

# تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون

طالبة الدكتوراه: لبنى الجابي كلية طب الأسنان – جامعة حماه

اشراف الدكتور: حسين العيسى

## الملخص

تعد مادة الراتنج الأكريلي المصلبة بتقنية القولية بالضغط من أكثر المواد استخداماً في صنع الأجهزة الكاملة المتحركة منذ سنواتٍ عديدة.

إلا أن لهذه المادة عيوباً متعددة، ترتبط باستعمالها في قواعد الأجهزة المتحركة، مما دفع بالباحثين إلى التفكير في تجربة بدائل أخرى، فاتجهوا إلى استخدام تقنيات أخرى لتصليب مادة الراتنج الأكريلي نفسها، كما في حالة استعمال الراتنج الأكريلي المصلب بتقنية القولية بالحقن، والتي أثبتت أنها أفضل من القولية بالضغط في جوانب متعددة.

بينما فضل بعض الباحثين استبدال مادة صنع قاعدة الجهاز الراتنجية بمواد أخرى، فاستعملت قواعد الأجهزة المعدنية كبديلٍ أثبت تفوقه على الراتنج الأكريلي التقليدي في جوانب كثيرة.

هناك طرق عديدة تستخدم لعمل النماذج المستخدمة لصب قواعد الأجهزة المتحركة المعدنية، منها اليدوي التقليدي، و منها ما هو مرتبط باستخدام التقنيات الحديثة.

استخدم الباحثون العديد من تقنيات التصميم و التصنيع بمساعدة الحاسوب CAD/CAM لعمل هذه النماذج، و منها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

تشكل قواعد الأجهزة المتحركة بيئة تساعد في استعمار و نمو الكائنات الدقيقة الممرضة، و التي من أهمها المبيضات بأنواعها، و خصوصاً خمائر المبيضات البيض.

تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون

تقارن هذه الدراسة نمو مستعمرات المبيضات البيض على سطح كل من المادتين المذكورتين سابقاً.

**هدف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة المتحركة الكاملة المصبوبة من خلأئط معدن الكوبلت-كروم عن نماذج مطبوعة بطابعة ثلاثية الأبعاد صنعت باستخدام تقنية التصميم و التصنيع بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون.

**المواد والطرائق:**

تم صنع 10 أجهزة متحركة كاملة علوية بتقنية المناصفة، بحيث يكون نصف الجهاز من راتنج أكريلي حراري التماثر مقولب بالحقن، و نصفه الآخر من معدن الكوبلت-كروم المصبوب عن نموذج مطبوع بطابعة ثلاثية الأبعاد.

بعد تسليم الجهاز الكامل للمريض، تم تقييم استعمار المبيضات على سطح كل من المادتين في باطن الجهاز العلوي المتحرك باستخدام تقنية الطبع المعدلة، و ذلك بعد تسليم الجهاز بشهر واحد، و من ثم ثلاثة أشهر، و من ثم خمسة أشهر، وتم التعرف على المبيضات البيض عن طريق استخدام وسط زرعى مُلُون لمستعمرات المبيضات، بحيث يمكنه الكشف عن الأنواع الرئيسية من المبيضات حسب لون كل منها وفقاً لدليل الشركة المصنعة.

استخدم اختبار t ستيودنت للعينات المستقلة لمقارنة نمو مستعمرات المبيضات البيض على كل من سطح المعدن و الراتنج الأكريلي المحقون.

**النتائج:**

وجدت فروق ذات قيمة جوهريّة في عدد الوحدات المكونة لمستعمرات المبيضات البيض لكل سم<sup>2</sup> على سطح كل من المادتين بعد الشهر الأول، و الشهر الثالث، و الشهر الخامس.

بحيث كانت متوسطات أعداد الوحدات المكونة لمستعمرات المبيضات البيض لكل سم<sup>2</sup> على السطح المعدني لقواعد الأجهزة المتحركة أقل منها على سطح الراتنج الأكريلي المحقون.

#### الخلاصة والاستنتاجات:

ضمن حدود هذه الدراسة يمكننا أن نستنتج أن استعمار المبيضات البيض على القواعد المعدنية المصبوية من خلائط الكوبلت- كروم عن نماذج راتنج شمعي قابل للصب أقل من استعمارها على قواعد الأجهزة المتحركة المصنوعة من الراتنج الأكريلي المحقون.

**الكلمات المفتاحية:** التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب- الطباعة ثلاثية الأبعاد- الراتنج الأكريلي المحقون- كوبلت- كروم- المبيضات البيض- الوسط الزراعي الملون- الزرع بتقنية الطبع المعدلة.

## Evaluating the growth of candida albicans on removable complete dentures metal bases casted from printed patterns designed using CAD/CAM and injection molded acrylic resin

### Abstract

acrylic resin processed by compression molded technique had been used to manufacture the removable complete dentures bases for many years. However there are many disadvantages connected to the use of this material as a denture base, the reason that made the researches try to find a better alternatives whether by changing the processing technique: like in the case of using acrylic resins processed by injection molded technique which proved to be a better choice in many aspects, on the other hand some researchers preferred to use another material so they used metal bases as replacement for the ordinary acrylic denture base. There are many ways to make patterns for metal bases casting in dentures, including the manual traditional method, and methods wich are connected to new technologies.

Recently many researchers and practitioners used CAD-CAM technologies to make patterns for metal casting including 3D printing. Dentures create an environment that helps the localization and development of potentially virulent organisms, including different types of candida, especially candida albicans.

This study compares the candida albicans colonies growth on the two materials mentioned above as an advantage to the material studied.

**Purpose:** The purpose of this study is to evaluate the growth of candida albicans on removable complete dentures bases manufactured using CAD/CAM designed casted from 3D printed wax resin patterns and injection molded acrylic resin.

**Materials and Methods:** Split-palate maxillary complete dentures were fabricated for 10 edentulous patients. one-half of the palate was made in injection molded heat cure acrylic resin and the other half in Co-Cr metal palate that was casted from CAD-CAM 3D printed wax resin patterns for each patient in this study.

After denture delivery to the patients, the colonization of candida albicans was evaluated and specimens were collected at 1, 3, and 5

months using a modified imprint culture method. Speciation of *Candida albicans* was performed using a chromogenic culture medium. Two-sample t-test was employed to compare the growth of *Candida albicans* colonies on metal and injection molded resin surfaces.

**Results:**

Significant differences were observed in the *Candida albicans* colony forming units counts between both materials during the first, the third, and the fifth month.

The colony forming unit CFU/cm<sup>2</sup> means were less in Co-Cr casted metal denture bases surfaces comparing to the CFU/cm<sup>2</sup> means on injection molded resin denture surfaces.

**Conclusions:**

Within the limits of this study we can conclude that the colonization of *Candida albicans* were less on the metal bases than on the injection molded acrylic resin part of denture bases of the patients in this study .

**Keywords:** CAD-CAM- 3D printing - Injection molded resin- Cobalt-Chrome – *Candida albicans* -chrome agar- Modified imprint culture.

في عام 1937 قدم Walter Wright راتنج (متعدد الميثيل الميثاكريليت) Poly Methyl Methacrylate كمادة تستخدم في صناعة قواعد الأجهزة المتحركة و وجد الباحثون أنها المادة الفُضلى بين كل المواد التي استعملت في هذا المجال، و شاع استخدامها في الأربعينات. [4-1]

تستخدم هذه الراتجات بشكل واسع في مجال طب الأسنان ، وتعد المادة الأكثر استعمالاً في صنع قواعد الأجهزة المتحركة حتى يومنا هذا. [5]

من جانب الآخر، هناك عدة مساوئ لاستعمال الراتنج الأكريلي الاعتيادي المقولب بالضغط Compression molded acrylic resin في صنع قواعد للأجهزة المتحركة، منها تغيرات الأبعاد Dimensional changes [6-8]، و التسبب في الارتكاسات التحسسية الناتجة عن تسرب المونومر المتبقي Leaking residual monomer [9] allergy، و ضعف الناقلية الحرارية Low thermal conductivity، و انخفاض القساوة Low hardness [9-10]، و امتصاص الماء water sorption [11]، و الخشونة Roughness [12]، و قابليته لاستعمار الكائنات الدقيقة Microorganisms [13] colonization.

