Evaluation Of Removable Acrylic Dentures Bases Resistance To Breakage After Repairing Using Different Materials And Multiple Surface Designs Of The Fracture Line Region (*An Vitro* Study)

Ali Mohamed Ramadan*
Dr. Majd Ahmad Salman**

(Received 26 / 3 / 2026. Accepted 6 / 5 / 2026)

□ ABSTRACT □

***Introduction*:** Repairing and strengthening removable denture bases is a useful solution for improving the resistance of removable prostheses to fracture forces caused by repeated use and accidental trauma. The widespread use of polymethyl methacrylate (PMMA) and its disadvantages related to mechanical properties, strengthening and repairing it using various methods has become an urgent necessity.
***Objective*:** This *in vitro* study aims to compare the flexural resistance of removable denture bases before and after repair using different repair methods.
***Materials and Methods*:** The study sample included 120 acrylic specimens in the shape of a rectangular parallelepiped and measuring 3*10*60. The sample was divided into 12 groups according to the repair material, fracture shape, and modifications made to the fracture line surface. These groups were tested with a flexural resistance test.
***Results*:** The results of the statistical analysis showed that there were statistical differences in the results of the flexural resistance of the samples before and after repair using different methods.
***Conclusions*:** Within the limits of this study, we conclude that the repair techniques improved the flexural resistance of the repaired specimens. Repairing the non-combustible fracture specimens with heat cured acrylic with a 45° chamfer gave the highest values of flexural resistance.

Keywords: comminuted fracture, non-comminuted fracture, 45° chamfer, no modification, serrated shape.

Copyright: Latakia University Journal (formerly Tishreen) - Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Master's Student - Faculty of Dentistry - Latakia University (formerly Tishreen) - Syria.**
Ali.m.ramadan@tishreen.edu.sy
** **Assistant Professor, The head of Removable Prosthodontics Department - Faculty of Dentistry - Latakia University (formerly Tishreen) – Syria**

تقييم مقاومة قواعد الأجهزة المتحركة الإكريلية للكسر بعد اصلاحها باستخدام مواد مختلفة وتصاميم سطوح متعددة لمنطقة خط الكسر (دراسة مخبرية)

علي محمد رمضان*

د. مجد أحمد سلمان**

(تاريخ الإيداع 26 / 3 / 2026. قُبِل للنشر في 6 / 5 /2026)

□ ملخّص □

المقدمة : يعتبر خيار اصلاح الأجهزة المتحركة وتقويتها من الحلول المفيدة في مجال تحسين مقاومة التعويضات المتحركة تجاه قوى الكسر الناجم عن الاستعمال المتكرر والحوادث العرضية

ونظرا لانتشار استعمال مادة البولي ميتيل ميتاكريلات وسلبياتها المتعلقة بالخواص الميكانيكية برز خيار تقويتها واصلاحها بالطرق المختلفة كضرورة ملحة.

الهدف : تهدف هذه الدراسة المخبرية الى مقارنة مقاومة الانحناء لقواعد الأجهزة المتحركة قبل الاصلاح وبعد اصلاحها بطرق اصلاح مختلفة.

المواد والطرائق: تضمنت عينة الدراسة 120عينة إكريلية بشكل متوازي مستطيلات وقياسات 3*10*60 .وتم تقسيم العينة الى 12 مجموعة وذلك وفقا لمادة الاصلاح وشكل الكسر والتعديلات المجراة على سطح خط الكسر. وتم اختبار هذه المجموعات باختبار مقاومة الانحناء.

النتائج: أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق احصائية في نتائج مقاومة الانحناء للعينات بعد الاصلاح بطرق مختلفة.

الاستنتاجات: نستنتج ضمن حدود هذه الدراسة أن تقنيات الاصلاح حسنت من مقاومة الانحناء للعينات التي تم اصلاحها وأعطى اصلاح العينات ذات الكسر غير المتهتك بمادة الإكريل حراري التماثر مع اجراء شطب بزاوية 45 أعلى قيمة لمقاومة الانحناء.

الكلمات المفتاحية : كسر متهتك، كسر غير متهتك، شطب بزاوية 45، بدون تعديل، شكل مسنن.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* **طالب ماجستير – كلية طب الاسنان- جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)- سورية** Ali.m.ramadan@Latakia.edu.sy

** **مدرس – رئيس قسم التعويضات السنية المتحركة- كلية طب الأسنان- جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)- سورية.**

مقدمة :

لاتزال الأجهزة المتحركة وسيلة علاجية في طب الاسنان ويعود ذلك لاعتبارات اقتصادية [1,2]

حيث جرى استخدامpolymethyl methacrylate (PMMA) في طب الاسنان منذ ثلاثينيات القرن الماضي بسبب تقبله الحيوي وخفة وزنه والمظهر الجمالي. [3] ويعد PMMA خيار شائع في تصنيع الأجهزة المتحركة. [4,5] لكنه لا يعطي الخصائص الأمثل لمقاومة الكسر. [6]

ينتج انكسار التعويضات السنية المتحركة عن خلل في التوازن الإطباقي وامتصاص العظم السنخي الذي يسبب خللاً في انطباق التعويض المتحرك على النسج الفموية مما يسبب في التواءً لقاعدة هذا التعويض وسقوطه المفاجئ من فم المريض، وهذا يؤدي لفشل التعويض المتحرك وبداية المشاكل من حيث اصلاحه، ووجود منطقة ضعف مكان اصلاح التعويض، وما يرافق ذلك من تكاليف مادية لإصلاحه [7]

