الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم تعويضات الأسنان المتحركة

دراسة مخبرية مقارنة لالتصاق المبيضات و خشونة السطح في مواد الراتنج حراري التماثر وPolyetheretherketone و خليطة Chrome Cobalt

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في اختصاص

تعويضات الأسنان المتحركة

إعداد:

محمد مسلم رياض شفة

إشراف

الأستاذ مساعد الدكتور: عمار المصطفى

2025م

تصريح

لا يوجد أي جزء من هذه الأُطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو أُنجز للحصول على شهادة أُخرى في هذه الجامعة أو في أي جامعة أُخرى أو أي معهد تعليمي .

Dedication الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم ... نبدأ ان يكون العمل كله خالصا لله ... و

الحمد لله على نعمة الإتمام ...

بعد بسم الله الرحمن الرحيم، نبدأ بقوله تعالى ﴿ وَوَصَّيْنَا الْإِنسَانَ بِوَالِدَيْهِ حَمَلَتْهُ أُمُّهُ وَهْنًا عَلَىٰ وَهْنٍ وَفِصَالُهُ فِي عَامَيْنِ أَنِ اشْكُرْ لِي وَلِوَالِدَيْكَ إِلَيَّ الْمَصِيرُ﴾ صدق الله العظيم.

عن أبي هريرة رضي الله عنه: جاء رجل إلى رسول الله ﷺ فقال: يا رسول الله، من أحق الناس بحسن صحابتي؟ قال: أمك قال: ثم من؟ قال: أمك، قال: ثم من؟ قال: أمك، قال: ثم من؟ قال: أبوك.

و بهذا أتقدم بداية بإهداء هذا العمل المتواضع إلى قدوتي الاولى و بوصلة دربي ... إلى من أفنت حياتها و جسدها لتعلمني أن أنجز علمي و عملي بإخلاص و أمانة.

إلى الروح الغائبة الحاضرة في كياني ... إلى روح والدتي المرحومة الغالية رحمها الله وأسكنها فسيح جنانه.

إلى والدي الغالي وقدوتي في الحياة ... أطال الله في عمره و أعطاه دوام الصحة و العافية .

إلى عزيزتا قلبي وسندي فخري في دنياي ... المهندسة نورا و الدكتورة رغد.

إلى رفيقة دربي و حبيبتي ... زوجتي الغالية.

إلى قمرا منزلي و فلذتا كبدي اللتان انارتا حياتي ... رفيف و سما.

إلى كل من دعمني و ساندني بإتمام هذا العمل و الوصل إلى لذة النجاح ... زملائي و أصدقائي الأعزاء.

و إلى كل من ساهم و كان له الفضل بإتمام رسالة الماجستير من أساتذتي الكرام ... أطال الله في عمركم و أدامكم منارة و نبراس على درب المعرفة.

كلمة شكر

إلى من كان له فضل عظيم في مسيرتي العلمية، جزاه الله عني كل خير **الأستاذ الدكتور عمار المصطفى ....**

الذي شرفني بالإشراف على هذه الرسالة، و كان خير عون لي بما قدمه لي من دعم و علم و معرفة، فله مني كل المحبة و التقدير و الاحترام.

كما أتوجه بجزيل الشكر للأساتذة الكرام الأستاذ الدكتور**علاء سلوم** و الأستاذة الدكتورة **سمر سلامة** لقبولهما المشاركة في تحكيم هذه الرسالة وإغنائها بملحوظاتهم و نصائحهم التي ارتقت بالبحث و أغنته و كان لهم عظيم الفضل و الإمتنان.

والشكر الجزيل أيضا للسادة الأساتذة أعضاء قسم تعويضات الأسنان المتحركة على رعايتهم للبحث،و أخص بالذكر الأستاذ الدكتور مهند السعدي , الأستاذ الدكتور إياد الشعراني , الأستاذ الدكتور **غسان الوزير**, الأستاذ الدكتور **عمر ترياقي** , الأستاذ الدكتور **جمال صقر**. لما بذلوا من عطاء خلال فترة دراستي.

وأتوجه بالشكر إلى الصرح التعليمي كلية طب الأسنان ممثلة بالأستاذ الدكتور **خلدون درويش** عميد كلية طب الأسنان والأستاذ الدكتور **مهند لفلوف** نائب عميد الكلية للشؤون العلمية

والأستاذ الدكتور عمر حشمة نائب عميد الكلية للشؤون الإدارية وذلك للجهود الكبيرة التي بذلوها لإنجاح مسيرة البحث العلمي في الكلية.

كما أتقدم بجزيل الشكر لكل من مخبر تيد للتعويضات السنية ممثلة بالسيد رائد سمية ومخبر الزهراء ممثلة بالسيد الدكتور رضا المونس وعدنان أبوطراب والمخبري نزار أبوطراب والمخبري مهند كمال لما قدموا لي من يد العون في إتمام البحث.