من أجل التغلب على عيوب الراتنج الأكريلي المقولب بالضغط، لجأ الباحثون إما إلى تغيير التقنيات المستخدمة في تصليب و قولبة الراتنج الأكريلي كما في تقنية الحقن، أو

إلى استبدال مادة الراتنج الأكريلي بموادٍ أخرى تستخدم كبديل لصنع قواعد الأجهزة المتحركة، مثل صنع قواعد الأجهزة المتحركة من الخلائط المعدنية.

▪ استخدام الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن كبديل يستخدم في صنع قواعد الأجهزة المتحركة **Injection molded resin as a denture base replacement**

قُدمت تقنية القولية بالحقن إلى عالم التعويضات المتحركة كبديل عن تقنية القولية بالضغط عام 1942، كإحدى الخيارات المطروحة على الطاولة للتغلب على مشاكل الراتنج الأكريلي التقليدي المقولب بالضغط.<sup>[14]</sup>

**مميزات الراتنجات المصنعة بتقنية القولية بالحقن مقارنةً بنظيرتها المصنعة بتقنية القولية بالضغط :**

تعد تقنية القولية بالضغط Compression molding من أحد أسباب حدوث التغيرات في أبعاد الراتنج الأكريلي حراري التماثر، مما دفع بالباحثين إلى استخدام تقنية الحقن Injection molding بغية الحد من تغير الأبعاد، و قد نجحت هذه التقنية في تحقيق هذا الهدف، بحيث تلغي قولبة الراتنج الأكريلي المستمرة بالحقن من اندخال الراتنج الأكريلي بين نصفي البوتقة، و تساهم في معادلة النقل التماثري عن طريق دفع المزيد من الراتنج الأكريلي باتجاه البوتقة أثناء التماثر.<sup>[15]</sup> كما تُظهر الأجهزة المتحركة المقولبة بتقنية الضغط تغيرات أكبر في أبعادها الأفقية و القطرية من تلك المقولبة بتقنية الحقن.<sup>[16]</sup>

اختبر Gharechahi و زملاؤه عام 2016 تغيير الأبعاد لنوعين من أنواع الراتنجات الأكريلية حرارية التماثر، والتي تقدمها شركة Ivoclar، والتي اعتبرت الراتنجات الأكريلية التي تقدمها هذه الشركة من أهم الراتنجات الأكريلية المستخدمة في صنع الأجهزة الكاملة، و كان أحد الراتنجات المستخدمة راتنجاً أكريلياً حراري التماثر مقولباً بالضغط Triplex Hot، والآخر كان راتنجاً أكريلياً حراري التماثر مقولباً بالحقن SR-Ivocap High Impact، و قد وجد الباحثون أن تغييرات الأبعاد كانت أقل في الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن عنها في الراتنج الأكريلي المقولب بالضغط.<sup>[17-16]</sup>

وجد Nogueira S.S و زملاؤه في بحثهم عام 1999، أن الأجهزة المتحركة المقولبة بتقنية الحقن كانت أكثر دقة في انطباقها من الأجهزة المتحركة المقولبة بتقنية الضغط، كما أنهم استنتجوا في بحثهم أن تقنية القولية بالحقن توفر الوقت، وتقلل من التعديلات المجرأة على الأجهزة بعد عملية التصليب.<sup>[14]</sup>

وجد Berger و زملاؤه في بحثهم المجرى عام 2006 أن سطوح الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن كانت الأقل خشونةً بين عينات الراتنج الأكريلي المصلبة بطرقٍ أخرى كالقولبة بالضغط، والمايكرويف، و المتماترة ذاتياً.<sup>[18]</sup>

تسهم نعومة سطح الجهاز الكامل في الحصول على بيئة فموية أكثر صحة، لأن الكائنات الدقيقة هي جزء لا يتجزأ من البيئة الفموية الطبيعية، فخشونة السطوح تساهم

بشكلٍ كبير في استعمار الكائنات الدقيقة على سطح الراتنج الأكريلي، التي ما تلبث أن

يتحول بعضها إلى كائنات ممرضة عند توافر الظروف الملائمة.<sup>[18]</sup>

أظهرت دراسة M. Aslanimehr و زملائه عام 2017 نمواً أقل للمبيضات على سطوح

الراتنجات المقولبة بالحقن منها على سطوح الراتنجات المقولبة بالضغط.<sup>[19]</sup>

أظهرت الدراسات أن كمية المبيضات البيض المعزولة على السطح الباطن للجهاز

المتحرك أكثر بكثير من المعزولة من سطح المخاطية المقابل لها.<sup>[19]</sup>

▪ استخدام الخلائط المعدنية كبديل يستخدم في صنع قواعد الأجهزة المتحركة

#### : Metal alloys as a denture base replacement

لقواعد الأجهزة الراتنجية الأكريلية خصائص ميكانيكية، و بيولوجية جيدة، إلا أنها أحياناً

قد تفشل بسبب القوى المضغية المفرطة، و قد تتسبب في استعمار الكائنات الدقيقة على

سطوحها، مما دفع بالممارسين للبحث عن موادٍ بديلة.<sup>[20-21]</sup>

أظهرت دراسات كثيرة أن قواعد الأجهزة المعدنية أكثر إراحةً للمرضى، و أقل تسبباً في

حرقة الفم burning sensation، و ردود الفعل التحسسية allergic reactions، و

أكثر مقاومة للكسر، و أفضل من الراتنج الأكريلي في الناقلية الحرارية مما يعطي

المرضى شعوراً أقرب إلى الطبيعي أثناء عملية المضغ خصوصاً مضغ الأطعمة

الساخنة، و شرب السوائل الساخنة، كما أن القواعد المعدنية أثبتت أنها أكثر انطباقاً، و

أقل في الثخانة مما يجعلها أكثر مساعدةً على الكلام، و أكثر محافظةً على الارتفاعات

تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون

السنخية المتبقية، كما أنها أكثر مقاومة للتشوه خصوصاً أثناء الحركات الجانبية للفك السفلي، و أقل تسبباً في القرحة sore spots، و أقل مساميةً، و أقل استعماراً بالكائنات الدقيقة. [20، 22-23]

يعد استعمال تقنية الشمع الضائع التقليدية lost-wax لصب القواعد المعدنية هو الطريقة الأكثر شيوعاً في عالم طب الأسنان، إلا أن ظهور الشوائب على سطح المعدن، و اعتماد هذه العملية على اليد العاملة بشكل كبير، واستهلاكها للوقت بحيث قد تتطلب عملية الصب التقليدية أسبوعاً على الأقل، أدى إلى البحث عن طرق بديلة في عمل نماذج الصفائح، و عملية الصب، لتتماشى مع حاجات الأطباء والمخابر في هذه الأيام، فقد أدى التطور في التصميم والتصنيع بمعاونة الحاسوب (CAD/CAM) technology إلى ابتكار طرق بديلة في تصميم وتصنيع جميع أنواع التعويضات ومنها التعويضات السنية المتحركة. [24]

وسّعت الاستراتيجيات الرقمية أفاق التطبيقات العلاجية المستخدمة في التعويضات المتحركة، نتيجة تحسين عملية التصميم و برتوكولات التصنيع، واستخدام مواد جديدة، مما قد يحسن من نتائج العمل، و خبرات المرضى العلاجية. [25-26]