الكسر المتكرر لقاعدة الجهاز المتحرك أمر شائع الحدوث ويشكل ازعاجاً للطبيب فيجب اختيار مادة اصلاح مرضية تتطبق مع لون القاعدة الأصلي وتعيد قوتها الأصلية . [8]

ويعد كسر الخط المتوسط بسبب إجهاد المادة من أكثر أنواع الكسر شيوعا . [9]

يرجح إعادة الكسر في نفس منطقة الاصلاح. [10]

يمكن تفسير نقطة الضعف في قاعدة الجهاز المتحرك من خلال تطور الشقوق المجهرية في مناطق تركيز الاجهاد والتحميل المستمر وتتصاعد هذه التشققات الى شق متنام باستمرار يؤدي الى إضعاف المادة وينجم الفشل غير الردود عند دورة التحميل التي تتجاوز سعة التحميل الميكانيكية للجزء السليم من المادة [11,12]

يجب أن تكون طريقة الاصلاح بسيطة وبأسعار مقبولة وقادرة على مطابقة المادة الأصلية لقاعدة الجهاز المتحرك. [13,14]

يفضل أن توفر مادة الاصلاح الوقت وعدم الحاجة الى ارسال الجهاز الى المخبر من أجل تسليمه للمريض بالسرعة القصوى [15] ومع ذلك ماتزال مشكلة انكسار الأجهزة التعويضية المتحركة السنية من دون حل نهائي حتى يومنا هذا، وهذا ما يؤيد اقتراح العديد من طرائق اصلاح هذه الأجهزة. ودراسة هذه الطرائق لمعرفة الطريقة الأفضل والأسهل، وهذا بدوره يتضمن الاستفادة من جميع الإيجابيات ويلبي تطلعات المرضى.

أهمية البحث وأهدافه :

تقييم مقاومة الانكسار لقواعد الأجهزة التعويضية المتحركة من خلال اجراء اختبار مقاومة الانحناء ثلاثي النقط وذلك بعد اصلاحها باستخدام أنواع مختلفة من مواد الاصلاح التي تتضمن مادتين :

1- مادة الإكريل حراري التماثر

2- مادة الإكريل ضوئي التماثر

بالإضافة الى تنوع أشكال خط الكسر والتي تتضمن :

كسر متهتك (يوجد فقد في مادة قاعدة الجهاز في منطقة الكسر)

كسر غير متهتك (لا يوجد فقد في مادة قاعدة الجهاز في منطقة الكسر)

بالإضافة الى التعديلات الشكلية المجراة على سطح خط الكسر والتي تتضمن ثلاثة تعديلات :

1- بدون اجراء تعديل على سطح حافتي الكسر.

2- اجراء شطب بزاوية 45 ° على سطح حافتي خط الكسر.
3- اجراء شؤوذات (شكل مسنن)على سطح حافتي خط الكسر.

طرائق البحث ومواده

أجريت هذه الدراسة على عينات تم تحضيرها في مخبر التعويضات المتحركة في كلية طب الأسنان في جامعة اللاذقية مع الاستعانة بمخبر خارجي.

وتم اجراء الاختبارات المتعلقة بهذه الدراسة في كلية الهندسة المدنية في جامعة اللاذقية.

تألفت عينة البحث من 120 قطعة إكريلية متوازية المستطيلات موحدة القياسات بطول 60 ملم وعرض 10 وثخانة 3 ملم بما يتوافق مع شهادة iso1567 المعتمد عليها عالميا في اختبار الكسر لمادة البولي ميتيل ميتاكريلات والمستخدمة في غالبية الدراسات السابقة في هذا المجال.

قسمت العينة حسب مادة الاصلاح المستخدمة الى مجموعتين متساويتين:

مجموعة العينة التي سيتم اصلاحها بمادة الإكريل حراري التماثر 60 عينة (يرمز لها بالحرف H).

مجموعة العينة التي سيتم اصلاحها بمادة الإكريل ضوئي التماثر 60 عينة (يرمز لها بالحرف L).

قسمت كل مجموعة من هاتين المجموعتين الى قسمين متساويين:

30 قطعة إكريلية من مجموعة العينة كان شكل خط الكسر متهتك (يوجد فقد مادي مكان الكسرِ) (يرمز لها بالأحرف HA و LA).

30 قطعة إكريلية من مجموعة العينة كان شكل خط الكسر غير متهتك (لا يوجد فقد مادي مكان الكسر) (يرمز لها بالأحرف HB وLB).

ثم قسمت كل مجموعة **من هاتين المجموعتين الأخيرتين** الى ثلاثة أقسام متساوية وذلك حسب التعديل على سطح خط الكسر كما يلي :

10 قطع إكريلية لم يتم اجراء أي تعديل على طول حافتي سطح الكسر(يرمز لها بالأحرف HAa HBa LAa LBa).

10 قطع إكريلية من مجموعة العينة تم اجراء شطب بزاوية 45 على طول حافتي سطح خط الكسر (يرمز لها بالأحرف HAb HBb LAb LBb).

10قطع من مجموعة العينة تم اجراء شؤوذات شكل مسنن على طول حافتي سطح خط الكسر (يرمز لها بالأحرف HAc HBc LAc LBc).

<u>خطوات العمل المخبرية</u>:

1- تصنيع القطع الإكريلية وتشذيبها.

2- ترقيم العينات الشكل (1).

وذلك بوضع رقم للعينة المصنوعة بالإضافة الى رقم فراغ القالب التي صنعت به العينة على أحد وجهي العينة وعلى جانبي العينة.