كما أتقدم بعظيم الشكر والامتنان لكل من : د .عبد الرحمن خاروف , د. رعد هنداوي , د. أدهم فروخ , د.سعيد أبو العيال, د. حسام شفة.

وفي الختام أتقدم بخالص شكري وتقديري لكل من نصح و وجه وأرشد من أجل إخراج هذه الدراسة إلى النور.

قائمة المحتويات List of Contents

الموضوع **الصفحة**

الملخص باللغة العربية : **1**

المقدمة : **3**

هدف البحث : **4**

الباب الأول : المراجعة النظرية **6**

1 – 1. متطلبات الأساسية لمادة القواعد السنية :..... **7**

1 – 2. الراتنج الإكريلي حراري التماثر :..... **9**

1 – 2 – 1. التركيب الكيميائي للمسحوق :..... **9**

1 – 2 – 2. التركيب الكيميائي للسائل :..... **10**

1 – 3. خلائط الكروم كوبالت :..... **11**

1 – 3 – 1. تركيب خليطة الكروم كوبالت :..... **11**

1 – 4. البولي إيثر إيثر كيتون :..... **13**

1 – 4 – 1. تركيب البولي إيثر إيثر كيتون :..... **14**

1 – 4 – 2. البلمرة والتصنيع :..... **14**

1– 4 – 3. مواصفات مادة PEEK :..... **15**

1– 4 – 5. استخدامات مادة PEEK :..... **16**

1– 5. التقنيات الرقمية في طب الأسنان CAD–CAM:..... **18**

1 – 6. دراسة المبيضات وارتباطها مع خشونة سطح لكل من PEEK وراتنج حراري التماثر وخليطة كروم كوبالت

:..... **21**

1 – 6 – 1. خشونة السطح :..... **21**

1 – 6 – 2. فطور المبيضات :..... **22**

1 – 6 – 2 – 1. التهاب الفم بسبب الأجهزة السنية :..... **22**

1 – 7. الدراسات السابقة :..... **24**

1– 7 – 1. التصاق المبيضات :..... **24**

1 – 7 – 2. خشونة السطح :..... **25**

الباب الثاني : المواد والطرائق **27**

2 – 1 العينة :..... **28**

2 – 2 مواد البحث :..... **28**

2 – 2 – 1. مواد صنع العينات :..... **28**

2– 2 – 2. المواد الخاصة بالدراسة الفطرية :..... **30**

2 – 2 – 3. الأجهزة المستخدمة :.....**32**

3-2 الطرائق :..... **35**

الباب الثالث : النتائج والدراسة الإحصائية **45**

3-1 وصف العينات :..... **46**

3 – 2 الدراسة الإحصائية التحليلية :..... **47**

3 – 2 – 1 دراسة خشونة السطح :..... **47**

3 – 2 – 2 دراسة التصاق المبيضات :..... **50**

الباب الرابع : المناقشة **55**

4-1 مناقشة خشونة سطح عينة الدراسة :..... **56**

4-2 مناقشة الدراسة الفطرية :..... **58**

4-3 مناقشة نتائج ارتباط خشونة السطح بالتصاق المبيضات وفقًا للمادة المدروسة :..... **61**

الباب الخامس : الاستنتاجات **63**

الباب السادس : المقترحات والتوصيات **65**

6 – 1. المقترحات :..... **66**

6 – 2. التوصيات :..... **67**

الباب السابع : المراجع **68**

الملخص باللغة الإنجليزية **84**

قائمة الأشكال List of Figures

رقم الشكل	الشرح	رقم الصفحة
1-2	الراتنج الأكريلي حراري التماثر Vertex Regular	29
2-2	أقراص (PEEK) المصممة للاستعمال غلى جهاز CAD/CAM	29
3-2	أقراص شمعية (Wax Blank) المصممة للاستعمال على جهاز CAD/CAM	29
4-2	معدن كروم – كوبالت	29
5-2	ورق زجاج متدرج الخشونة (400–600–800–1000–1200)	30
6-2	جبس حجري محسن	30
7-2	مسحوق كاسي	30
8-2	أنابيب معقمة	31
9-2	أطباق بتري	31
10-2	غراء سابورو (Liofilchem – Italy)	31
11-2	مرق سابورو (HiMedia Laboratories – India)	31
12-2	غراء غلوكوز سابورو كلورمافينكول أكتيديون	31