▪ نمو واستعمار المبيضات البيض على قواعد الأجهزة المتحركة

**:Candida albicans growth and colonization on Dentures bases**

تساعد الأجهزة المتحركة في خلق بيئة مناسبة لاستعمار و نمو الكائنات الممرضة virulent organisms، و تساهم دقة انطباق الجهاز، و النظافة الفموية، وعوامل تتعلق بصحة المريض، في تطور التهاب الفم بالمبيضات، بحيث يمكن أن يصاب مرتدو الأجهزة الكاملة بالتهاب الفم بالمبيضات بنسبة 10% إلى 67%، ضمن مختلف فئاتهم العمرية. [27]

قد يعد السطح الداخلي للجهاز المتحرك العلوي impression surface of a maxillary denture مخزناً للكائنات الدقيقة، و من أهم أنواع هذه الكائنات، المبيضات البيض Candida albicans، فهي تعد من الفطور الفموية المسيطرة الممرضة في الظروف المناسبة لفعولها مثل نقص المناعة، بسبب قابليتها للالتصاق، و الانتشار على النسيج الرخوة، والصلبة، مكونةً لويحةً جرثومية ذات تركيب معقد. [28]

يعتمد هذا الأمر على التصاقها الأولي بالسطح الداخلي للجهاز المتحرك، والذي يعتمد بدوره على بعض خصائص هذا الجهاز نفسه كـ بعض الخصائص الفيزيائية المتعلقة بالمادة التي صنع الجهاز منها مثل: المسامية Porosity، وطاقة السطح الحرة surface free energy، و كره الماء Hydrophobicity، و الخشونة Roughness، و تتأثر هذه الخصائص جميعها بنوع المادة المستخدمة في صنع الجهاز المتحرك، و طريقة

تماثر هذه المادة، و التعديلات المجراة على سطوحها كإضافة الألياف، أو طلائه بمواد معينة. [29-30-31]

معظم مظاهر التهاب الفم بالمبييضات ترتبط بتكون الغلالة اللعابية Biofilm المحتوية على المبييضات البيض على سطوح التعويضات السنية، و تعمل الغلالة اللعابية Biofilm على سطح الجهاز المتحرك كطبقة حماية و خزان للكائنات الدقيقة الفموية عند تراكم اللويحة الجرثومية Plaque. [32]

قد تزيد الشوائب و الشووزات في باطن الجهاز من استعمار الكائنات الدقيقة على سطحه، حتى بعد عملية تنظيفه، مما قد يسمح بالتهابات متكررة في قبة الحنك. [28]

تعد الكائنات الدقيقة جزءاً طبيعياً من البيئة الفموية، إلا أن جهود الطبيب المبذولة في التقليل من تراكم اللويحة الجرثومية عن طريق زيادة صقل ونعومة سطح الجهاز المتحرك مثلاً قد يخفف من التحول للإمراضى لهذه الكائنات. [12]

تظهر الأبحاث أن التصاق اللويحة الجرثومية على سطوح الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن، أقل منه على نظيره المقولب بالضغط، مما يجعل المرضى الذين يرتدون مثل هذا النوع من الأجهزة أقل عرضة للإصابة بالتهاب الفم بالمبييضات الناتج عن ارتداء الأجهزة الكاملة Denture induced stomatitis. [19]

تعد قواعد الأجهزة المتحركة المصنوعة من المعدن فعالةً في تقليل نمو الفطور على سطوح الأجهزة الكاملة، مما يجعلها بديلاً جيداً عن الراتنج الأكريلي الاعتيادي المقولب

بالضغط لمرضى الدرد الكامل.<sup>[28]</sup> لهذه الأسباب السابقة، فقد تم تصميم هذه الدراسة لمقارنة فعالية كل من هذه المادتين في تقليل نمو واستعمار المبيضات البيض على سطح كلٍ منهما عند استعماله كقاعدةٍ للجهاز الكامل المتحرك.

#### هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة المتحركة الكاملة المصنوعة من خلاط معدن الكوبلت-كروم عن نماذج مطبوعة بطابعة ثلاثية الأبعاد صنعت باستخدام تقنية التصميم و التصنيع بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون.

#### المواد والطرائق Methods and Materials:

شمل البحث عشر مرضى يعانون من الدرد الكامل (علوي وسفلي)، ضمن المراجعين لقسم التعويضات السنّية المتحركة في كلية طب الأسنان في جامعة حماة. تم انتقاء أفراد العينة وفقاً للمعايير التالية:

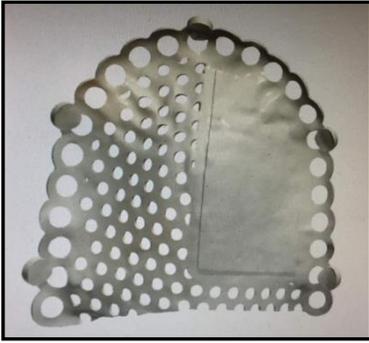
- ليس لديه أمراض جهازية معقدة كالسكري ، لأنها قد تؤثر على نتائج الدراسة.
- أن لا يكون لديه عادات قد تؤثر على نتائج الدراسة كالتدخين.
- الغشاء المخاطي الفموي يبدو سليماً وخالياً من المؤشرات الالتهابية.
- علاقة فكية طبيعية.
- نظافة فموية معتدلة، و إفراز لعابي طبيعي.
- ارتفاعات سنخية غير ممتصة بشكل زائد.
- لا تحتوي الأسناخ على بروزات عظمية أو مناطق تثبيت نسيجية كبيرة.
- لديه قدرة كافية على الفهم والإجابة على الأسئلة المطروحة عليه.
- أن يكون قادراً على الاتصال والتردد إلى الباحثين بعد تسليم الجهاز.
- التمتع بصحة عامة جيدة والخلو من الأمراض العضوية والنفسية.
- أن يكون المريض موافقاً على الاشتراك في هذا البحث.

تم عمل جهاز كامل علوي لجميع المرضى، مع ضمان وجود انطباق، و إطباق جيد، و صنع الجهاز العلوي بطريقة المناصفة Split technique بحيث يكون نصف السطح الباطن للجهاز من معدن الكوبلت-كروم المصمم بطريقة الحاسوب، بينما يغطي النصف الآخر بالراتنج الأكريلي المحقون بحيث تتماثل سطوح المادتين في الشكل و النسيج المماسية لها و الظروف المحيطة بها، حتى تتم عملية المقارنة بشكل دقيق، كان جميع المشاركين من مرضى الدرد الكامل العلوي والسفلي وتم عمل جهاز كامل سفلي أيضاً.

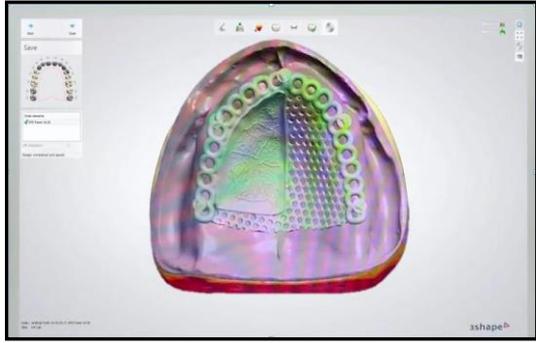
أُخذت الطبعة الأولية للفاك العلوي بمادة الطبع الألبينات (Cavix، هولندا) باستعمال طابع بلاستيكي، بعد فحصه ضمن الفم، و إجراء أية تعديلات لازمة للحصول على طبعة جيدة، ثم صبت بالجبس الحجري الأصفر من الصنف الثالث (Snowrock، كوريا)، و صنعت طوابع إفرادية أكريلية، و من ثم عمل طبعة الحواف بأقلام مركب الطبع (kemdent، المملكة المتحدة) و أخذت الطبعة النهائية بمعجون طبع أوكسيد الزنك والأوجينول (S.S White، المملكة المتحدة).

