Comparison of some physical and mechanical properties of CAD/CAM acrylic resins with heat-cured acrylic resins after exposure to artificial saliva (an in vitro study)

Dr. Mahmoud Mahmoud[*]
Dr. Mohamad samir al-brzawi[**]
Walaa Mohamad Herbaly[***]

(Received 28 / 11 / 2022. Accepted 1 / 3 / 2023)

□ ABSTRACT □

The increase in water absorption of the acrylic dentures creates internal stress that eventually leads to the formation of cracks, which ultimately affects their mechanical properties, polymeric materials are generally stable structures with a high degree of resistance to biodegradation, however, several studies have shown that polymers biodegrade in the oral cavity. this study aims to compare the weight change (absorption and solubility) of CAD/CAM acrylic resin with conventional (heat cured) acrylic resin before and after immersion in artificial saliva (to simulate the oral cavity) in tow periods (one month, six months). the study sample included 32 samples of acrylic resin for both materials (16 conventional, 16 CAD/CAM), with dimensions of 20/20/1.5mm. the results of the statistical analysis of weight change (absorption and solubility) showed the lower means for CAD/CAM acrylic resin. we conclude within the limits of this study that the method of polymerization of CAD/CAM discs contributed to improved greater stability of weight over a period of one and six monthes of immersion in artificial saliva.

Keywords: CAD/CAM, artificial saliva, absorption, solubility.

[*]**Associate Professor, Department of Removable Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tishreen University (Primary superviser).**
[**] **Associate Professor, Department of Mechanical Design Engineering, Faculty of mechanical and electrical engineering, Damascus University (Co-supervisor).**
[***]**Postgraduate student, Department of Removable Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tishreen University.**

مقارنة بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية للرّاتنج الاكريلي الخاص بال CAD/CAM مع الراتنج الاكريلي حراري التصلب (التماثر) بعد التعرض للّعاب الاصطناعي (دراسة مخبرية)

د. محمود محمود*

د. محمد سمير البرزاوي**

ولاء محمد حربالي***

(تاريخ الإيداع 28 / 11 / 2022. قبل للنشر في 1 / 3 / 2023)

□ ملخّص □

الزيادة في امتصاص الماء لقواعد الأجهزة المتحركة تخلق إجهاد داخلي يؤدي في النهاية الى تشكل شقوق (تصدعات) مما يؤثر على خواصها الميكانيكية، المواد البولميرية بشكل عام هي هياكل مستقرّة مع درجة عالية من المقاومة للتحلّل البيولوجي. ومع ذلك، فقد أظهرت العديد من الدراسات أن البولميرات تخضع لدرجة من التحلّل في التجويف الفموي. تهدف هذه الدراسة الى مقارنة كلاً من تغيير الوزن (الامتصاص و الانحلالية) للراتنج الإكريلي الخاص بال CAD/CAM مع الراتنج الإكريلي المُصلب بالطريقة التقليدية قبل و بعد الغمر باللعاب الاصطناعي (لمحاكاة البيئة الفموية) على فترتين (بعد شهر و بعد ستة أشهر) . تضمنت عينة الدراسة 32 عينة من الراتنج الاكريلي لكلتا المادتين (16 تقليدي، 16 CAD/CAM) ، حيث كانت أبعاد العينات 1,5/20/20مم . أظهرت نتائج التحليل الاحصائي لتغيير الوزن (الامتصاص و الانحلالية) قيم أقل للراتنج الاكريلي الخاص بال CAD/CAM. نستنتج ضمن حدود هذه الدراسة أن طريقة بلمرة أقراص ال CAD/CAM ساهمت في تحقيق استقرار أكبر للوزن ضمن البيئة المشابهة للحفرة الفموية و ذلك على مدى شهر و ستة أشهر من الغمر.

الكلمات المفتاحية: CAD/CAM، لعاب اصطناعي، راتنج اكريلي، امتصاص، انحلالية.