13-2	جهاز النحت CAD / CAM شركة Roland (DWX-51D)	33
14-2	جهاز تصليب الراتنج الأكريلي حراري التماثر	33
15-2	جهاز قياس خشونة السطح ,Hand-held Roughness Tester TR200	33
16-2	بواتق معدة لتصليب الراتنج حراري التماثر	33
17-2	معقمة الصاد الموصد	33
18-2	فرن حراري وجهاز طرد مركزي لصب المعدن	34
19-2	ماص حجمي مدرج 10-100 ميكروليتر	34
20-2	حاضنة PIF400	34
21-2	مجهر ضوئي	34
22-2	القطع الشمعية المنحوتة باستخدام CAD/CAM	36
23-2	إذابة بقايا الشمع ثم عزل الجبس بالسلكات	36
24-2	العينات الأكريلية بعد الطبخ	36
25-2	تصميم العينات ببرنامج Exocad 2019 matera	37
26-2	عينات (PEEK) بعد النحت	37
27-2	نحت العينات على أقراص شمعية باستخدام CAD/CAM	38

2-28	كسو العينات الشنعية بالمسحوق الكاسي	38
2-29	إذابة الشمع وإحماء البوتقة	38
2-30	عينات Cr-Co بعد الصب	38
2-31	اختبار الخشونة للعينات من المجموعات الثلاث	39
2-32	الصاد الموصد لتعقيم العينات	39
2-33	المبيضات بالمجهر الضوئي	42
2-34	العيوة (س)	42
2-35	تحضير 40 غبوة تحوي العينات ومرق سابورو ومرق من العبوة (س)	42
2-36	استحلاب الفطور من العينات ورج المستحلب	43
2-37	الزرع على أطباق بتري	43

قائمة الجداول List of Tables

رقم الجدول	الجدول	رقم الصفحة
1-3	توزع العينات وفقًا للمواد المدروسة.	46
2-3	النسب المئوية لتوزع عينات وفقًا للمادة المدروسة	47
3-3	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار خشونة السطح في عينة دراسة خشونة السطح وفقًا للمادة المدروسة .	48
4-3	نتائج اختبار Kruskal Wallis Test لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK ، مجموعة Cr-Co) في غينة دراسة خشونة السطح.	48
5-3	نتائج اختبار Kruskal Wallis Test لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK ، مجموعة Cr-Co) في غينة دراسة خشونة السطح.	49

6-3	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) في عينة دراسة التصاق المبيضات وفقًا للمادة المدروسة .	50
7-3	نتائج اختبار Kruskal Wallis Test لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK ، مجموعة Cr-Co) في غينة دراسة التصاق المبيضات.	51
8-3	نتائج اختبار Kruskal Wallis Test لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK ، مجموعة Cr-Co) في غينة دراسة التصاق المبيضات.	52
9-3	نتائج اختبار معامل الارتباط Spearman لدراسة دلالة الفروق في ارتباط قيم خشونة السطح ومقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK ، مجموعة Cr-Co)	53

الملخص

مقدمة:

أدى تطور أجهزة نظام CAD/CAM التصميم بمساعدة الحاسب (Computer-Aided Design) والتصنيع بمساعدة الحاسب (Computer-Aided Manufacture) لظهور مواد جديدة تستخدم في التعويضات. فكانت مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) إحداها وأيضًا مادة الراتنج الأكريلي (PMMA) و خلائط الكروم كوبالت (Cr–Co). فلابد من دراسة الخصائص الفيزيائية لهذه المواد حيث تعد خشونة السطح إحدى هذه الخواص ومن أهمها لما لخشونة السطح من دور في التلون والرائحة الكريهة والتصاق الكائنات الحية الدقيقة. ومن جهة أخرى تعد المبيضات من الكائنات الحية الدقيقة التي تلتصق على المواد التعويضية فتسبب داء التهاب الفم المرافق للأجهزة السنية (Denture Stomatitis).

هدف البحث:

الهدف من هذه الدراسة المخبرية تقييم خاصية التصاق المبيضات وخاصية خشونة السطح للراتنج الأكريلي (PMMA) و مادة البولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) و خليطة الكروم كوبالت (Cr–Co).

المواد والطرائق:

تألفت عينة الدراسة من 60 نموذج، أجري لها اختبار الخشونة السطح ثم خضعت لاختبار التصاق المبيضات. كانت أبعاد العينات اسطواني الشكل (قطر 10ملم، وارتفاع 2.5ملم). قسمت النماذج لثلاث مجموعات متسواية هي مجموعة (PMMA) و مجموعة (PEEK) و مجموعة (Cr–Co). وأجري اختبار خشونة السطح باستخدام جهاز الخشونة (Hand-held Roughness Tester TR200) الذي يحدد المعدل الوسطي لخشونة السطح (Ra,µm). ثم أجري تقييم التصاق فطور المبيضات بعدّ الوحدات المشكلة للمستعمرات الفطرية (CFU) على أطباق البتري . واستخدم اختبار (**Kruskal Wallis Test**) لتحليل النتائج إحصائيًا ($\alpha = 0.05$).