بعد أخذ الطبعة النهائية، تم تغليب الطبعة، و صبها بالجبس الحجري الأصفر من النوع الثالث (حسب تصنيف ISO 6873:2013)، بعدها تم إرسال المثال الجبسي إلى المختبر لتتم عملية مسح المثال بالماسح ثلاثي الأبعاد 3D scanner من شركة Edge، كوريا.

بعد حفظ ملفات المسح بصيغة STL (لغة الفسفساء القياسية Standard Tessellation أو لغة المثلثات القياسية Standard Triangle language) تم تصديرها إلى برنامج التصميم 3SHAPE complete restorative، الدانمارك) كما في الشكل (1) و (2)، لتصميم الصفيحة على النموذج الرقمي للمثال الذي تم مسحه سابقاً.



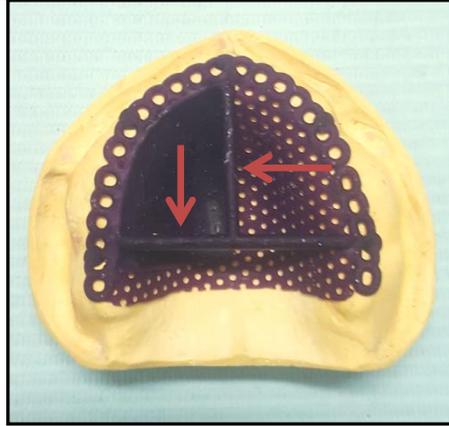
الشكل (2): التصميم الرقمي  
Digital design



الشكل (1): واجهة برنامج التصميم  
3Shape Design software interface

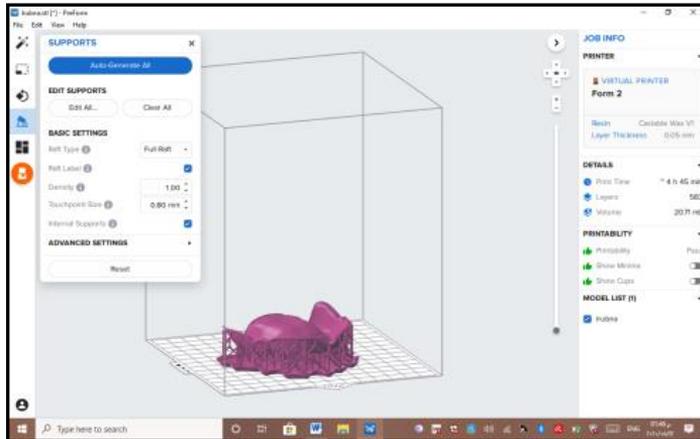
تم تزويد جميع التصاميم بعارضتي استقرار Stabilization Bars متعامدتين قطر كل منها 2.5 ملم كما في الشكل (3) طبقاً لتعليمات الشركة المصنعة، وذلك للتقليل من تقلص مادة الراتنج الشمعي أثناء عملية الطباعة، وتركت هاتان العارضتان أثناء عملية الصب، ومن ثم تمت إزالتها بعد انتهاء عملية صب المعدن.

تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون



الشكل(4): عارضتنا استقرار

Two Stabilization Bars



الشكل(4): واجهة برنامج Preform Preform software interface

بعد إنهاء عملية التصميم وحفظ ملف تصميم نموذج الصفحة المعدنية بصيغة ملف STL، تم استيراد هذا الملف إلى برنامج PreForm الخاص بشركة Formlabs كما في الشكل(4)، و يساعد هذا البرنامج في عملية إضافة العناصر الهيكلية الداعمة Supporting structures، و هي أعمدة صغيرة داعمة للنموذج المراد طباعته تتكون

من سقالة scaffolding، و من نقاط اتصال touch points، و قاعدة تسمى الأساس Raft، و تمس منصة الطباعة printer platform مباشرة، و يتم إزالة العناصر الهيكلية الداعمة Supporting structures عادةً بعد إتمام عملية الطباعة و الغسل قبل الصب، و يمكن التحكم في تصميم هذه العناصر أو إضافتها عن طريق برنامج PreForm بشكل أوتوماتيكي، باستخدام أحد خيارات البرنامج، و يجب الحرص أن يكون الجزء الباطن من الصفيحة موجهاً لأعلى، بحيث تتوضع العناصر الداعمة على السطح الخارجي للصفائح ولا تتداخل مع انطباق السطح الباطن للصفيحة على النسيج.

استعمل في طباعة نموذج الصفيحة الراتنج الشمعي القابل للصب Castable Wax Resin ذو اللون البنفسجي، و تصفه الشركة المصنعة بأنه راتنج أكريلي متصلب ضوئياً يحتوي في تركيبه على 20% من الشمع المُسال مما يسهل إتمام عملية الاحتراق قبل الصب، بحيث تكون قريبة من طريقة احتراق الشمع العادي، كما أن هذا النوع من الراتنجات المتصلبة ضوئياً لا يحتاج إلى عملية تصليب Curing بعد الغسل عقب عملية الطباعة، بهدف الحفاظ على دقة نماذج الراتنج الشمعي المطبوعة القابلة للصب بعكس الأنواع الأخرى القابلة للصب، و غير القابلة للصب المقدمة من نفس الشركة، والتي تحتاج إلى غسل عقب عملية الطباعة، ومن ثم عملية تصليب Curing.

استغرقت عملية طباعة كل نموذج من نماذج الصفائح الراتنج الشمعي القابل للصب حوالي ساعتين ونصف.

تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون

بعد إتمام عملية الطباعة، تم غسل نموذج الشمع الراتنجي القابل للصب بكحول الأيزوبروبيل Isopropyl alcohol بتركيز 99% بشكلٍ يدوي لأقل فترة ممكنة تكفي لإزالة بقايا الراتنج الشمعي من على سطح النموذج (حوالي 15 دقيقة)، و تم تركه لتتبخر بقايا كحول الغسل، وتم تسليط تيار هوائي خفيف لضمان جفاف جميع أجزاء النموذج قبل الصب حسب تعليمات الشركة المصنعة ، ومن ثم فصل العناصر الهيكلية الداعمة Supporting structures، باستعمال قرصٍ فاصل، والإبقاء على عارضتي الاستقرار قبل عملية كسو النموذج تمهيداً لعملية صب المعدن.

### صب نموذج الراتنج الشمعي المطبوع بطابعة ثلاثية الأبعاد Casting3D Printed :wax resin Patterns

تم صب نماذج الراتنج الشمعي المطبوعة بالطابعة ثلاثية الأبعاد بالتواؤم بين تعليمات كل من شركتي Formlabs الخاصة بصب الراتنج الشمعي، و القسم المخصص من دليل شركة Bego لصب النماذج المطبوعة بطابعة ثلاثية الأبعاد، و ذلك فوراً بعد إتمام عملية الطباعة، و الغسل بالكحول، و فصل العناصر الداعمة، و ذلك منعاً لتشوه النماذج المطبوعة نتيجة التقلص.<sup>[33]</sup>

### عملية التوتيد و الصب:

ثُبَّت وتدان منحنيان بقطر 3.5 ملم إلى أكثر الأجزاء صلابة من النموذج، ثم وصل مخروط الصب 5-10 ملم فوق أعلى نقطة من نموذج الصفيحة.

يجب الانتباه إلى أن الشمع الراتنجي القابل للصب أثقل ب 21% من الشمع القياسي. و

لمعرفة كمية المادة المثالية اللازمة لصب النموذج، تستعمل المعادلة التالية:

(وزن المعدن المطلوب في الشمع القياسي Standard wax weight)  $\times 1.21 =$  وزن

المعدن المطلوب في الراتنج الشمعي القابل للصب Castable Wax Max Weight .