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

* **أستاذ مساعد – قسم تعويضات الأسنان المتحركة-كلية طب الأسنان-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.**

** **أستاذ مساعد – قسم هندسة التصميم الميكانيكي – كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية – جامعة دمشق- سورية.**

*** **طالبة ماجستير- قسم تعويضات الأسنان المتحركة- كلية طب الأسنان – جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.**

مقدمة:

تعد الراتنجات من أهم المواد التي تستعمل على نطاق واسع في طب الاسنان بشكل عام و في طب الأسنان التعويضي بشكل خاص، حيث تعتبر الراتنجات الأكريلية PMMA المادة الأساسية في صنع الأجهزة المتحركة الكاملة و الجزئية لما لها من صفات فيزيائية و خواص كيميائية هي الأنسب بين المواد المتوفرة . و مع ذلك، فإن للمادة مساوئ تؤثر في جودة المعالجة و التقبل الحيوي للمادة و تأقلم المريض و رضا الطبيب عن المعالجة، من ضمن هذه المساوئ خاصيتي الامتصاص و الانحلالية حيث يمتص الاكريل الماء بنسبة معينة مما يؤثر على أبعاد التعويض و انطباقه بالإضافة الى تلون القواعد و التأثير على الناحية الجمالية، و بالمقابل فإن الاكريل يُحرر مواد سامة أيضاً بعد التصليب مثل المونومير الذي يسبب العديد من المشاكل كحدوث تخريش و حساسية نسيجية للمادة و حروق كيميائية و تقرحات في المخاطية الفموية و اللسان و حدوث مسامية في الأكريل تتدخل ضمنها السوائل الفموية بحيث تصبح بيئة ملائمة للمستعمرات الجرثومية و الفطرية (1-2)

يقوم مبدأ ال CAD/CAM على تصميم الأجهزة حاسوبياً و من ثم نحتها باستعمال آلات رقمياً من شرائح أكريلية مُصلبة مُسبقاً. تدّعي الشركات المُصنعة لأنظمة ال CAD/CAM أن هذه الشرائح الأكريلية خضعت لشروط التصليب المثالية من ضغط و حرارة عالية مما يضمن حصول تصلب نموذجي و التخلص من عيوب المُعالجة التقليدية (بالحرارة، الضوء، كيميائياً) من حيث تغير الأبعاد و زيادة التقبل الحيوي و زيادة القوة و مقاومة الكسر. (3-4)

رغم اجراء بعض الدراسات و الأبحاث العملية للتأكد من ادّعاءات الشركات المُصنعة إلا أن قلتها و اختلاف نتائجها يجعلنا بحاجة للمزيد من الأبحاث لعلنا نستطيع الوصول لنتيجة علمية موحّدة تنفي أو تؤكد أفضلية أنظمة و تقنيات الCAD/CAM مقارنةً بالمواد و التقنيات المستعملة منذ أمد بعيد و التي أثبتت الأبحاث العلمية و الخبرة العملية جودتها و ملاءمتها للاستعمال السريري.

المتطلبات المثالية لراتنجات الإكريلية :

يجب أن تحقق راتنجات الأسنان المستخدمة للترميم و لصنع قواعد الأجهزة المتحركة المتطلبات التالية :

- لا تسبب حساسية أو تسرّطن للنسج المخاطية.
- أن تكون مقبولة جمالياً، ألا يكون لها رائحة، ألا يكون لها طعم.
- امتصاص ضئيل للماء، قابلية التطهير و التنظيف، عدم وجود مسامات ، غير قابلة للذوبان و غير منفذة للسوائل الفموية.
- ثبات في الأبعاد ، ألا تتعرض للتمدد أو التقلص عند المعالجة أو عند الاستخدام من قبل المريض.
- صلابة كافية لتحمل قوى الاطباق و السحل و المضغ، إمكانية الإصلاح.(2-5)

أهمية البحث وأهدافه

-هدف الدراسة The Aim of the Study:

1- تهدف هذه الدراسة الى مقارنة كلاً من تغيير الوزن (الامتصاص و الانحلالية) لعينات من أقراص الراتنج الإكريلي الخاص بال CAD/CAM مع عينات من الراتنج الإكريلي المُصلب بالطريقة التقليدية.

2- دراسة تأثير الغمر باللعاب الاصطناعي على التغيير في الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للعينات المدروسة و ذلك على فترتين (بعد شهر، بعد ستة أشهر).

-أهمية الدراسة :

تقنية ال CAD/CAM من أحدث التقنيات المُستخدمة في طب الأسنان، و لكنها تعتبر تقنية ناشئة في مجال التعويضات المتحركة و بالرغم من المحاسن العديدة التي أضافتها هذه التقنية فهي بحاجة الى دراسات لتطويرها، و لتبيان أي من المادتين ساهمت ببتحسين الخواص الميكانيكية للاكريل المُستخدم فيها للاستفادة من هذه الخواص المُحسنّة في جميع مجالات التعويضات المتحركة.

طرائق البحث ومواده

مكان اجراء البحث :أجريت هذه الدراسة المخبرية لمقارنة الخواص الميكانيكية و الفيزيائية للاكريل التقليدي و الاكريل الخاص بال CAD/CAM قبل و بعد الغمر باللعاب الاصطناعي في مخابر النسج -كلية طب الاسنان مع الاستعانة بمخبر خارجي.