النتائج :

أظهرت نتائج اختبار خشونة السطح و اختبار التصاق المبيضات أنه لا توجد فروق مهمة احصائيًا ($P > 0.05$) بين مجموعة (PEEK) و مجموعة (Cr–Co) . بينما كانت هناك فروق مهمة إحصائيًا ($p \leq 0.05$) بين مجموعة (PMMA) وباقي المجموعات.

الاستنتاجات:

إن سطح الراتنج الأكريلي أكثر خشونة من سطح خليطة الكروم كوبالت و مادة بولي إيثر إيثر كيتون. ولكن لا توجد قرق بين خشونة سطح بولي إيثر إيثر كيتون و خليطة الكروم كوبالت. وتفوقت مادتي البولي إيثر إيثر كيتون وخليطة الكروم كوبالت بأنهما الأقل التصاق بفطور المبيضات مقارنة بمادة الراتنج الأكريلي.

الكلمات المفتاحية:

خشونة السطح، التصاق المبيضات، الراتنج الأكريلي التقليدي، بولي إيثر إيثر كيتون، خليطة الكروم كوبالت، التهاب الفم المسبب بالأجهزة، الوحدات المشكلة للمستعمرات الفطرية

الجزء التمهيدي

المقدمة:

استعمل لصنع قواعد الأجهزة المتحركة عبر التاريخ مواد عديدة ففي القديم استعملت مواد: كالعظم والخشب والعاج والمطاط القاسي. (Infante et al., 2014) (Meng and Latta, 2005)

وفي عام 1868 اكتشف John Hyatt مادة تدعى celluloid وهي أول مادة لدنة يمكن قولبتها حيث تمتعت ببعض اللدونة وكانت أفضل تجميليا من المطاط القاسي.(Koran, 2002)

واكتشف Leo Bakeland سنة 1909 م راتنجات الفينول فورم ألدهيد والتي كانت تدعى أيضا بال Bakelite, واستخدمت في صنع قواعد الأجهزة المتحركة لكنها لم تكن داخل الفم مستقرة الأبعاد.

وفي ثلاثينات القرن الماضي طور الدكتور Wright Walter البولي ميتيل الميتاكريلات (PMMA) وهو بلاستيك قاس. وحققت انتشارا واسعا في صناعة الأجهزة المتحركة , ومنذ ذلك الحين بقي الراتنج الإكريلي المصنوع بالطريقة التقليدية المادة الأساسية في صنع قواعد الأجهزة المتحركة. (Ferracane, 2001)

وبسبب امتصاصه للماء وقابلية الذوبان في معظم المذيبات مثل الكلورفورم حد من استعمالها قليلا . (Van Noort, 2013) أدخلت خلائط المعدنية إلى طب الأسنان عبر تقنيات الصب وقد عدلت بغية تحسين خصائصها الميكانيكية واستعمالها قواعد للأجهزة السنية ومع ذلك بقي استعمالها محدودا نسبيا بسبب أدائها السريري ومخاطر التوافق الحيوي. (Powers and Wataha, 2012) (Van Noort, 2013)

وحدوث ردود الفعل التحسسية تجاه المعادن وزيادة الوزن والمنظر غير الجمالي أدى إلى إدخال كثير من المواد البلاستيكية الحرارية في الممارسة السريرية. (Williams et al., 2004) وأدى ظهور مادة بولي ايثر ايثر كيتون PEEK إلى جذب اهتمام الباحثين لما تتمتع به من خصائص ميكانيكية وحيوية قد تجعلها بديلا عن الخلائط المعدنية. (Najeeb et al., 2016) (Zoidis et al., 2016)

- أهمية موضوع البحث Research importance:

يسعى الباحثين والعلماء بالوصول للمواد المثالية المستخدمة في مجال طب الأسنان. ومع تطور المواد المستخدمة في مجال طب الأسنان لابد من إجراء اختبارات ميكانيكية وفيزيائية لهذه المواد.وذلك لإيجاد أفضل مادة لصنع قواعد الأجهزة. حيث تعد خشونة سطح المادة و قابلية التصاق الفطور والجراثيم على المواد من أهم أسباب حدوث التهابات الفم.

- مبررات البحث Research justifications:

أجري هذا البحث لتفضيل بين المواد المستخدمة في مجال التعويضات السنية من حيث خشونة سطح المادة وقدرة المادة على التصاق فطور المبيضات. وسلط هذا البحث على دور أجهزة وأنظمة CAD/CAM والطرق الرقمية في صناعة التعويضات السنية. ولا يوجد دراسة بالأدب الطبي والدراسات المقارنة لتلك المواد من حيث خشونة السطح وقابلية التصاق المبيضات.