على سبيل المثال إذا كنا نحتاج سبيكة من خليط المعدن لكل 0.75 غرام من الشمع

القياسي، فإن الوزن الصحيح عند استعمال الشمع الراتنجي القابل للصب سيكون سبيكة

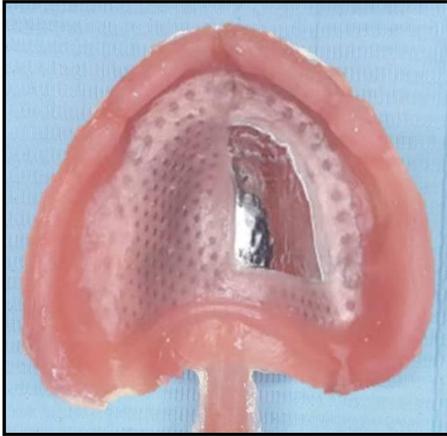
من خليط المعدن مقابل كل 0.91 غرام من الشمع الراتنجي القابل للصب.

جدول(1): عملية الإزالة بالإحماء القياسي Standard Burnout schedule :

الوصف	المرحلة	الوقت بالنسبة للحرارة	الحرارة بالدرجة المنوية
التصلب على الطاولة <b>Bench Setting</b>	ثبات	30 دقيقة	حرارة الغرفة
إدخال القالب <b>Insert Mold</b>	ارتفاع	50 دقيقة	5° مئوية/دقيقة
التجفيف <b>Drying</b>	ثبات	30 دقيقة	250° مئوية
الانتقال الحراري <b>Thermal Transition</b>	ارتفاع	45 دقيقة	7° مئوية/دقيقة
	ثبات	30 دقيقة	570° مئوية
عملية الإحماء <b>Burnout</b>	ارتفاع	-	7° مئوية/دقيقة
	ثبات	60 دقيقة	الحرارة النهائية لخليط المعدن 1050-950

تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون

بعد إنهاء عملية صب النموذج المطبوع من الراتنج الشمعي، و إنهاء الصفيحة المعدنية بالطرق الاعتيادية، تم متابعة الخطوات الاعتيادية في صنع الجهاز الكامل المتحرك، من تسجيل علاقة الفكين، ومن ثم إجراء التجربة السريرية، و تسميع الجهاز، ومن ثم طبخ الراتنج الأكريلي بطريقة الحقن، حيث استعملت كبسولات الراتنج الأكريلي حراري التماثر (كبسولات الراتنج الأكريلي حراري التماثر عالي المقاومة للصدم SR Ivocap High Impact، من صنع شركة Ivoclar vivadent، إمارة ليخيشتاين) و تم استخدام نظام الحقن المتكامل SR Ivocap® System لإتمام عملية حقن الراتنج الأكريلي ومن ثم تصليبه في الحمام المائي الملحق بنفس النظام.



الشكل(6): الجهاز الكامل العلوي بعد الطبخ  
Maxillary denture after processing



الشكل(5): الصفيحة المعدنية بعد عملية الصب  
Metal plate after casting



الشكل(8): الجهاز الكامل العلوي داخل الفم  
Maxillary denture in the oral cavity



الشكل(7): الجهاز الكامل العلوي بعد الإنتهاء و التلميع  
Maxillary denture post finishing and polishing

عقب إنهاء الأجهزة الكاملة بالطرق الاعتيادية، تمت عملية تسليم الأجهزة للمرضى، و أُجريت أية تعديلات لازمة لضمان ملائمة الأجهزة، كما أُجريت بعض التصحيحات الإطباقية اللازمة، و تم تزويد المرضى بالإرشادات الاعتيادية بعد تسليم الجهاز، كما تم تزويدهم بفرشاة ناعمة، و صابون سائل فقط، لإجراء عملية التنظيف عقب الوجبات، تبعاً لتعليمات جمعية طب الأسنان الأمريكية American Dental Association.

طُلب من المرضى مراجعة عيادة التعويضات المتحركة في جامعة حماة بعد مرور شهر من تسليم الجهاز المتحرك، و لزيارة ثانية بعد ثلاثة أشهر، و زيارة ثالثة بعد مرور خمسة أشهر على التوالي، و ذلك لفحص تكون المبيضات Candida في كل من نصفي الجزء الباطن للجهاز المتحرك العلوي، لمماثلة جميع الظروف المؤثرة في تكون المبيضات داخل

الفم قدر الإمكان، بحيث استخدمت تقنية الطبع المعدلة للزرع Modified imprint

culture method لفحص تكون المبيضات على نصفي الجهاز المتحرك، كما في

بروتوكول بحث Perezous و زملائها عام 2006.<sup>[28]</sup>

تحضير الأوساط الزرعية **Culture media**، والأدوات اللازمة لتطبيق تقنية الطبع

المعدلة:

تم تنفيذ هذا الجزء من البحث في مركز البحوث الملحق بكلية الطب البيطري- جامعة

حماة، و تم تحضير جميع الأوساط الزرعية وأطباق الزرع اللازمة حسب تعليمات

الشركات المصنعة لها في منصة تحضير العينات BIOCLEAN BENCH، صنع

شركة SANYO ، اليابان، و ذلك للحفاظ على العقامة قد الإمكان.

استخدمت في هذا البحث تقنية الطبع المعدلة **Modified imprint culture**

**method** كالآتي:<sup>[28، 34]</sup>

أُخذت اسفنجات سليولوزية معقمة مساحتها 2سم<sup>2</sup> مبللة مسبقاً ب10 ملل من الماء

الببتوني المخفف المعقم Buffered peptone water، إنتاج شركة Liofilchem،

إيطاليا، و من ثم ثبتت لمدة 60 ثانية على كل سطح أريد فحصه، في الجزء المعدني، و

الجزء الراتنجي من الجهاز، ثم وضعت كل اسفنجة في أنبوب اختبار مستقل يحتوي على

10 ملل الماء الببتوني المخفف المعقم، و من ثم ثبتت الأنابيب على الهزاز الكهربائي

المتعدد Multi Shaker، إنتاج شركة Tokyo Rikakikai Co Ltd، اليابان، لمدة

15 ثانية ليتم تحريك المحلول والعينة بداخله، ثم و باستعمال ممص، نُقل 0.1 ملل من المحلول الناتج عقب عملية الخلط إلى وسط الزرع chromagar، إنتاج شركة Liofilchem، إيطاليا، المحضر مسبقاً، و تم استعمال تقنية النشر على الطبق Spread- plate Method في عملية الزرع، بحيث نشر المحلول على سطح الوسط باستعمال قضيب زجاجي منحنى معقم تم تحضيره مسبقاً (خصص قضيب زجاجي معقم لكل عينة)، ثم تم الحضان في درجة 37° مئوية لمدة 48 ساعة في حاضنة Incubator، صنع شركة YAMATO، اليابان.

بعد عملية الحضان لمدة يومين ف، تم إخراج الأطباق من الحاضنة لبدء عملية العد، و المقارنة، و التسجيل.

تم كشف، و عد، و تمييز المبيضات البيض عن غيرها من المبيضات، عن طريق عد كل وحدة مكونة للمستعمرات حسب اللون الناتج.