الشكل (1) : ترقيم العينات

3- اختبار العينات باختبار مقاومة الانحناء ثلاثي النقط (كسر العينات) الشكل (2).

الشكل (2) : كسر العينات

4- تصنيف العينات حسب شكل خط الكسر الى عينات ذات خط كسر متهتك، وعينات ذات خط كسر غير متهتك.

5- التعديلات على سطح خط الكسر، وترميز العينات حسب التعديل (بدون تعديل – اجراء شطب بزاوية 45°)

5-1- اجراء شؤوذات (شكل مسنن).

5-2- اجراء تعديل الشطب بزاوية 45° الشكل (3).

5-3- يتم استخدام حجر بشكل مثلث قائم الزاوية ومتساوي الساقين حيث توضع العينة ويجرى الشطب.

الشكل (3) : اجراء تعديل الشطب بزاوية 45°

5-4- اجراء تعديل شؤوذات (شكل مسنن):

يتم استخدام سنبلة تثقيب الإكريل ذات قطر 1 ملم حيث يتم ادخالها ضمن حافة سطح الكسر واجراء ثلاث حفر على سطح خط الكسر بعمق يساوي قطر السنبلة المستخدمة الشكل (4).

الشكل (4) : اجراء تعديل شؤوذات (شكل مسنن).

وبعد ذلك يتم تجميع العينات ضمن علب بلاستيكية وتوزيعها تبعا لشكل خط الكسر والتعديل الميكانيكي على حافتي خط الكسر والمادة التي سيتم بها الاصلاح الشكل (5).

الشكل (5) : تجميع العينات(حسب مجموعاتها) ضمن علب بلاستيكية وتوزيعها

6- اصلاح العينات بمادتي الاصلاح (الإكريل حراري التماثر-الإكريل ضوئي التماثر).

7- اختبار العينات بعد اصلاحها بجهاز مقاومة الانحناء ثلاثي النقط.

طريقة إجراء الاختبار :

لتأمين متطلبات اختبار مقاومة الانحناء ثلاثي النقط، بواسطة جهاز

Hydraulic universal testing machine -IBMU4 series , هو جهاز مقاومة الانحناء : آلة اختبار عامة رقمية أتوماتيكية بالكامل الشكل (6) SERVO HYDRAULIC الموديل : IBMU4 -1000

الشركة المصنعة : S.A.E.IBERTEST بلد المنشأ : الاتحاد الأوروبي- إسبانيا.سنة الصنع : 2012

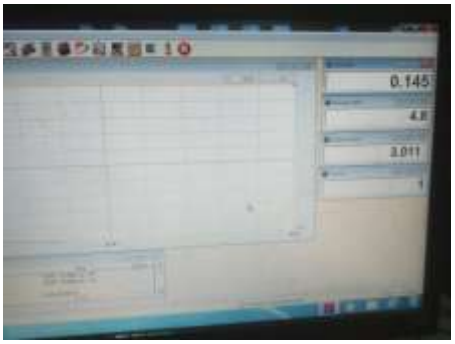
الشكل (6) : جهاز مقاومة الانحناء موجود في كلية الهندسة المدنية

جهزت قاعدة معدنية مصنعة سابقا لوضع قطعة الاختبار عليها بحيث تؤمن دعما سطحيا للقطعة بمساحة سطح 5×10 ملم وتباعد بين سطحي الدعم بمسافة 5 ملم كافية لنزول الرأس العامل لجهاز الاختبار نحو منتصفها الشكل (7), ثم البدء بتنفيذ الاختبار عن طريق البرنامج Testing machines software برنامج الآلة يتضمن مكتبة تحتوي على طرائق الاختبار بحسب المواصفات القياسية DIN EN 10002 الشكل (8)

دقة الآلة: CLASS 1 AS PER ISO 7500

الخاص بالجهاز على الحاسوب بسرعة تحميل 5 ملم بالدقيقة يقيس البرنامج مطاوعة المادة حتى حصول التشوه ومن ثم الانكسار وفي النهاية عبر منحن بياني مرقم ويظهر القيم المطلوبة على شاشة الحاسوب.

الشكل (7) : اختبار مقاومة الانحناء.



الشكل (8) : جهاز الحاسوب الملحق بجهاز قياس مقاومة الانحناء ثلاثي النقط.

النتائج :

بعد تسجيل نتائج اختبار الانحناء تم استخدام برنامج الاحصاء SPSS 29 لدراسة الفروق الاحصائية.

أولا الإحصاء الوصفي:

دراسة نتائج مقاومة الانحناء من أجل دراسة الفروق بين متوسطات قيم مقاومة الانحناء وفق نوع مادة الاصلاح :

جدول (1): الإحصاءات الوصفية لمتوسط مقاومة الكسر وفق نوع مادة إصلاح الكسر باستخدام اختبار مقاومة الانحناء

Group Statistics[a]					
	مادة اصلاح الكسر	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
مقاومة الكسر	أكريل حراري التماثر(H)	60	6.2733	1.78296	.23018
	أكريل ضوئي التماثر(L)	60	4.6633	1.31690	.17001
a.نوع الاختبار = مقاومة الانحناء					

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS29

جدول (2) : نتائج اختبار الفروق بين متوسطات مقاومة الكسر لمادتين باستخدام اختبار t المستقل لمقاومة الانحناء