- تساؤلات البحث Research questions:

1. هل هناك فروق مهمة بين الراتنج الأكريلي التقليدي و خليطة الكروم كوبالت و مادة بولي إيثر إيثر كيتون من حيث خشونة السطح والتصاق فطور المبيضات؟

2. ما أثر استخدام نظام CAD/CAM في صناعة التعويضات السنية على خشونة سطح المادة والتصاق فطور المبيضات؟

- الهدف من البحث Aim of the study :

1- دراسة مقارنة خشونة سطح بين الراتنج الأكريلي المصلب بالحرارة و ال PEEK و خليطة الكروم كوبالت.

2- دراسة مقارنة لالتصاق المبيضات على الراتنج الإكريلي المصلب بالحرارة و على PEEK وعلى خليطة الكروم كوبالت.

3- دراسة العلاقة بين خشونة السطح والتصاق المبيضات.

- فرضيات البحث Research Hypotheses:

فرضيات العدم Null Hypotheses:

تقوم فرضية العدم H0 في هذه الدراسة على :

1. لا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين خشونة سطح مادة الراتنج الأكريلي التقليدي و خشونة سطح خليطة الكروم كوبالت و خشونة سطح مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) (H01).

2. لا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين مادة الراتنج الأكريلي التقليدي و خليطة الكروم كوبالت و مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) من حيث التصاق فطور المبيضات (H02).

3. لا توجد علاقة أو ارتباط بين خشونة سطح المادة و التصاق فطور المبيضات (H03).

- محدوديات البحث Research Limitations:

1. عدم توفر جهاز لتنعيم العينات قبل اختبار خشونة السطح لصغر حجم العينات.

الباب الأول

المراجعة النظرية

Literature Review

1 – 1. متطلبات الأساسية لمادة القواعد الأجهزة السنية:

1–التقبل الحيوي:

.عديمة الطعم والرائحة .غير سامة

.غير مخرشة ومؤذية للنسج.

2–متطلبات صحية:

.قابلية للتطهير .ثبات لوني

.سهولة التنظيف .نعومة السطح وغير مسامية

.امتصاص الماء محدود .العمر السريري طويل نسبيا

3–متطلبات ألية:

.صلابة كافية .ثبات في الأبعاد

.إمكانية الإصلاح .ارتباط جيد بين الأسنان وقاعدة الجهاز

4–شروط عمل مقبولة:

.سهلة التطبيق .سهلة العمل والصقل والتلميع

.سهلة الإصلاح والتبطين

5–متطلبات اقتصادية:

.رخيصة الثمن .لايحتاج تصنيعها أجهزة غالية الثمن

.إمكانية التخزين بدون تلف. (Phoenix, 1996)

على الرغم من حقيقة أن علماء المواد والباحثين واصلوا البحث لتحسين الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمواد المستخدمة في طب الأسنان لايوجد حتى الأن مادة مثالية , ويعد التوافق الحيوي الشرط الرئيس في جميع المواد السمتخدمة تليها الخصائص الميكانيكية والفيزيائية والجمالية لضمان أداء الوظيفة المناسبة ودوام الهيكل على مدى مراحل زمنية طويلة.(Anusavice et al., 2013)

يشير العالم Van Noort إلى أن اختيار مواد قواعد الأجهزة يجب أن يكون بناء على الخصائص التالية:

-المظهر الطبيعي

-توافر المادة في السوق والحصول عليها دون جهد

-مقاومة وصلابة وقساوة ومتانة عالية

-نسخ دقيق للتفاصيل وثبات الأبعاد السطحية

-فاقدة الرائحة والطعم وغير سامة

-لا تعزز نمو الجراثيم

-مقاومة لامتصاص سوائل الفم

-ذات ناقلية حرارية مناسبة

-تأمين تماسك والتحام طويل الأمد مع المواد الأخرى مثل البوليمير-السيراميك-المعادن

-سهلة الإصلاح والتنظيف

-تتمتع بلديمومة واقتصادية (Van Noort, 2013)

1-2. الراتنج الإكريلي حراري التماثر:

هو الراتنج الأكثر شيوعا واستخداما لصنع قواعد الأجهزة السنية المتحركة,حيث تستخدم الحرارة كمنشط لعملية تماثر الراتنج الإكريل

وهو يتكون من مسحوق (بولومير) وسائل (مونومير) فالسائل يلدن البولومير ويعطيه قوامًا عجينيًا يمكن تطبيقه بسهولة ضمن البوتقة (Anusavice, 2003)

فالمسحوق يتكون من:(Craig, 1988)

-حبيبات البولومير -بادئ -أصبغة - مسرع أوكسيد البنزويل

-مظلات -ملدنات -ألياف عضوية ملدنة(نايلون أو إكريل)

أما السائل فيتكون من :

-مونومير -مثبط

-ملدن -عناصر ربط تصالبي (Craig, 1988)

1-2-1. التركيب الكيميائي للمسحوق:

يتكون المسرع من أوكسيد البنزويل بنسبة 2% وتضاف للمسحوق ملدنات من فتالات دي بوتيل كما تضاف إلى حبيبات المسحوق ملونات غير عضوية أكثرها استخداما كبريتات الكادميوم وقلما يتم استخدام ملونات

عضوية بسبب عدما ثباتها عند تعرضها للحرارة أاو الأشعة فوق البنفسجية وبالتالي التأثير على البنية المجهرية للمادة الإكريلية. (Anusavice, 2003) (Yang et al., 2003)

1-2-2. التركيب الكيميائي للسائل:

يتكون من ميتيل ميتا كريلات نقي مع كمية قليلة من هيدروكينون نسبته 0,006% يساعد في تثبيط البلمرة أثناء التخرين بلإضافة إلى عوامل ربط فعالة هدفها تشكيل جسور بين السلاسل نسبتها 1-2% (Anusavice, 2003)

فبالرغم من الخصائص الإيجابية للراتنج الإكريلي حراري التماثر: كسهولة المعالجة والتكلفة المعقولة وجماليتها مازال يعتريها العديد من السلبيات:كتغير اللون مع مرور الوقت والاستخدام, وامتصاص الماء ,وخشونة السطح ,وتراكم اللويحة الجرثومية والفطرية على السطح الباطن للجهاز الأمر الذي يؤدي إلى حدوث التهاب فم ناج عن استخدام الأجهزة المتحركة عند المرضى. (Al-Fouzan et al., 2017) (Ayman, 2017)

وطريقة تماثر الإكريل التقليدي لها عدة مساوئ أهمها:

-خطر انكسار الجهاز أو تصدعه أو تشوهه في أثناء نزعه من الجبس

-زيادة البعد العمودي لذلك تحتاج الأجهزة لسحل انتقائي وسحل حركي

-عدم تجانس الراتنج الإكريلي مما يؤدي لتعرضه للكسر

-تستغرق وقتا طويلا نسبيا لإتمام عملية التصلب والتلميع والإنهاء

-تشكل الفقاعات بسبب عدم الضغط الكافي أو لصعوبة السيطرة على درجه حرارة الماء

-سمية روائح الراتنج الإكريلي في المختبر . (Laughlin et al., 2001)

لذلك شهد الراتنج الإكريلي تعديلات متنوعة للتغلب على هذه السلبيات ومنها: ظهور راتنج الإكريلي المسكوب والراتنج الإكريلي المتصلب بالأشعة الميكروية والراتنج الإكريلي المحقون.

(Srinivasan et al., 2018)

وظهرت الأجهزة الإكريلية المصنوعة بطريقة ال CAD/CAM في أوائل التسعينات التي استعملت بشكل راسخ في التعويضات الثابتة بينما يعود تأخر تقنية للأجهزة المتحركة لتعقيد صنع الأقراص .

(Srinivasan et al., 2017)

1-3. خلائط الكروم كوبالت:

تعد خلائط الكروم كوبالت من أشهر الخلائط المعدنية استعمالا في صناعة الأجهزة الجزئية المتحركة حتى أيامنا هذه ففي أواخر 1930 استعملت في صناعة قواعد الأجهزة السنية المتحركة بدلا من خلائط الذهب وكان لهذه الخلائط شعبية واسعة في كثير من البلدان بسبب صلابتها العالية وكثافتها المنخفضة ومقاومتها للتأكل وانخفاض ثمنها مقارنة مع خلائط الذهب. (Powers and Wataha, 2012) (Anusavice et al., 2013)

1-3-1. تركيب خليطة الكروم كوبالت:

التركيب الكيميائي لخلائط الكروم كوبالت المستعملة لصب قواعد الأجهزة السنية المعدنية المحددة وفق المعيار ISO (6871-1 in 1997) الذي أوصى أن تحقق خلائط كروم كوبالت مايلي:

- كوبالت العنصر الرئيس الثابت
- كروم ليس أقل من 25%

- موليبدنيوم ليس أقل من 4%
- كروم +نيكل +كوبالت ليس أقل من 85%

وتعتبر خلائط الكروم كوبالت الأكثر استخداما في طب الأسنان حسب (Anusavice et al., 2013) هي: كوبالت 60 % كروم 25% نيكل 10% موليبدنيوم 5% كربون 0,3%

يمكن استبدال النيكل بالكوبالت وبالعكس فكلاهما يزيدان من قساوة الخليطة كما أن النيكل يزيد استطالة الخليطة إلى حد معين. يضاف كذلك الموليبدنيوم لتقوية الخليطة. أما الكربون فإن إضافته بنسب كبيرة يسبب هشاشة الخليطة وصعوبة ثنيها دون أن تتكسر لذلك تضاف نسب ضئيلة منه فقط لتحسين مقاومة التآكل. (Ferracane, 2001) إن درجة انصهار خلائط الكروم كوبالت أعلى من خلائط الذهب فهي تتراوح بين 1399 إلى 1454 درجة مئوية. (O'Brien, 2002)