تم عد الوحدات المكونة للمستعمرات Colony forming Unit –CFU على كامل الطبق كما في الشكل (11)، وتم تسجيلها في جدول، و تم مقارنة نمو المبيضات البيض على كل من جزئي السطح الباطن للجهاز المتحرك عن طريق الصيغة الآتية:

عدد الوحدات المكونة للمستعمرات في كل سم<sup>2</sup> واحد = (العدد الكلي للوحدات المكونة للمستعمرات على الطبق الزراعي ÷ 2) × (مقلوب معامل التمديد الذي استخدمناه و الذي يساوي 100)  
استخدمت طريقتان في عد الوحدات المكونة للمستعمرات إحداها هي الطريقة التقليدية، و الأخرى باستخدام برنامج Open CFU، و قد أثبت هذا البرنامج جودة عند استعماله في عدد من الأبحاث، و هو برنامج بسيط يتم إدخال صورة الطبق إلى واجهة البرنامج،

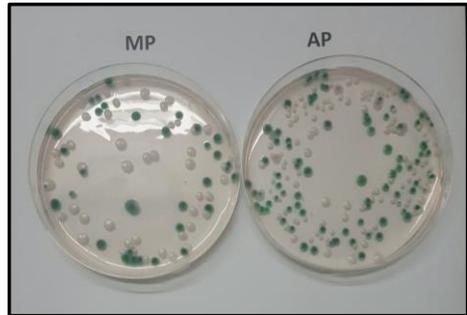
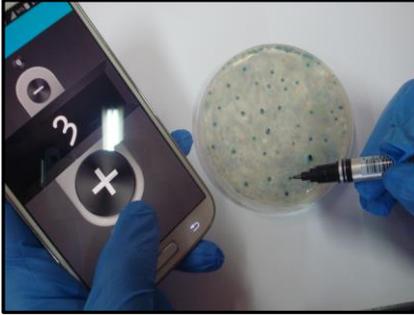
تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصنوعة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون

و يتم العد آلياً إما لجميع المستعمرات الموجودة في الطبق، أو يمكن تصنيف العد حسب درجة لون المستعمرات المطلوب عدّها حسب نوعها (تتلون مستعمرات المبيضات البيض بلون أخضر) حسب دليل الشركة المصنعة) فيتم تمييزها على الطبق و عدّها.



الشكل(9): أخذ العينات من الجزء المعدني في باطن الجهاز الشكل(10): حضان الأطباق في حاضنة 37° مئوية

Incubating plates in 37° C Imprint sampling from the metal part of the intaglio surface



الشكل(11): صور بعض أطباق الوسط الزرعي الشكل(12): عد الوحدات المكونة للمستعمرات يدوياً

Manual CFU counting

Some culture plates

## النتائج و الدراسة الإحصائية :Results and Statistical study

الجدول(2): نتائج مقارنة نمو المبيضات البيض على كلٍ من الجزء المعدني من قاعدة الجهاز العلوي المتحرك و جزء الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن المقابل محسوبةً بعدد الوحدات المكونة للمستعمرات في كل سم<sup>2</sup> (CFU/cm<sup>2</sup>)

عدد الوحدات المكونة لمستعمرات المبيضات البيض في السنتمتر المربع الواحد CFU/cm <sup>2</sup>						
النصف المصنع من الراتنج الأكريلي المحقون			النصف المصنع من خلانط الكوبلت الكروم المصبوب عن نموذج مطبوع بطابعة ثلاثية الأبعاد			
وقت الفحص	بعد شهر	بعد ثلاثة أشهر	بعد خمسة أشهر	بعد ثلاثة أشهر	بعد شهر	
1	150	300	350	250	300	500
2	150	200	250	250	350	550
3	100	300	400	300	400	550
4	150	250	300	250	350	500
5	150	300	400	300	450	550
6	100	250	350	250	350	500
7	200	350	400	300	400	600
8	150	350	450	350	400	550
9	250	350	400	300	400	600
10	300	400	450	350	450	600

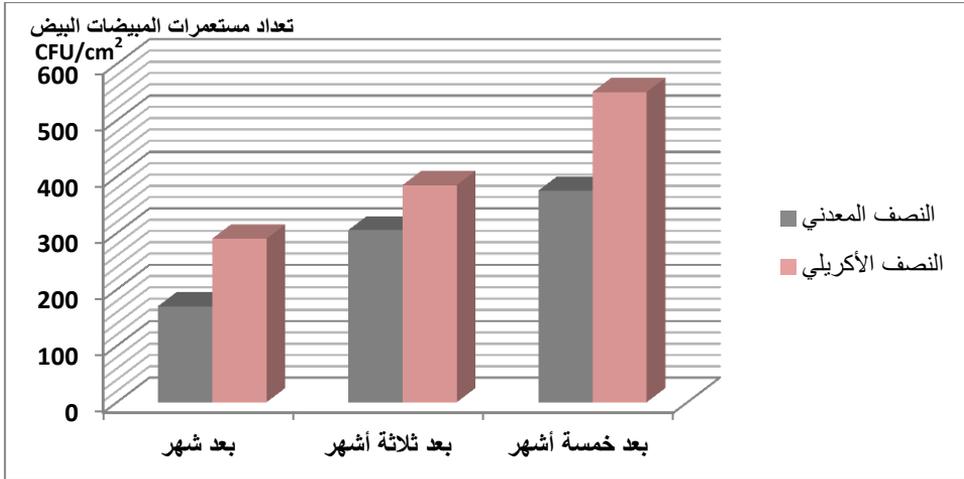
تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط كل من عدد الوحدات المكونة للمستعمرات CFU في كل سم<sup>2</sup> على كلٍ من الجزء المعدني من قاعدة الجهاز العلوي المتحرك و جزء الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن المقابل.

تقييم نمو المبيضات البيض على قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة المعدنية المصنوعة عن نماذج مطبوعة مصممة بمساعدة الحاسوب و الراتنج الأكريلي المحقون

الجدول(3): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لنتائج مقارنة نمو المبيضات البيض على كل من الجزء المعدني من قاعدة الجهاز العلوي المتحرك و جزء الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن المقابل محسوبة بعدد الوحدات المكونة للمستعمرات في كل سم<sup>2</sup> (CFU/cm<sup>2</sup>)

عدد الوحدات المكونة لمستعمرات المبيضات البيض في السنتمتر المربع الواحد CFU/cm <sup>2</sup>						
النصف المصنع من الراتنج الأكريلي المحقون			النصف المصنع من خلانط الكوبلت الكروم المصبوب عن نموذج مطبوع بطابعة ثلاثية الأبعاد			
وقت الفحص	بعد الشهر الاول	بعد الشهر الثالث	بعد الشهر الخامس	بعد الشهر الاول	بعد الشهر الثالث	بعد الشهر الخامس
المتوسط	170	305	375	290	385	550
الانحراف المعياري	60.20	56.78	60	38.72	45	37.41

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان المتغير المدروس، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط كل من في عينة البحث.



المخطط البياني(1): المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لتعداد الوحدات المكونة لمستعمرات المبيضات البيض على كل من النصف المعدني والنصف الأكريلي

## المناقشة Discussion:

تعد مادة الراتنج الأكريلي من أكثر المواد استخداماً في طب الأسنان عامةً و في التعويضات المتحركة خاصةً، وهي من أقدم المواد المستخدمة في صنع قواعد الأجهزة المتحركة [36-35]

دُرست فطور المبيضات البيض *Candida albicans* لأنها تعد كثر أنواع المبيضات عزلاً من آفات التهاب الفم بالمبيضات. [37]

أُخذت العينات من باطن الجهاز، نظراً لأن هذا النوع من المبيضات (المبيضات البيض) يتواجد بأعداد أكثر على سطوح الجزء الباطن من التعويض المتحرك، مقارنةً بالمخاطية الفموية المقابلة له، حيث أن هذا الجزء من التعويض يعمل كمخزن للكائنات الدقيقة. [38]

استعمل الراتنج الأكريلي المقولب بالحقن *Injection molded resin* في هذه الدراسة نظراً لدقة انطباقه [14]، و نعومة سطحه [12] مقارنة بالراتنج الأكريلي المقولب بالضغط، مما يؤثر بشكل مباشرٍ على استعماره بالكائنات الدقيقة، و التي من ضمنها المبيضات البيض، فكلما زادت نعومة السطح قل استعماره من قبل الكائنات الدقيقة. [12-13، 39]

استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد لعمل نماذج الصفائح من الراتنج الشمعي، نظراً لحدائثة تقنيات التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب، و سهولة التحكم بالتصميم حاسوبياً، و الحصول على نتيجة مقاربة من حيث خصائص سطح النماذج، كما تساهم هذه التقنيات في توفير الوقت، و الجهد. [40]