تألفت عينة البحث من 32 عينة من الراتنج الاكريلي بأبعاد (20*20*1,5) مم لدراسة تغير الوزن (الامتصاص و الانحلالية) حسب دراسة سابقة لقياس الامتصاص و الانحلالية على الراتنج الاكريلي. (6)

لكلتا المادتين مقسمة :

- 16 عينة من الراتنج الاكريلي حراري التماثر المُبلمر بالطريقة التقليدية. Vertex®"conventional Heat Curing Denture Base Material" الشكل (1)
- 16 عينة من الراتنج الاكريلي المُبلمر مُسبقاً الخاص بال CAD/CAM. "MARCO Dental PMMA" الشكل (1)

الشكل (1)

عينات الراتنج الاكريلي التقليدي:

تم صنع نموذج معدني بنفس الابعاد من قبل مهندس في كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية و ثم أُنزلت هذه النماذج بالبوتقة بالطريقة التقليدية بتقنية القولبة بالضغط. الشكل (1)

الشكل (2)

عينات الراتنج الاكريلي المنحوت بطريقة ال CAD/CAM:

تم اجراء مسح للاقراص بجهاز3D-scaneer ثم أُدخلت أبعاد القرص على برنامج الBIOTECH-software حيث تم تصميم نموذج رقمي بلاحقة STL على شكل متوازي مستطيلات بالأبعاد المطلوبة و أدخلنا بياناته لجهاز تصدير ال CAD/CAM و تم نحت عينات مطابقة للنموذج من أقراص إكريلية مُصلّبة مُسبقاً و مُعدة للنحت الحاسوبي. الشكل (2)

الشكل(3)

تركيبة اللعاب الاصطناعي:

تم الحصول على لعاب اصطناعي غير عضوي (Biotene-Canada) يستخدمه مرضى جفاف الفم، مكون من: Carboxymethylcellulose sodium (C8H15NaO8), Sorbitol, Potassium chloride (KCl), Sodium chloride (NaCl), Di-kaliumhydrogenphosphate 3-hydrate (CaHPO4.3H2O), Calcium chloride monohydrate (CaCl2.H2O), sodium phosphate (NaH2Po4), distilled water, Methylparaben (methyl ester) حيث تم قياس ال ph ، بواسطة الأوراق الخاصة ، و كان ال ph (9-8-7).7

خطوات التجربة:

دراسة الامتصاص و الانحلالية:

بعد تحضير عينات كل من المادتين تم تحديد الوزن قبل الغمر باستخدام ميزان دقيق لقياس الوزن من رتبة 1/10000 و كان هذا الوزن الأولي للعينات (الوزن في الهواء) **W1**، ثم تم تقسيم كل نوع من العينات الى قسمين :

a: 16 عينة من الراتنج الاكريلي التقليدي:

a1 : 8 عينات، تم تسجيل الوزن لها قبل وبعد غمرها باللعاب الاصطناعي لمدة شهر.

a2 : 8 عينات، تم تسجيل الوزن لها قبل و بعد غمرها باللعاب الاصطناعي لمدة ستة أشهر.

b: 16 عينة من أقراص ال PMMA :

b1 : 8 عينات ، تم تسجيل الوزن لها قبل و بعد غمرها باللعاب الاصطناعي لمدة شهر.

b2 : 8 عينات ، تم تسجيل الوزن لها قبل و بعد غمرها باللعاب الاصطناعي لمدة ستة أشهر.

تم وضع العينات في علبة مُقسمة الى مربعات و تم ترقيم كل مربع لحفظ وزن العينة قبل و بعد الغمر الشكل (3). ثم تسجيل وزن كل عينة بعد الغمر ، حيث تم تجفيف العينات بشكل سطحي بمنديل قبل الوزن حتى يتم التخلص من الرطوبة المرئية و كان هذا الوزن بعد الغمر **W2**. من أجل قياس الانحلالية تم إعادة وضع العينات في الحافظة الحرارية بدون اللعاب الاصطناعي على درجة حرارة 37° مئوية لمدة ساعة من أجل التخفيف الكامل و ثم إعادة وزنها و كان هذا الوزن بعد التجفيف **W3**.