القيمة	البند - Independent Samples Test - نوع الاختبار: مقاومة الانحناء
	Levene's Test for Equality of Variances
4.050	F
0.046	Sig.
	t-test for Equality of Means
5.626	T
118	Degrees of Freedom (df) – Equal variances assumed
108.609	Degrees of Freedom (df) – Equal variances not assumed
0.000	Sig. (2-tailed) – Equal variances assumed
0.000	Sig. (2-tailed) – Equal variances not assumed
1.61000	Mean Difference
0.28616	Std. Error Difference
1.04333	95% Confidence Interval of the Difference (Lower) – Equal variances assumed
2.17667	95% Confidence Interval of the Difference (Upper) – Equal variances assumed
1.04282	95% Confidence Interval of the Difference (Lower) – Equal variances not assumed
2.17718	95% Confidence Interval of the Difference (Upper) – Equal variances not assumed

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS29

من الجدول (2) نلاحظ ان قيمة مستوى دلالة الاختبار قد بلغت (0,000) وهي أصغر من مستوى الدلالة المطلوب (0,05) وبالتالي هناك فروق معنوية بين المتوسطات

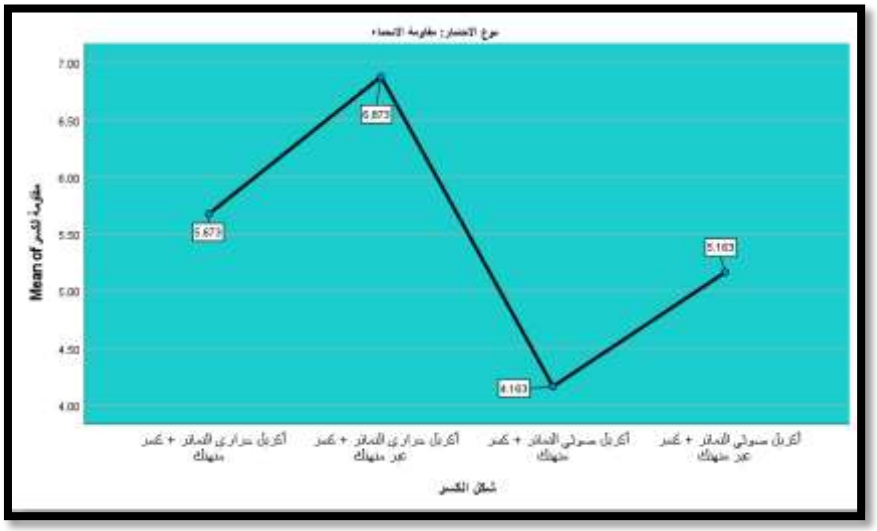
دراسة نتائج مقاومة الانحناء من اجل دراسة الفروق بين متوسطات قيم مقاومة الانحناء وفق نوع مادة الاصلاح وشكل الكسر :

جدول (3): نتائج اختبار ANOVA لتحديد الفروق بين أشكال الكسر في اختبار مقاومة الانحناء

ANOVA[a]					
مقاومة الكسر					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	114.363	3	38.121	17.459	.000
Within Groups	253.277	116	2.183		
Total	367.640	119			
a.نوع الاختبار = مقاومة الانحناء					

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS29

من الجدول (3) نلاحظ ان قيمة مستوى دلالة الاختبار قد بلغت (0,000) وهي أصغر من مستوى الدلالة المطلوب (0,05) وبالتالي هناك فروق معنوية بين المتوسطات



الشكل (9): مخطط توزيع متوسط مقاومة الانحناء حسب شكل الكسر ونوع مادة الإصلاح

تفاوت نتائج الدراسة وذلك باختلاف مادة الاصلاح اضافة الى التفاوت الناتج عن شكل الكسر حيث ابدى الاكريل حراري التماثر كمادة اصلاح نتائج أفضل من الاكريل ضوئي التماثر كما ابدى شكل الكسر غير المتهتك نتائج أفضل من شكل الكسر المتهتك.

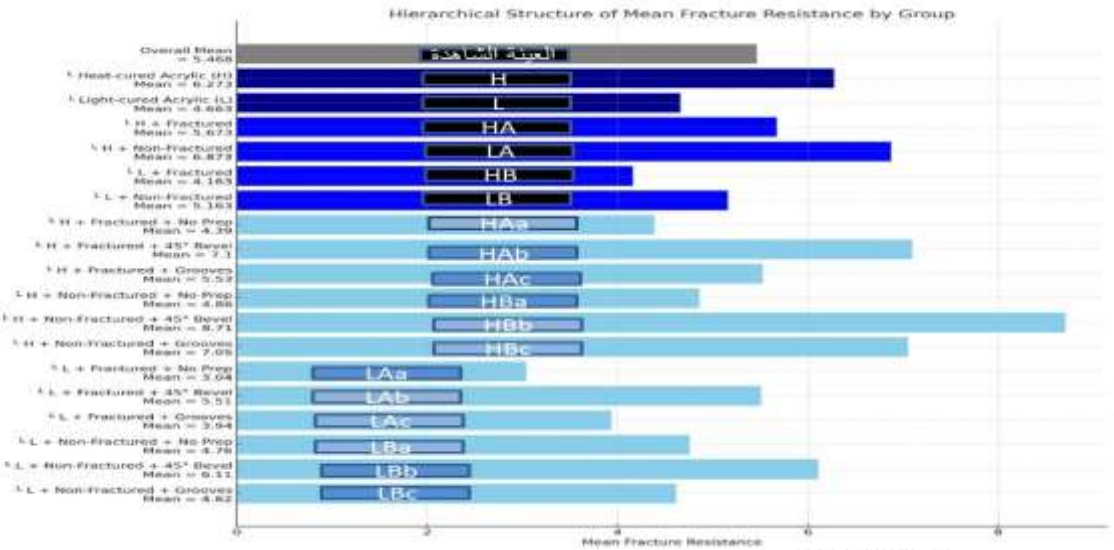
دراسة نتائج مقاومة الانحناء من أجل دراسة الفروق بين متوسطات قيم مقاومة الانحناء وفق نوع مادة الاصلاح وشكل الكسر والتعديلات الميكانيكية المجراة على سطح خط الكسر:

جدول (4): نتائج ANOVA لتحديد الفروق بين 12 مجموعة تجريبية في مقاومة الانحناء

ANOVA[a]					
مقاومة الكسر					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	270.766	11	24.615	27.442	.000
Within Groups	96.874	108	.897		
Total	367.640	119			
a. نوع الاختبار = مقاومة الانحناء					

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS29

من الجدول (4) نلاحظ ان قيمة مستوى دلالة الاختبار قد بلغت (0,000) وهي أصغر من مستوى الدلالة المطلوب (0,05) وبالتالي هناك فروق معنوية بين المتوسطات



- *عينة شاهدة
- *اكريل حراريH
- *اكريل ضوئيL
- *اكريل حراري مع كسر متهتكHA
- *اكريل ضوئي مع كسر غير متهتكLB
- *اكريل حراري مع كسر غير متهتكHB
- *اكريل ضوئي مع كسر غير متهتكLB
- *اكريل حراري مع كسر متهتك بدون تعديلHAa
- *اكريل حراري مع كسر متهتك بزاويةHAb٤٥
- *اكريل حراري مع كسر متهتك ميزابي(بشكل مسنن)HAc
- *اكريل حراري مع كسر غيرمتهتك ميزابي(بشكل مسنن)Hba
- *اكريل حراري مع كسر غير متهتك بزاويةHBb٤٥
- *اكريل حراري مع كسر غير متهتك ميزابي(بشكل مسنن)HBc
- *اكريل ضوئي مع كسر متهتك بدون تعديلLAa
- *اكريل ضوئي مع كسر غير متهتك بزاوية LAb٤٥
- *اكريل ضوئي مع كسر غير متهتك ميزابي(بشكل مسنن)LAc
- *اكريل ضوئي مع كسر غير متهتك بدون تعديلLBa
- *اكريل ضوئي مع كسر غير متهتك ميزابي(بشكل مسنن)LBb

*اكريل ضوئي مع كسر غير متهتك بدون تعديلLBc

الشكل (10): هيكل هرمي لمتوسط مقاومة الكسر بدءًا من المتوسط الكلي،
ثم حسب نوع مادة الإصلاح، وشكل الكسر، ونوع التعديل على حافتي خط الكسر لاختبار مقاومة الانحناء

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS29

المناقشة :

تبقى مشكلة كسر الأجهزة التعويضية مشكلة شائعة ومزعجة لكل من الطبيب والمريض وهذا بدوره شكل حاجة ماسة لتطوير تقنيات الاصلاح ومواد الاصلاح وآلية تطبيقها.

دراسة مقاومة الانحناء لدى المجموعة الشاهدة : تصنع قواعد الأجهزة السنية المتحركة من مادة البولي ميتيل ميتاكريلات، وتعد هذه المادة ذات وقصفة تحت تأثير الجهود العالية المطبقة عليها وبالتالي مقاومتها للانحناء منخفضة لكنها تعطي نتائج أفضل قبل عملية الاصلاح.

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة الباحث Mamatha لعام 2020 حيث أعطت المجموعة الشاهدة أكبر قيمة لمقاومة الانحناء.

دراسة مقاومة الانحناء لدى المجموعة التي تم اصلاحها بالإكريل حراري التماثر :

كانت قيم مقاومة الانحناء في هذه المجموعة أخفض من المجموعة الشاهدة وأعطت قيم مقاومة الانحناء للعينات التي تم اصلاحها بمادة الإكريل حراري التماثر أفضل النتائج لتحسين مقاومة الانحناء.

اختلفت نتائج دراسة الباحثGupta لعام 2025 مع نتائج هذه الدراسة وقد يعود ذلك الى أن معالجة سطوح الكسر التي تم استخدامها كانت بالليزر وحمض الفوسفور إضافة الي معالجة هذه السطوح بذرات الألمنيوم، واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن الاصلاح بمادة الإكريل حراري التماثر أعطى أفضل نتيجة لتحسين مقاومة الانحناء.

اختلفت نتائج دراسةالباحث Alkurt لعام 2024 مع نتائج هذه الدراسة في طرق معالجة السطوح حيث تم استخدام الترميل بأكسيد الألمنيوم الذي بدوره زاد مقاومة الانحناء واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن استخدام الإكريل حراري التماثر كمادة اصلاح أعطى أفضل النتائج في زيادة مقاومة الانحناء.

دراسة مقاومة الانحناء لدى المجموعة التي تم اصلاحها بالإكريل ضوئي التماثر :

إن استخدام الإكريل ضوئي التماثر تم دعمه من قبل العديد من الباحثين ليس فقط لأنه يظهر قوة مقبولة وثباتاً في الأبعاد ولكن بسبب حدوث التماثر الكامل دون أي مركبات متبقية بالإضافة الى سهولة التعامل والتصنيع.

إن أهم عيب في مادة الإكريل المتماثر بالضوء هي التآكل الميكانيكي والإجهاد التي تتعرض له عند التعرض لقوى خارجية مستمرة وهذا ما يعزى إليه ضعف مقاومة الانحناء مقارنة بمادة الإكريل حراري التماثر كمادة اصلاح.بالإضافة الى قلة الاندماج الفيزيائي والكيميائي بين مادة الإكريل ضوئي التماثر والإكريل حراري التماثر وهذا يتوافق مع ما ذكره الباحث Stipho عام 1998 .