استخدمت قواعد الأجهزة المتحركة المصبوبة من خلائط الكوبلت- كروم في هذه الدراسة، لأنها تعتبر بديلاً جيداً عن القواعد المصنوعة من الراتنج الأكريلي الاعتيادي المقولب بالضغط، بسبب مقاومته للكسر، كما أنه أكثر إراحةً للمريض، و يقلل من الشعور بالحرق، و التفاعلات التحسسية، و أهم نقطة هو تقليله من استعمار الجهاز بالكائنات الدقيقة مقارنة بنظيره الراتنجي المقولب بالضغط.<sup>[41]</sup>

كان الهدف البحثي من استخدام تقنية المناصفة split- palate توحيد الظروف السريرية المؤثرة على المادتين اللتين يتكون منهما الجهاز ضمن فم المريض، و توحيد منطقة الدراسة ضمن الفم قدر الإمكان، و توحيد المدة الزمنية، و الظروف الفموية ضمن فم المريض الواحد، كي تكون نتيجة اختبار المقارنة أدق ما يمكن، بدون التعرض لمتغيرات قد تنتج عن عمل جهازين مختلفين، في فترتين زمنيتين مختلفتين لنفس المريض، والتي قد يشوب نتائجها حدوث بعض التغيرات في صحة المريض و مناعته مثلاً في فترة استخدام إحدى الجهازين، إذا تم عمل جهازين مستقلين، و هذا النموذج في دراسة الكائنات الدقيقة و المبيضات موجود في أكثر من دراسة مثل دراسة Leticia F. Perezous و زملائها عام 2006<sup>[28]</sup>، و دراسة Al kaldi التي أجريت عام 2012<sup>[42]</sup>

وجد في هذه الدراسة أن الصفيحة المعدنية المصبوبة باستخدام خلائط معدن الكوبلت كروم أقل استعماراً بالمبيضات من الصفيحة المصنوعة من الراتنج الأكريلي المقولب

بالحقن، ويتفق هذا الاستنتاج مع دراسة أجراها Pryor، حيث لاحظ أن للقواعد المعدنية تأثيراً مانعاً لنمو الكائنات الدقيقة.<sup>[43]</sup>

كما يتفق مع نتائج دراسة Perezous. L و زملائها عام 2006، إلا أنه و في بحثها قارنت نمو أنواع المبيضات على الراتنج الأكريلي المقولب بالضغط، والصفائح المعدنية المصنعة من خلانت النيكول- كروم- بيريليوم.<sup>[28]</sup>

أظهرت الصفائح المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة بطابعة ثلاثية الأبعاد في هذه الدراسة فعاليتها في تقليل نمو المبيضات البيض، و قد ترتبط هذه النتيجة بنعومة سطح المعدن مقارنة بالراتنج الأكريلي<sup>[44]</sup>، مما قد يؤثر مباشرة في ارتباط الكائنات الدقيقة ومن ضمها المبيضات البيض على سطوح هذه الأجهزة المتحركة.<sup>[12-13]</sup>

ربما ترتبط هذه النتيجة بأن قواعد الأجهزة المعدنية أفضل من الراتنجية في المحافظة على ثبات الأبعاد، و دقة انطباقها إلى سطح النسيج تحتها<sup>[45-46]</sup>، قد تساهم الأجهزة سيئة الانطباق بتراكم المبيضات على سطوحها.<sup>[47]</sup>

تُظهر بعض الدراسات أن القواعد المصبوبة من خلانت الكوبلت- كروم يمكن أن تشكل كمية أقل من الغلالة اللعابية السلبية Passive film، وتكون في خلانت الكوبلت- كروم أقل منها في الخلانت المعدنية الأخرى، كما أنها أقل نفاذية، مما يجعل كمية الغلاف الغلالة اللعابية المتكدسة Biofilm التي تلتصق على سطح القواعد المعدنية المصنوعة

من خلائط الكوبلت- كروم أقل منها على سطوح الخلائط المعدنية الأخرى بشكل واضح،

مما قد يفسر تفوقه في منع نمو الكائنات الدقيقة. [48]

كما قد يفسر التأثير الإيجابي لقواعد الأجهزة المصبوبة من خلائط الكوبلت- كروم في

التقليل من نمو الكائنات الدقيقة بقلّة الطاقة الحرة surface free energy على

سطوحها مقارنة بالراتنجات الأكريلية المقولبة بالضغط، و المقولبة بالحقن. [49]، مما يقلل

من تراكم اللويحة، والتصاق الكائنات الدقيقة، و من ضمنها المبيضات البيض. [50-51]

### الاستنتاجات : Conclusions

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استنتاج أنه:

- كان نمو المبيضات البيض في جميع الفترات الزمنية المدروسة أقل على سطوح القواعد المعدنية المصبوبة عن نماذج راتنج شمعي قابل للصب مطبوعة بطابعة ثلاثية الأبعاد، عنها على سطوح القواعد الراتنجية المصنعة من الراتنج حراري التماثر المقولب بتقنية الحقن.

### التوصيات و المقترحات : Recommendations and Suggestions

- نوصي باستعمال الخلائط المعدنية في صنع قواعد الأجهزة الكاملة المتحركة، خصوصاً في المرضى الذين لديهم قابلية أكبر للإصابة بالتهابات الفم بالمبيضات البيض.

- نقترح عمل المزيد من الدراسات للبحث في أسباب تفوق القواعد المعدنية المصبوبة عن نماذج مطبوعة بطابعة ثلاثية الأبعاد على الراتنج الأكريلي المحقون في تقليل نمو المبيضات البيض على سطحها، مثل دراسة بعض الخصائص الفيزيائية للمواد التي صنعت منها هذه الصفائح كمسامية السطح، و نسبة وجود الشوائب و الشووزات، و التوتر السطحي ، وكره الماء.
- نقترح إجراء دراسات تقارن تراكم المبيضات على الصفائح المعدنية المصبوبة عن تشميع يدوي، والمصبوبة عن بعض النماذج المصممة و المصنعة بواسطة الحاسوب كنماذج مطبوعة بطابعة ثلاثية الأبعاد، و مفرزة من شمع.

**:المراجع References**

1. CRAIG R, POWERS J, WATAHA J . 2004 -**Dental materials: Properties and manipulation.** Mosby, 8th ed , p. 285.
2. MENG T, LATTA M . 2005, Physical properties of four acrylic denture base resins, **Journal of Contemporary Dental Practice,** pp. 93-100.
3. PHOENIX A, 1996, Denture base materials, **Dental Clinical North,**40,pp. 113-120.
4. RAY N,2001, **Dental Materials Sciences,** pp. 1-17, 28-37.
5. BAYRAKTAR G, et.al . 2006. Influence of Polymerization Method, Curing Process, and Length of Time of Storage in Water on the Residual Methyl Methacrylate Content in Dental Acrylic Resins **Journal of Biomed Material Research B Appl Biomater.,** Vol. 76, 2, pp. 340-5.
6. DUYMUS, Z.Y. and N.D. YANIKOGLU, 2004, Influence of a thickness and processing method on the linear dimensional change and water sorption of denture base resin. **Dental materials journal.**. 23(1): p. 8-13.
7. Park, H.-W., C.-W. Kim, and Y.-S. Kim, 2001. A comparative study on the accuracies of resin denture bases and metal denture bases. **J Korean Acad Prosthodont,** 39(3): p. 250-9.
8. Rathee, M., M. Bhoria, and P. Boora, 2014. **INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN DENTISTRY** ORAL REHABILITATION WITH METAL BASE COMPLETE DENTURE FOR PATIENT WITH ORAL LICHEN PLANUS. 4 (4): p. 117-122.
9. Nandal, S., et al., 2013. New era in denture base resins: a review. **Dental Journal of Advance Studies,** 1(03): p. 136-143.
10. Ghafari, T., R.F. HAMED, and B. Ezzati, 2014. Does addition of silver nanoparticles to denture base resin increase its thermal conductivity? **Journal of Dental School,** 32(3): p. 2014.
11. Shah, J., et al., 2014. Comparative evaluation of sorption, solubility and microhardness of heat cure polymethylmethacrylate denture base resin & flexible denture base resin. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR,** 8(8): p. ZF01.