ثم قمنا باستخدام المعادلتين التاليتين:

الامتصاص (Sor) = $\frac{W1-W2}{\text{الحجم}}$ (ug/mm3)

الانحلالية (Sol) = $\frac{W3-W1}{\text{الحجم}}$ (ug/mm3) (6)

الشكل(3)

النتائج والمناقشة

النتائج :

يبين الجدول (1) نتائج الامتصاص و الانحلالية للراتنج الاكريلي التقليدي a1 و الراتنج الاكريلي الخاص بال CAD/CAM b1 بعد الغمر باللعاب الاصطناعي لمدة شهر :

Id	Type	W1 g	W2 G	W3 g	Sor Ug/ mm^3	Sol ug/mm^3
1	a1	0.9919	1.0104	0.9912	30.83	1.16
2	a1	0.9887	1.0067	0.9879	30.00	1.33
3	a1	0.9882	1.0066	0.9875	30.66	1.16
4	a1	0.8924	0.9103	0.8919	29.83	0.83
5	a1	0.9921	1.0107	0.9915	31.00	1.00
6	a1	0.9893	1.0076	0.9886	30.50	1.16
7	a1	0.8901	0.9079	0.8896	29.66	0.83
8	a1	0.9919	1.0068	0.9911	30.83	1.33
1	b1	0.9914	1.0034	0.9910	20.00	0.66
2	b1	0.9889	1.0010	0.9885	20.16	0.66
3	b1	0.9902	1.0024	0.9898	20.33	0.66
4	b1	0.9893	1.0014	0.9890	20.16	0.50
5	b1	0.9912	1.0032	0.9908	20.00	0.66
6	b1	0.9908	1.0029	0.9904	20.16	0.66
7	b1	0.9943	1.0063	0.9940	20.00	0.50
8	b1	0.9897	1.0018	0.9893	20.16	0.66

يبين الجدول (2) نتائج الامتصاص و الانحلالية للراتنج الاكريلي التقليدي a2 و الراتنج الاكريلي الخاص بال CAD/CAM b2 بعد الغمر باللعاب الاصطناعي لمدة 6 أشهر:

Id	Type	W1 g	W2 G	W3 G	Sor Ug/mm^3	Sol Ug/mm^3
1	a2	0.9911	1.0104	0.9903	32.16	1.33
2	a2	0.9934	1.0131	0.9925	32.83	1.50
3	a2	0.9898	1.0093	0.9891	32.50	1.16
4	a2	0.9879	1.0078	0.9872	33.16	1.16
5	a2	0.9912	1.0108	0.9904	32.66	1.33
6	a2	0.8923	0.9113	0.8917	31.66	1.00
7	a2	0.9887	1.0081	0.9880	32.33	1.16
8	a2	0.9904	1.0095	0.9897	31.83	1.16
1	b2	0.9897	1.0022	0.9893	20.83	0.66
2	b2	0.9989	1.0113	0.9984	20.66	0.83
3	b2	0.9907	1.0030	0.9903	20.50	0.66
4	b2	0.9889	1.0013	0.9885	20.66	0.66
5	b2	0.9869	0.9994	0.9864	20.83	0.83
6	b2	0.9919	1.0042	0.9915	20.50	0.66
7	b2	0.9878	1.0004	0.9874	21.00	0.66
8	b2	0.9903	1.0025	0.9899	20.33	0.66

الإحصاء الوصفي:

الجدول (3) الإحصاء الوصفي

الاختبار	نوع الراتنج	الفترة	المتوسط الحسابي لأربع قراءات	الانحراف المعياري	MIN	MAX
الامتصاص	تقليدي	شهر	30.41	0.51	29.66	31.00
		6 أشهر	31.89	0.85	30.83	33.16
	CAD/CAM	شهر	20.12	0.12	20.00	20.33
		6 أشهر	20.36	0.34	20.05	21.00
الانحلالية	تقليدي	شهر	1.10	0.20	0.83	1.33
		6 أشهر	1.23	0.15	1.00	1.50

	CAD/CAM	شهر	0.62	0.07	0.50	0.66
		6 أشهر	0.67	0.09	0.51	0.83

لدراسة الفروق بين المتوسطات للمتغير المدروس (الامتصاص–الانحلالية) بين الراتنجين خلال كل مرحلة من مراحل الدراسة تم استخدام اختبار Independent sample t.test، يبين الجدول التالي النتائج:

الجدول (4) نتائج Independent sample t.test

الاختبار	الفترة	التقليدي	CAD/CAM	فرق المتوسطات	t.test	p–value	النتيجة
الامتصاص	شهر	30.41	20.12	10.29–	55.412–	0**	دال إحصائياً
	6أشهر	31.89	20.36	11.23–	36,223–	0**	دال إحصائياً
الانحلالية	شهر	1.10	0.62	0.48–	6.443–	0**	دال إحصائياً
	6 أشهر	1.23	0.67	0.56–	9.000–	0**	دال إحصائياً