تبلغ كثافة خلائط الكروم كوبالت حوالي 8–9 g/cm علما أن الكثافة المنخفضة لخلائط الكروم كوبالت تفيد في تصنيع أجهزة خفيفة وأكثر قبولا من قبل المريض خاصة في صنع الأجهزة المتحركة العلوية ذات الحجم الكبير. (O'Brien, 2002) (Bonsor and Pearson, 2012) إضافة لما سبق فقد حددت الخليطة النموذجية ذات الخصائص الميكانيكية الجيدة بأنها الخليطة التي تحوي على الأقل 35–65%كوبالت, 25–35%كروم, 0–30% نيكل مع كمية صغيرة من الموليبدنيوم وكمية ضئيلة من البريليوم والكربون.(McCabe and Walls, 2013)

وتساعد إضافة البريليوم إلى الخليط في إنقاص درجة حرارة الصهر.(Sakaguchi and Powers, 2011)

وتعد الخليطة الأكثر تعقيدا من بين جميع الخلائط المعدنية المستخدمة في طب الأسنان تلك التي تكون ذات كثافة عالية نسبيا وهي من أصعب الخلائط في الإنهاء والتلميع. (Powers and Wataha, 2012)

استخدمت هذه الخلائط بسبب تكلفتها المنخفضة ومقاومتها العالية وانخفاض كثافتها لكن مازالت مقاومتها للتأكل مثيرة للجدل, فهي تتأثر بعدة عوامل منها: طبيعة العناصر المكونة للخليطة المعدنية ومراحل تكون البنية المجهرية والخصائص الكيميائية ودرجة الحرارة وطبيعة الوسط الذي توجد فيه الخليطة وعملية الصب والإنهاء.(Anusavice, 2003) (Can et al., 2007)

تتمتع الخليطة المعدنية السنية بخصائص ميكانيكية مهمة جدا عندما تظهر الخليطة مقاومة التأكل المطلوبة.(Upadhyay et al., 2006)

من جهة أخرى أشارت الدراسات إلى أن 15% من عموم الناس يتحسسون من النيكل و8% من كوبالت و8% من الكروم . (Schmalz and Arenholt-Bindslev, 2009) معاناة بعض المرضى من الحساسية تجاه المعدن ومظهر الضمات غير التجميلي أدى إلى إدخال مواد جديدة في الممارسة السريرية. (Suzuki, 1995)

1-4. البولي إيثر إيثر كيتون:

إن مادة ال PEEK هي بوليمير من عائلة بولي إيتر أريل كيتون PEAK وهي عائلة جديدة من البوليميرات التي تتلدن بالحرارة العالية (Kurtz and Devine, 2007) ظهرت منذ عام 1990 كبديل رئيسي عن الهياكل المعدنية والإكريلية , كما استخدمت كمادة حيوية في الجراحات العظمية. وقد زاد الاهتمام بهذه البوليميرات لما لها من صلابة مشابة لصلابة العظام. (Fertitta et al., 2020)

وفي المجال السني فقد استخدمت في تعويضات الأسنان وفي دعامة للغرسات السنية وفي الوصلات العارضية بالإضافة إلى استخدامات أخرى. (Lee et al., 2012)

1-4-1. تركيب البولي إيثر إثر كيتون (PEEK) :

تنجز بلمرة ناجحة لل PEEK باستخدام المذيبات مثل البنزو فينون في درجة حرارة تتجاوز 300 درجة مئوية. تعد مادة الPEEK خاملة كيميائيا غير قابلة للذوبان في المذيبات التقليدية في درجة حرارة الغرفة ومع ذلك يجب فهم الخطوات المستخدمة في تصنيع المواد الخام لأن ذلك يؤثر في خصائص الأشكال والمكونات. (Kurtz and Handbook, 2011)

تميل الدراسات الحديثة إلى تعزيز تصنيع ال PEEK المركب باستخدام ألياف الكربون والزجاج. حاولت عدة دراسات إنتاج المادة بواسطة الطريق الكهربائي لكن النجاح تسويقيا كان محدودا. (Song et al., 2007) (Van Rijswijk and Bersee, 2007)

1-4-2. البلمرة والتصنيع:

تستعمل طريقتان في البلمرة هما النيوكليوفيلية والإلكتروفيلية.