12. Berger, J.C., et al., 2006. Surface roughness of denture base acrylic resins after processing and after polishing. **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, 15(3): p. 180-186.
13. Lamfon, H., 2005 Investigation into the formation and susceptibility of Candida albicans biofilms and denture plaque in vitro. **UNIVERSITY OF LONDON THESIS**, , University of London.
14. Nogueira, S.S., R.E. Ogle, and E.L. Davis, 1999. Comparison of accuracy between compression-and injection-molded complete dentures. **The Journal of prosthetic dentistry**, 82(3): p. 291-300.
15. Rickman, Luke J., Pavinee Padipatvuthikul, and Julian D. Satterthwaite. "Contemporary denture base resins: Part 1." **Dental update** 39.1 (2012): 25-30.
16. Gharechahi, J., et al., 2014. Dimensional changes of acrylic resin denture bases: Conventional versus injection-molding technique. **Journal of dentistry** (Tehran, Iran), 11(4): p. 398.
17. Gharechahi, J, et al., 2016.Effect of Molding Technique on Two Physical Properties of Acrylic Resin Specimens. **The New York State Dental Journal**, 82(4): p. 38-44.
18. Berger, Julie C et al, 2006, Surface roughness of denture base acrylic resins after processing and after polishing, **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, (15)3,p: 180-186.
19. Aslanimehr, M., et al., 2017.Comparison of Candida Albicans adherence to conventional acrylic denture base materials and injection molding acrylic materials. **Journal of Dentistry**, 18(1): p. 61.
20. Belfiglio, E.J., 1987. Using metal bases in making complete dentures. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 58(3): p. 314-317.
21. Ohkuba, C., et al., AbeM., Hosoi T. 2001.comparative study of maxillary complete dentures constructed of metal base and metal structure framework. **Journal of oral rehabilitation**, 28(1): p. 49-56.
22. Gomaa, F.A.M. and Z.H. Helal, 2010, Isolation and Identification of Microorganisms Associated With Removable

- Denture: Prevalence of Non Oral Pathogens., Egypt. **Acad. J. Biolog. Sci.**
23. O'Donnell, L.E., et al., 2016. Dentures are a reservoir for respiratory pathogens. **Journal of Prosthodontics**, 25(2): p. 99-104.
24. Wu, J., et al., 2010. A feasibility study on laser rapid forming of a complete titanium denture base plate. **Lasers in medical science**, 25(3): p. 309-315.
25. Campbell, S.D., et al., 2017. Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *The Journal of prosthetic dentistry*, 118(3): p. 273-280.
26. AlHelal, A., et al., 2017. Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: a clinical study. **The Journal of prosthetic dentistry**, 117(2): p. 233-238.
27. Pusateri, C.R., E.A. Monaco, and M. Edgerton, 2009. Sensitivity of *Candida albicans* biofilm cells grown on denture acrylic to antifungal proteins and chlorhexidine. **Archives of oral biology**, 54(6): p. 588-594.
28. Perezous, L.F., et al., 2006. The Effect of Complete Dentures with a Metal Palate on *Candida* Species Growth in HIV-Infected Patients. **Journal of prosthodontics**, 15(5): p. 306-315.
29. Yildirim, M., et al., 2005. Adherence of *Candida albicans* to glow-discharge modified acrylic denture base polymers. **Journal of oral rehabilitation**, 32(7): p. 518-525.
30. AlBin-Ameer, et al., 2020, Effect of Protective Coating on Surface Properties and *Candida albicans* Adhesion to Denture Base Materials, **Journal of Prosthodontics**, (29)1, 80-86.
31. Pereira-Cenci, et al., 2008, Development of *Candida*-associated denture stomatitis: new insights, **Journal of applied oral science**, (16)2, p 86-94.
32. Chandra J, Mukherjee PK, Leidich SD, et al: 2001. Antifungal resistance of candidal biofilms formed on denture acrylic in vitro. **J Dent Res**;80:903-908.
33. Tasaka, A., et al., 2020. Accuracy of removable partial denture framework fabricated by casting with a 3D printed pattern and

- selective laser sintering. **journal of prosthodontic research**, 64(2): p. 224-230.
34. Arendorf, T. and D. Walker, 1979. Oral candidal populations in health and disease. **British dental journal**, 147(10): p. 267-272.
35. Chandrasekhar, Harshine et. al. Cytotoxic effects of acrylic denture base materials among undergraduate dental students. 2019 **Drug Invention Today**, Vol. 11 Issue 9, p2032-2035.
36. NAKAMURA M, TAKAHACHI H, HAYAKAWA I, 2007, Reinforcement of denture base resins with short rod-glass fibers, **Dental materials journal**, Vol. 26, 5, pp. 733-783.
37. Gacon, I., J.E. Loster, and A. Wieczorek, 2019. Relationship between oral hygiene and fungal growth in patients: users of an acrylic denture without signs of inflammatory process. **Clinical Interventions in Aging**, 14: p. 1297.
38. Verran, J., G. Lees, and A.P. Shakespeare, 1991. The effect of surface roughness on the adhesion of *Candida albicans* to acrylic. **Biofouling**, 3(3): p. 183-191.
39. Morgan, T. and M. Wilson, 2001. The effects of surface roughness and type of denture acrylic on biofilm formation by *Streptococcus oralis* in a constant depth film fermentor. **Journal of applied microbiology**, 91(1): p. 47-53.
40. Al Essa, H.A., 2019. CAD/CAM in prosthodontics: A gate to the future. **International Journal of Applied Dental Sciences**, 5(3): p. 394-397.
41. Hummel, S.K., et al., 1999. A pilot study to evaluate different palate materials for maxillary complete dentures with xerostomic patients. **Journal of prosthodontics**, 8(1): p. 10-17.
42. Al khaldi.et.al, 2012, Comparative study on the microbial adhesion to acetal resin and metallic removable partial denture, **Indian Journal of Dentistry**, (3)1, p1-4.
43. Pryor, W., 1928. Swaged denture bases. **The Journal of the American Dental Association**, 15(7): p. 1281-1288.
44. Nishioka, M., et al., 2006. Influence of polishing of denture base resin and metal surfaces on wettability with water and saliva. **Dental materials journal**, 25(1): p. 161-165.

45. Moore, F., 1967. Organic or metal bases for dentures. **The Journal of prosthetic dentistry**, 17(3): p. 227-231.
46. Arafa, K.A., 2016. Effect of different denture base materials and changed mouth temperature on dimensional stability of complete dentures. **International journal of dentistry**, 2016.
47. Coco, B., et al., 2008. Mixed *Candida albicans* and *Candida glabrata* populations associated with the pathogenesis of denture stomatitis. **Oral microbiology and immunology**, 23(5): p. 377-383.
48. Urushibara, Y., et al., 2014. An analysis of the biofilms adhered to framework alloys using in vitro denture plaque models. **Dental Materials Journal**, 33(3): p. 402-414.
49. Sipahi, C., N. Anil, and E. Bayramli, 2001. The effect of acquired salivary pellicle on the surface free energy and wettability of different denture base materials. **Journal of dentistry**, 29(3): p. 197-204.
50. Minagi, S., et al., 1985. Hydrophobic interaction in *Candida albicans* and *Candida tropicalis* adherence to various denture base resin materials. **Infection and immunity**, 47(1): p. 11-14.
51. Quirynen, M., et al., 1990. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation: an in vivo study in man. **Journal of clinical periodontology**, 17(3): p. 138-144.