من الجدول السابق نلاحظ:

بالنسبة لنتائج الامتصاص:

1. **بعد شهر** : نلاحظ أن p–value<0.05 بالتالي متوسط الامتصاصية لدى استخدام الاكريل التقليدي بعد شهر أعلى من متوسط الامتصاصية لدى استخدام الاكريل CAD/CAM وبنسبة بلغت 51.14% أي أكثر من النصف .
2. **بعد 6 أشهر** : نلاحظ أن p–value<0.05 بالتالي متوسط الامتصاصية لدى استخدام الاكريل التقليدي بعد 6 أشهر أعلى من متوسط الامتصاصية لدى استخدام الاكريل CAD/CAM وبنسبة بلغت 55.16% أي أكثر من النصف .

بالنسبة لنتائج الانحلالية:

1. **بعد شهر** : نلاحظ أن p–value<0.05 بالتالي متوسط الانحلالية لدى استخدام الاكريل التقليدي بعد شهر أعلى من متوسط الانحلالية لدى استخدام الاكريل CAD/CAM وبنسبة بلغت 77.42% أي أكثر من 75% .
2. **بعد 6 أشهر** : نلاحظ أن p–value<0.05 بالتالي متوسط الانحلالية لدى استخدام الاكريل التقليدي بعد 6 أشهر أعلى من متوسط الانحلالية لدى استخدام الاكريل CAD/CAM وبنسبة بلغت 83.58% أي أكثر من 75% .

لدراسة الفروق بين المتوسطات للمتغير المدروس (الامتصاص–الانحلالية) لكل راتنج على حدى خلال فترات الغمر تم استخدام اختبار Paired sample t.test، يبين الجدول التالي النتائج:

الجدول (5) نتائج Paired sample t.test

الاختبار	الراتنج	شهر	6 أشهر	فرق المتوسطات	t.test	p-value	النتيجة
امتصاص	تقليدي	30.41	31.89	1.48	3.174	0.016*	دال إحصائياً
	CAD/CAM	20.12	20.36	0.24	1.917	0.097n.s	غير دال إحصائياً
انحلالية	تقليدي	1.10	1.23	0.13	1.669	0.139n.s	غير دال إحصائياً
	CAD/CAM	0.62	0.67	0.05	1.710	0.131n.s	غير دال إحصائياً

بالنسبة **للراتنج التقليدي**:

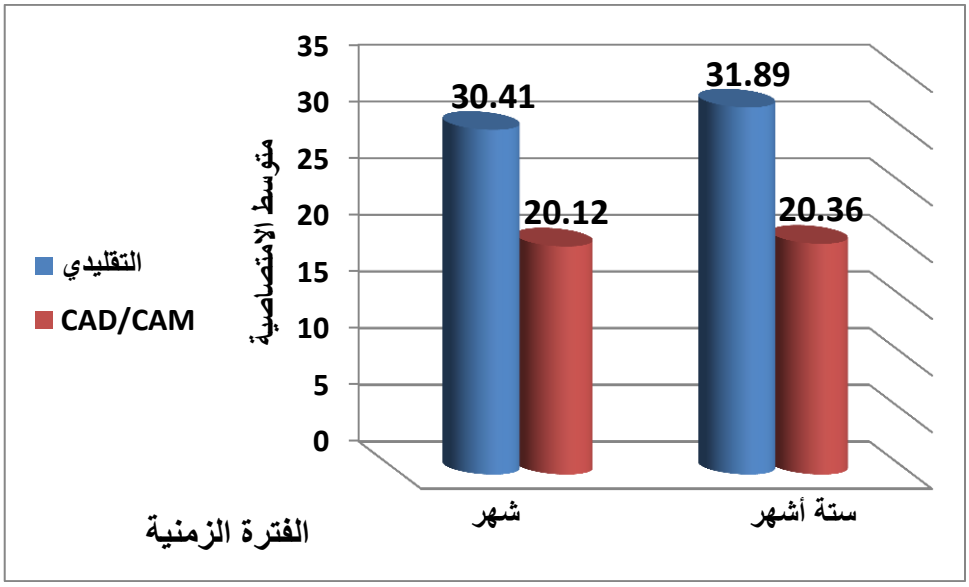
الامتصاص: من الجدول السابق نلاحظ أن p-value<0.05 وعليه توجد فروق معنوية ذات دلالة احصائية في متوسط الامتصاصية في عينة الاكريل التقليدي، كما أن متوسط الفرق بلغ 1,48 وهو موجب ، بالتالي حدث ارتفاع معنوي في متوسط الامتصاصية بعد 6 أشهر في عينة الاكريل التقليدي بلغت نسبته 4.87%.

