fernando Zarone, Marco Ferrari, Francesco Guido Mangano, Renato Leone, Roberto Sorrentino."Digitally Oriented Materials": Focus on Lithium Disilicate Ceramics. First published: 18 August 2016https://doi.org/10.1155/2016/9840594

8) Heboyan A, Vardanyan A, Karobari MI, Marya A, Avagyan T, Tebyaniyan H, Mustafa M, Rokaya D, Avetisyan A. Dental Luting Cements: An Updated Comprehensive Review. Molecules. 2023 Feb 8;28(4):1619. doi: 10.3390/molecules28041619. PMID: 36838607; PMCID: PMC9961919.

9) Gülşah Yenier Yurdagüven , Elif Çiftçioğlu , Fatma Şehnaz Kazokoğlu , Mehmet Baybora Kayahan. 5-Year clinical performance of ceramic onlay and overlay restorations luted with light-cured composite resin. Journal of Dentistry.Volume 149, October 2024, 105258 https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105258

10) Carlo D'Alessandro , Eugenia Baena , Uros Josic , Tatjana Maravic , Edoardo Mancuso , Laura Ceballos , Annalisa Mazzoni , Markus B. Blatz , Lorenzo Breschi , Claudia Mazzitelli .Tack-cure vs conventional polymerization methods: A systematic review on resin composite cements' properties. Journal of Dentistry Volume 160, September 2025, 105917. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105917

11) Fernando Zarone, Marco Ferrari, Francesco Guido Mangano, Renato Leone, Roberto Sorrentino. "Digitally Oriented Materials": Focus on Lithium Disilicate Ceramics.First published: 18 August 2016 https://doi.org/10.1155/2016/9840594

12) Lubna Alkadi, DDS, MSca lubna.alkadi@gmail.com · N. Dorin Ruse, MSc, PhD, MCIC, FADM. Fracture toughness of two lithium disilicate dental glass ceramics .Research and EducationVolume 116, Issue 4p591-596October 2016

13) S. NIKZAD, A. AZARI, S. DEHGAN.Ceramic (Feldspathic & IPS Empress II) vs. laboratory composite (Gradia) veneers; a comparison between their shear bond strength to enamel; an in vitro study.First published: 02 June 2010 https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2009.02052.x

JMU