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة الباحث Asli لعام2021 في الطرق المستخدمة في معالجات سطوح الكسر واتفقت نتائجه مع نتائج هذه الدراسة في عدم التوصية بإجراء اصلاحات باستخدام الإكريل ضوئي التماثر نظرا للاحتمالية العالية لكسر قاعدة الجهاز المتكرر نظرا لضعف الإكريل ضوئي التماثر.

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة الباحث Özatikh لعام 2024 حيث أبدت مادة الإكريل ضوئي التماثر نتائج مقاومة انحناء جيدة وهذا يعود الى استخدام عوامل ربط لمادة الإكريل ضوئي التماثر.

واختلفت نتائج هذه الدراسة مع الدراسة التي قام بها الباحث Khan عام 2007 وزملاؤه حيث ذكر أن القوة المستعرضة للإكريل المتماثر ضوئيا أعلى من الإكريل التقليدي ويعود السبب الى اعتماد عدد صغير من العينات 4 عينات فقط بالمقارنة مع 120 عينة تم اصلاحها بمادة الإكريل المتماثر ضوئيا في هذه الدراسة.

شكل الكسر

تم تصنيف العينات في هذه الدراسة حسب شكل الكسر الى:

-عينات ذات كسر متهتك : لوحظ فيها وجود فقد في مادة التعويض في مكان الكسر ومن خلال نتائج هذه الدراسة تبين حدوث انخفاض في مقاومة الانحناء بعد اصلاح العينات ذات الكسر المتهتك ويعزى ذلك الى كبر مسافة الاصلاح وبالتالي زيادة حجم مادة الاصلاح وإضعاف مادة الجهاز الأصلية.

عينات ذات كسر غير متهتك: لم يلاحظ فيها وجود فقد في مادة التعويض حيث ينطبق طرفا الكسر على بعضيهما البعض بشكل صميمي.بينت نتائج هذه الدراسة أن العينات ذات الكسر غير المتهتك تمتعت بمقاومة انحناء أعلى من نظيراتها العينات ذات الكسر المتهتك.

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة الباحث Gad لعام 2019 حيث تبين أن تقليل عرض فجوة الاصلاح في الكسر غير المتهتك أدى الى زيادة كبيرة في مقاومة الكسر وهذا يعني أنّ تغيير عرض الفجوة يلعب دورا اساسياً في تغيير مقاومة الانحناء لقواعد لأجهزة المتحركة.

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة الباحث Gad لعام 2022 بأن اصلاح العينات بدون فجوات اصلاح في الكسر غير المتهتك) أعطى أفضل النتائج لمقامة الانحناء مقارنة مع المجموعات الاخرى.

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة الباحث Gad لعام 2022 حيث تمَّ في دراسته إضافة جزيئات الماس النانوي لمادة الاصلاح مما لعب دوراً في تعزيز مقاومة الكسر واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن تقليل عرض فجوة الاصلاح (في الكسر غير المتهتك) أدى الى تحسين مقاومة الانحناء.

التعديلات الميكانيكية على حافتي خط الكسر:

بدون تعديل : أظهرت العينات التي لم يتم التعديل على حافتي سطوح كسرها انخفاضاً في مقاومة الانحناء ويعزى ذلك الى قلة مساحة سطح التماس بين مادة الاصلاح ومادة قاعدة الجهاز المكسورة.

اختلفت نتائج هذه الدراسة عن نتائج دراسة الباحث Mamatha لعام 2020 باستخدام المعالجة الكيميائية لسطوح خط الكسر بمادة كلوريد ثنائي الميتيل, واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن التعديل الميكانيكي بشكل مستقيم (بدون تعديل) أعطى أضعف النتائج لمقاومة الكسر مقارنة ببقية التعديلات.

اختلفت هذه الدراسة مع نتائج دراسة الباحث Jain و Prasad لعام 2022 بمواد الاصلاح المستخدمة حيث استخدمت الدراسة مادة الإكريل ذاتي التماثر والإكريل عالي الصدم والإكريل المقوى بالألياف واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن الشكل المستقيم (بدون تعديل) أعطى أضعف النتائج لمقاومة الكسر مع كل مواد الاصلاح.

شطب بزاوية 45° على طول حافتي خط الكسر: وبينت نتائج هذه الدراسة سهولة إجراء هذا التعديل بالإضافة الى زيادة في مقاومة الانحناء عند اعتماد تعديل الشطب بزاوية 45 ويعزى ذلك الى زيادة مساحة سطح التماس بين مادة الاصلاح ومادة التعويض، بالإضافة الى سهولة وضع مادة الاصلاح وتكييفها عند استخدام هذا التعديل وأعطى أفضل نتيجة في زيادة مقاومة الانحناء .

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة الباحث Mamatha لعام 2020 باستخدام التعديلات الكيميائية على سطوح خط الكسر حيث استخدمت مادة كلوريد ثنائي الميتيل، واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن التعديل بشطب زاوية 45 أعطى أفضل نتيجة لمقاومة الكسر.

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسةالباحث Gad لعام 2020 في إضافة مواد نانوية لمادة الاصلاح واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن التعديل بشطب زاوية 45 تفوق على الشكل المستقيم (بدون تعديل).

اختلفت نتائج هذه الدراسة عن نتائج دراسة الباحث Alfahdawi لعام 2025 في طرق معالجة سطوح الكسر حيث تم استخدام الليزر وأكسيد الالمنيوم واتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن التعديل بشطب زاوية45 أعطى نتائج جيدة في تحسين مقاومة الكسر.