الانحلالية: من الجدول السابق نلاحظ أن p-value>0.05 وعليه لا توجد فروق معنوية ذات دلالة احصائية في متوسط الانحلالية في عينة الاكريل التقليدي، كما أن متوسط الفرق بلغ 0.13 وهو موجب ، بالتالي حدث ارتفاع غير معنوي في متوسط الانحلالية بعد 6 أشهر في عينة الاكريل التقليدي بلغت نسبته 11.82%.

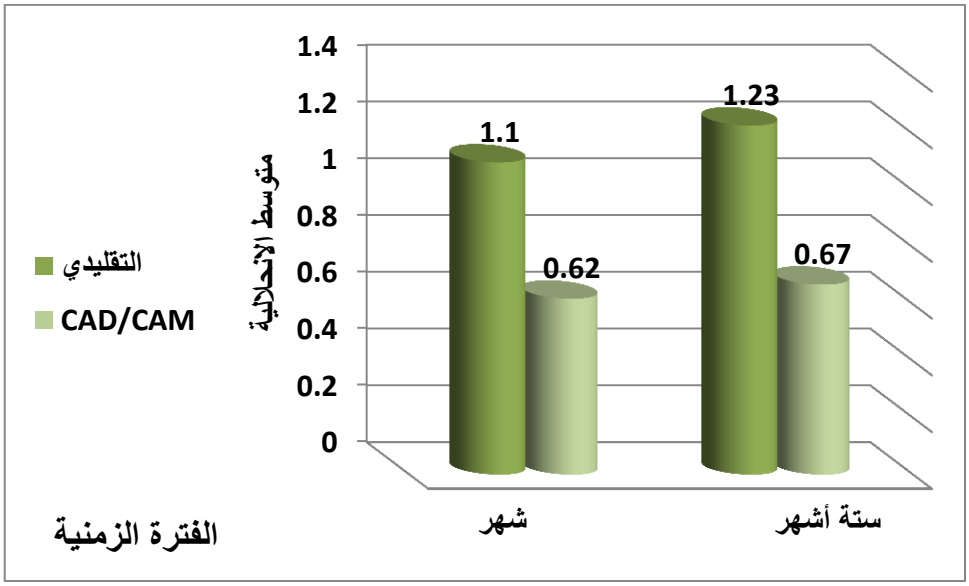
بالنسبة **للراتنج الخاص بالCAD/CAM**:

الامتصاص: من الجدول السابق نلاحظ أن p-value>0.05 وعليه لا توجد فروق معنوية ذات دلالة احصائية في متوسط الامتصاصية في عينة الاكريل CAD/CAM، كما أن متوسط الفرق بلغ 0.24 وهو موجب ، بالتالي حدث ارتفاع غير معنوي في متوسط الامتصاصية بعد 6 أشهر في عينة الاكريل CAD/CAM بلغت نسبته 1.19%.

الانحلالية: من الجدول السابق نلاحظ أن p-value>0.05 وعليه لا توجد فروق معنوية ذات دلالة احصائية في متوسط الانحلالية في عينة الاكريل CAD/CAM، كما أن متوسط الفرق بلغ 0.05 وهو موجب ، بالتالي حدث ارتفاع غير معنوي في متوسط الانحلالية بعد 6 أشهر في عينة الاكريل CAD/CAM بلغت نسبته 8.06%.



الشكل(5) متوسط الامتصاص للراتنجين



الشكل(6) متوسط الانحلالية للراتنجين

المناقشة discussion :

لدى الراتنجات الاكريلية ميل لامتصاص الماء و للتحلل ببطء على مدى طويل من الزمن، يعود السبب الرئيسي لذلك هو طبيعة جزيئات الراتنج و خصائصه القطبية. يؤدي امتصاص الماء ضمن مستويات عليا الى تليين الراتنجات الاكريلية و يسبب أيضاً التحلُّل الكيميائي. الزيادة في امتصاص الماء لقواعد الأجهزة المتحركة تخلق إجهاد داخلي يؤدي في النهاية الى تشكل شقوق (تصدعات) مما يؤثر بالنهاية على خواصها الميكانيكية. (10–11)

خاصيتي الامتصاص و الانحلالية تُستخدم لتقييم قدرة الراتنج الاكريلي على مقاومة الظروف المحيطة من سوائل فموية و هي مؤشرات مهمة لتقييم ديمومة الاكريل أيضاً. لذلك يجب أن يكون مستوى الامتصاص و الانحلالية أدنى ما يمكن.(12)

تم غمر العينات في اللعاب الاصطناعي غير العضوي لمحاكاة مكونات اللعاب في البيئة داخل الفموية. حيث أن اللعاب الطبيعي يتألف من مكونات غير عضوية و هي : NaCl, KCl, NaHCO3, Na2, HPo4, CaCO3, KSCN, urea و مكونات عضوية : المخاط، ألبومين و غلوبومين، أنزيمات.(13)

تم استخدام لعاب اصطناعي يستخدمه مرضى جفاف الفم يحتوي على مكونات اللعاب الغير عضوية. حيث استُخدِمَت هذه التركيبة من قبل Srinivasan و زملاؤه 2017 ، و قام Yanikoglu و زملاؤه 2004 باستخدام تركيبة مشابهة و أيضاً Williams و زملاؤه 2001.(7–8–9)

و تم غمر العينات في الماء المقطر مدة 24 ساعة قبل البدء باجراءات الاختبار المختلفة لتقليل المونوميرات الحرة و الحصول على اكريل أكثر استقراراً . (11)

مناقشة نتائج الامتصاص:

حسب نتائج الدراسة الحالية كان للاكريل التقليدي القيم الأعلى للامتصاص (شهر–6 أشهر) (30,41–31,89 ug/mm^3) بعد شهر مقارنةً بالاكريل الخاص بال CAD/CAM (20,21–20,36 ug/mm^3) و كان الفرق بين المتوسطات هام احصائياً. **أي يمكننا أن القول أن اكريل الCAD/CAM تفوق على الاكريل التقليدي في خاصية الامتصاص و استقرار الوزن و ذلك بعد الغمر باللعاب الاصطناعي لمدة شهرو 6 أشهر .**

و لم يتأثر الراتنج الاكريلي الخاص بال CAD/CAM بالغمر باللعاب لمدة ستة أشهر عن الغمر لمدة شهر حيث كانت الفروق غير هامة احصائياً و كانت النتائج متقاربة مع ارتفاع ضئيل بعد ستة أشهر، **أما الراتنج الاكريلي التقليدي فقد حصل ارتفاع معنوي (هام احصائياً) بمقدار الامتصاص بعد الغمر بستة أشهر .**

مناقشة نتائج الانحلالية:

حسب نتائج الدراسة الحالية كانت قيمة الانحلالية للأكريل التقليدي (شهر– 6 أشهر) (1,1–1,23 ug/mm^3) أعلى من اكريل ال CAD/CAM (0,62–0,67 ug/mm^3) و حسب الدراسة الإحصائية كان الفرق هام احصائياً، **أي يمكننا القول بأن اكريل الCAD/CAM أكثر استقراراً و أقل قابلية للانحلال من الاكريل التقليدي و ذلك بعد الغمر باللعاب الاصطناعي لمدة شهر و 6 أشهر .**

و أما بالنسبة لنتائج الانحلالية بعد ستة أشهر فلم يكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بينها و بين الغمر لمدة شهر لكِلا المادتين.

حسب معايير ال ISO 20795 ، ضمن فترة تخزين العينة فإن امتصاص الماء بمعدل $32 ug/mm^3$ مقبول سريرياً بالنسبة للزيادة في الحجم الناتجة. و الانحلالية بمعدل $1.6 ug/mm^3$ مقبول سريرياً. لربط دراستنا بالناحية السريرية و بعد حساب قيم الامتصاص و الانحلالية للمواد المقارنة تبين أنها أقل من معايير الISO أي أن كِلا المادتين مناسبين للاستخدام السريري.(14)

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Hada و زملاؤه 2021 و Iwaki و زملاؤه 2020. (11–15)

بينما اختلفت نتائج هذا البحث مع M. Gad و زملاؤه (2022) حيث قام بمقارنة الامتصاص و الانحلالية و الشفافية (translucency) للاكريل الخاص بال CAD/CAM (NextDent, FormLabs, and Asiga) و الاكريل

التقليدي بعد الغمر في الماء المقطر لمدة 48 ساعة. حيث نتج عن بحثه ارتفاع في نتائج الامتصاص و الانحلالية للاكريل الخاص بال CAD/CAM مقارنة بالاكريل التقليدي مع أو بدون تعرضه لدورات حرارية. (16)

قد يُعزى هذا الاختلاف بالنتائج الى اختلاف مدة الغمر (48 ساعة) و وسط الغمر (الماء المقطر) الذي استخدمه الباحث عن المُستخدم في هذا البحث.