شكل مسنن (اجراء شؤوذات على طول حافتي خط الكسر): أعطى هذا التعديل زيادة في مقاومة الانحناء وذلك حسب نتائج هذه الدراسة ويعزى ذلك الى زيادة مساحة سطح التماس بين مادة الاصلاح ومادة التعويض.
اختلفت نتائج هذه الدراسة عن دراسة الباحث Abdelaal لعام 2025 في مواد الاصلاح المستخدمة حيث تمَّ استخدام الإكريل ذاتي التماثر مع إضافة مواد نانوية، بينما اتفقت مع نتائج هذه الدراسة بأن تعديل الشكل المسنن تفوق على الشكل المستقيم (بدون تعديل)في نتائج مقاومة الكسر.
اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة الباحث Anasane لعام 2013 بأن التعديل بشكل مسنن أعطى نتائج لمقاومة الصدم والانحناء أفضل من الشكل المستقيم (بدون تعديل).

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

ضمن حدود هذه الدراسة ومن خلال النتائج المخبرية لها يُستنتج ما يلي:
1- تنقص مقاومة الكسر للإكريل حراري التماثر بعد الإصلاح سواء باستخدام الإكريل حراري التماثر أو الإكريل ضوئي التماثر كمادة اصلاح .
2- إنَّ مقاومة الكسر بعد الاصلاح بمادة الإكريل حراري التماثر أعلى من مقاومة الكسر بعد اصلاح العينات باستخدام الإكريل ضوئي التماثر كمادة اصلاح.
3- أعطى شكل الكسر غير المتهتك نتائجاً أفضل لمقاومة الكسر بعد الاصلاح من الكسر المتهتك، وهذا يشير الى ضرورة الانتباه الى نوع الكسر عند تقييم الاصلاح الميكانيكي خصوصا مع المواد ذات الأداء المرتفع (الاكريل المقوى والمحسن)
4- كان هناك فائدة واضحة من التعديل الميكانيكي(شطب بزاوية 45 –شكل مسنن) على حافتي خط الكسر في زيادة مقاومة الكسر بعد الاصلاح وهذا يعكس أهمية التعديل الميكانيكي قبل الاصلاح.
5- أعطى الاصلاح بمادة الإكريل حراري التماثر لكسر غير متهتك مع اجراء تعديل شطب بزاوية 45 لحافتي خط الكسر أفضل نتيجة لمقاومة الكسر بعد الاصلاح (زيادة مقاومة الكسر بشكل ملحوظ بالمقارنة مع باقي مجموعات الاصلاح)
6- أعطى الاصلاح بمادة الإكريل ضوئي التماثر لكسر متهتك بدون اجراء أي تعديل على حافتي خط الكسر اسوأ نتيجة لمقاومة الكسر بعد الاصلاح (نقصان مقاومة الكسر بشكل ملحوظ بالمقارنة مع باقي مجموعات الاصلاح)
7- توصلت الدراسة إلى أن الأداء الميكانيكي لقواعد الأجهزة المتحركة بعد إصلاحها يعتمد بشكل مركب على نوع مادة الإصلاح، شكل الكسر، والتعديل المطبق على سطحه و هذا يشير إلى أن الأداء الأمثل لا يتحقق بعامل منفرد،

بل من خلال الدمج الذكي بين المواد والتصميم السطحي وطبيعة الكسر، مما يوجب توجيه الجهد التصميمي نحو التوافق بين هذه المتغيرات.

التوصيات:

من خلال هذه الدراسة يوصى بما يلي:

1- استخدام مواد اصلاح متعددة او إضافة بعض التعديلات على مواد الاصلاح لإصلاح الكسور.

2- استخدام تعديلات ميكانيكية غير المذكورة بالبحث ومقارنة النتائج.

3-استخدام أنواع مختلفة من التعديلات الشكلية على سطوح الكسر ومقارنة النتائج.

References:

[1] V. Prpić, Z. Schauperl, A. Ćatić, N. Dulčić, and S. Čimić, "Comparison of mechanical properties of 3D-printed, CAD/CAM, and conventional denture base materials ",*J Prosthodont* ,vol. 29, no. 6, pp. 524–528, 2020.

[2] H. Neshandar Asli, Y. Babaee Hemmati, M. Ghaffari, and M. Falahchai, "Satisfaction of patients with mandibular implant-supported overdentures using a generalized estimating equation model: A prospective study ",*J Osseointegration* ,vol. 13, no. 2, pp. 56–62, 2021.

[3] M. M. Gad and S. M. Fouda, "Comparative effect of different polymerization techniques on the flexural and surface properties of acrylic denture bases ",*American College of Prosthodontists (ACP* ,(pp. 458–465, 2019.

[4] F. Sari, O. Ustun, and O. Kirmali, "Efficacy of various pretreatments on the bond strength of denture teeth to denture base resins ",*Photomed Laser Surg* ,vol. 36, no. 4, pp. 214–220, 2018.

[5] S. Atalay, G. Çakmak, M. F. Fonseca, M. Schimmel, and B. Yilmaz, "Effect of thermocycling on the surface properties of CAD-CAM denture base materials after different surface treatments ",*J Mech Behav Biomed Mater* ,vol. 121, p. 104646, 2021

[6] M. Gündoğdu, N. Yanikoglu, F. Bayindir, and H. Çiftçi, "Effect of repair resin type and surface treatment on the repair strength of polyamide denture base resin", *Dental Material Journal* ,pp. 485–489, 2015.

[7] J. M. d. S. N. Reis, C. E. Vergani, A. C. Pavarina, E. T. Giampaolo, and A. L. Machado, "Effect of relining, water storage and cyclic loading on the flexural strength of a denture base acrylic resin ",*J Dent* ,vol. 34, no. 7, pp. 420–426, 2006.

[8] M. M. Gad, A. Rahoma, A. Al-Thobity, and A. S. ArRejaie, "Influence of incorporation of ZrO2 nanoparticles on the repair strength of polymethyl methacrylate denture bases ",*Int J Nanomedicine* ,vol. 11, pp. 5633-5643, 2016.

[9] Shweta Choudhary, "Complete denture fracture: A proposed classification system and its incidence in the National Capital Region population ",*J Indian Prosthodont Soc* , vol. 19, no. 4, pp. 307–312, 2019.

[10] I. M. Hamouda, "Retention of Probase Hot Versus the Conventional Heat-Cured Acrylic Resin Denture Bases ",*Biomed J Sci Tech Res* ,vol. 1, pp. 906–911, 2017.

[11] H. A. Wiskott and U. C. Belser, "A rationale for a simplified occlusal design in restorative dentistry: historical review and clinical guidelines ",*J Prosthet Dent* ,vol. 73, no. 2, pp. 169–183, 1995.

[12] H. Wiskott, J. I. Nicholls, and U. C. Belser, "Stress fatigue: Basic principles ",*J Prosthodont* ,vol. 12, no. 3, pp. 154–160, 2003.

[13] S. Tamore, K. Jyothi, S. Muttagi, and A. Gaikwad, "Flexural strength of surface-treated heat-polymerized acrylic resin after repair with aluminum oxide-reinforced autopolymerizing acrylic resin ",*Contemp Clin Dent* ,vol. 9, no. 6, pp. 347, 2018.

[14] M. M. Gad, A. Rahoma, R. Abualsaud, A. M. Al-Thobity, S. Akhtar, M. Helal, and F. A. Al-Harbi, "Impact of different surface treatments and repair material reinforcement on the flexural strength of repaired PMMA denture base material ",*Dent Mater J* ,vol. 39, no. 3, pp. 471–482, 2020.

[15] A. Vasthare, S. Shetty, K. Shenoy, M. Shetty, K. Parveen, and R. Shetty, "Effect of different edge profile, surface treatment, and glass fiber reinforcement on the transverse strength of denture base resin repaired with autopolymerizing acrylic resin: An In vitro study ",*J Interdiscip Dent* ,vol. 7, no. 1, pp. 31, 2017.

[16] N. Mamatha, P. K. Madineni, R. Sisir, S. Sravani, S. Nallamilli, and J. R. Jyothy, "Evaluation of transverse strength of heat cure denture bases repaired with different joint surface contours: An in vitro study ",*J Contemp Dent Pract*. 2020

[17] K. Gupta, A. Chuchra, S. Bindra, R. Arora, N. Hingad, and A. Babbar, "Effect of Surface Treatments and Repair Resins on the Flexural Strength of Heat-Polymerized Denture Base Resin: An In Vitro Study ",*Cureus*. 2025

[18] M. Alkurt, Z. YeşilDuymuş, and M. Gündoğdu, "Effect of repair resin type and surface treatment on the repair strength of heat-polymerized denture base resin ",*J Prosthet Dent* ,vol. 111, no. 1, pp. 71–78, 2021.

[19] H. D. Stipho, "Repair of acrylic resin denture base reinforced with glass fiber ",*J Prosthet Dent* ,vol. 86, no. 5, pp. 546–550, 1998.

[20] N. Asli, S. Rahimabadi, Y. Hemmati, and M. Falahchai, "Effect of different surface treatments on surface roughness and flexural strength of repaired 3D-printed denture base: An in vitro study ",*J Prosthetic Dent*.2021

[21] Ş. Özatik and C. B. Alan, "Flexural strength of repaired denture base materials manufactured for the CAD-CAM technique ",*J Oral Sci*.2024

[22] S. B. Khan, "Mechanical and handling properties of light-cured acrylic resin custom tray material," University of the Western Cape, 2007.

[23] M. M. Gad, A. Rahoma, and R. Abualsaud, "Effect of repair gap width on the strength of denture repair: An in vitro comparative study ",*J Prosthontic*.2019

[24] M. M. Gad, A. Rahoma, and Z. A. Khan, "Closed repair technique: Innovative surface design for polymethyl methacrylate denture base repair, *J Contemp Dent Pract*2020

[25] M. M. Gad, M. S. Ali, A. M. Al-Thobity, Y. A. Al-Dulaijan, M. El Zayat, A. N. M. Emam, S. Akhtar, and S. Q. Khan, "Polymethylmethacrylate incorporating nanodiamonds for denture repair: In vitro study on the mechanical properties ",*Eur J Dent*.2022

[26] M. Jain and K. D. Prasad, "Evaluation of flexural strength of denture base repaired by various materials and techniques ",*International Journal of Health Sciences*2022

[27] I. H. Alfahdawi, "Various methods affect the flexural strength of repairing the denture base ",*Majalah Kedokteran Gigi*.2025

[28] N. A. Abdelaal and E. T. Ibrahim, "The effect of joint surfaces contours on the mechanical properties of the repaired denture base material reinforced with nanoparticles ",*Advanced Dental Journal* .2025

[29] N. Anasane, Y. Ahirrao, D. Chitnis, "The effect of joint surface contours and glass fiber reinforcement on the transverse strength of repaired acrylic resin: An in vitro study ",*Dental Research*.2013