7- الاستنتاجات و التوصيات Conclusions and Recommendations:

1- تفوق الاكريل الخاص بال CAD/CAM على الاكريل التقليدي في خاصيتي الامتصاص و الانحلالية حيث كان التغيير في الوزن لاكريل ال CAD/CAM بعد الغمر باللعاب الاصطناعي لمدة شهر أقل بشكل ملحوظ.

2- لم يكن هناك تغيير هام في نتائج الامتصاص و الانحلالية على المدى الطويل (ستة أشهر) للراتنج الاكريلي الخاص بالCAD/CAM حيث كانت النتائج متقاربة مع ارتفاع ضئيل، بينما كان هناك فروق هامة احصائياً في نتائج الامتصاص بين فترات الغمر للراتنج الاكريلي التقليدي حيث ارتفعت القيم بعد ستة أشهر.

3- جميع المواد كانت مراعية لمعايير ال ISO مع وجود اختلاف بالخواص الميكانيكية للمواد حسب طريقة الصنع، حيث تمت ملاحظة تأثير ذلك على الامتصاص و الانحلالية للمواد المُقارنة.

4- نوصي باستخدام الراتنج الاكريلي الخاص بال CAD/CAM مع المرضى الذين يتعرضون لالتهاب فم متكرر مُسبب بالتعويض المتحرك أو المرضى الذين لديهم حساسية للراتنج الإكريلي.

5- نوصي بغمر الأجهزة المتحركة التقليدية أطول فترة ممكنة قبل تسليمها للمرضى .

References:

1. Alomari AW, Kassab NH, Mohammed NZ. Water sorption and solubility of two acrylic resin denture base materials polymerized by Infrared radiation. Al-Rafidain Dental Journal. 2019;19(1):20–31.

2. Manappallil JJ. Basic dental materials. JP Medical Ltd; 2015.

3. Infante L, Yilmaz B, McGlumphy E, Finger I. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. The Journal of prosthetic dentistry. 2014;111(5):351–5.

4. Andreescu CF, Ghergic DL, Botoaca O, Hancu V, Banateanu AM, Patroi DN. Evaluation of different materials used for fabrication of complete digital denture. Mater Plast. 2018;55(1):124–8.

5. Kedjarune U, Charoenworaluk N, Koontongkaew S. Release of methyl methacrylate from heat-curved and autopolymerized resins: Cytotoxicity testing related to residual monomer. Australian dental journal. 1999;44(1):25–30.

6. Tuna SH, Keyf F, Gumus HO, Uzun C. The evaluation of water sorption/solubility on various acrylic resins. European journal of dentistry. 2008;2(03):191–7.

7. Srinivasan M, Cantin Y, Mehl A, Gjengedal H, Müller F, Schimmel M. CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. Clinical oral investigations. 2017;21(6):2007–19.

8. Yanikoglu ND, DUYMUS ZY. Comparative study of water sorption and solubility of soft lining materials in the different solutions. Dental materials journal. 2004;23(2):233–9.

9. Williams JA, Billington RW, Pearson GJ. A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin-modified glass–ionomer cements. Journal of oral rehabilitation. 2001;28(1):41–7.

10. Lee HH, Lee CJ, Asaoka K. Correlation in the mechanical properties of acrylic denture base resins. Dental materials journal. 2012;31(1):157–64.

11. Iwaki M, Kanazawa M, Arakida T, Minakuchi S. Mechanical properties of a polymethyl methacrylate block for CAD/CAM dentures. Journal of Oral Science. 2020;19–0448.

12. Arima T, Murata H, Hamad T. The effects of cross-linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. Journal of oral rehabilitation. 1996;23(7):476–80.

13. Tabak LA. Structure and function of human salivary mucins. Critical Reviews in Oral Biology & Medicine. 1990;1(4):229–34.

14. ISO 20795:2013 Denture Base Polymers.

15. Hada T, Kanazawa M, Iwaki M, Katheng A, Minakuchi S. Comparison of mechanical properties of PMMA disks for digitally designed dentures. Polymers. 2021;13(11):1745.

16. Gad MM, Alshehri SZ, Alhamid SA, Albarrak A, Khan SQ, Alshahrani FA, et all. Water Sorption, Solubility, and Translucency of 3D-Printed Denture Base Resins. Dentistry Journal. 2022;10(3):42.12.