<u>الطريقة النيوكليوفيلية:</u>

يصنع الPEEK بتفاعل ثنائي فلور وثنائي فينيل كيتون مع ملح البوتاسيوم من الهيدروكينون. (Kurtz and Handbook, 2011) تتراوح درجة حرارة التفاعل بين 200 و 250 م. يبدي المنتج بهذه الطريقة وزنا جزيئيا منخفضا وخصائص ميكانيكية ضعيفة نسبيا. يمكن تحسينها باستعمال ثنائي فينيل سلفون بصفته مذيبا ذا درجة غليان مرتفعة وبالإضافة ثنائي فلوروبنزو فينون نحصل على بوليمير درجة انصهاره حوالي 335-350 م. (Rose and Staniland, 1979)

الطريقة الإلكتروفيلية:

يتم الحصول على PEEK باستعمال كلوريد فينوكسي بنزويل (Dahl and Jansons, 1995) في درجات حرارة منخفضة من 0–30 م. ونظرا إلى الطبيعة غير المتجانسة لهذا التفاعل لإنتاجه بوليميرات غير مرغوبة ذات أوزان جزيئية منخفضة وللحصول على خصائص ميكانيكية وحرارية جيدة تضاف احدى الزمر التالية: مثل البنزين أو التولوين أو الكزيلين أو الفينول أو الأنيزول أو ثنائي فينيل ايثر. (Gharda et al., 2005)

يستعمل ال PEEK ضمن تطبيقات متنوعة كمادة مركبة مع مواد مقوية مثل:

الألياف الزجاجية –ألياف الكربون –ألياف البولي أميد. (Van Rijswijk and Bersee, 2007) كما يستعمل الهيدروكسي أباتيت و أوكسيد الألمنيوم ونتريد الألمنيوم مواد مالئة, يبدي بوليمير PEEK المملوءة بالسيليكا أو الألومينا ذات القياسات 15–30 NM تحسنا في الخواص الميكانيكية بنسب 20–50%. (Lai et al., 2007)

1–4–3. مواصفات مادة الPEEK :

–مقاومة ميكانيكية عالية

–خاملة إلى حد كبير و بالتالي مقاومة للتأكل الكيميائي

–تظهر مرونة قريبة من مرونة العظام

–تتحمل الحرارة العالية

–يمكن تعقيمها بالإشعاع والحرارة دون أضرار هيكلية (Kasprzak et al., 2003)

–ثبات حراري يصل إلى 335 درجة مئوية

-مقاومة الشد 90-100 MPa

-الناقلية الحرارية 0.25 W/ML (Guttal and Patil, 2005)

-معامل المرونة 3,6 GPa (Nakajima and Okabe, 1996)

وجد العالم Whitty عام 2014 أن مادة البولي إيثر إيثر كيتون تسمح بتصنيع الضمات أو المثبتات وتوفير الاستقرار والجمالية الخالية من المعدن مقارنة مع الكروم كوبالت. (Whitty, 2014)

بينما وجد العالم Zoidis عام 2016 أن مادة البولي إيثر إيثر كيتون مفيدة لصحة اللثة ومرونتها ملائمة حيث تقلل الضغط على الدعامات خاصة في الصنف الأول لكنيدي ووجد أن وزن جهاز الPEEK يقل بمقدار 27,5% عن الجهاز المعدني مما يجعله أكثر تقبلا لدى المريض. (Zoidis et al., 2016)

1-4-5. استخدامات مادة الPEEK:

تتميز المادة بلونها الأبيض القريب من لون الأسنان بالإضافة لامتلاكها خصائص ممتازة مما شجع على استعمالها في مجال التعويضات السنية الثابتة والمتحركة. (Costa-Palau et al., 2014)

كما استخدمت في المجال الطبي لصناعة الأطراف الصناعية (الإصبع-الركبة-المفصل) لأنها مادة بيولوجية جذابة وعنصر ممتاز بديل عن العظام. (Andersson et al., 1989)

كذلك حققت نجاحات كبيرة في مجال غرس الأسنان إذ تبدي إجهاد أقل مقارنة مع غرسات التيتانيوم بسبب تقارب الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لمادة ال PEEK مع العظام مقارنة مع التيتانيوم. (Guttal and Patil, 2005)

كما أبدت انسجامها مع النسج الرخوة فقد استعملت في ترميم عيوب الوجه والفكين الناتجة عن الحوادث أو استئصال الأورام إضافة لاستخدامها في مختلف الطعوم. (Zitzmann and Marinello, 2002)

وبسبب خصائصها المشابهة لخصائص العاج والميناء صممت قوالب تحت الترميمات الخزفية . (Schmidlin et al., 2010)

ولتحقيق المتطلبات الجمالية استخدمت مع أسلاك التقويم التي تتمتع باللون الأبيض ونظرا لسهولة نحتها باستخدام ال CAD_CAM استعملت قواعد للأجهزة المتحركة. (Kurtz and Devine, 2007) (Campbell et al., 2017)

في دراسة أجراها Behr وزملاؤه عام 2012 بأثر رجعي لتقييم الأداء السريري للجهاز الجزئي المتحرك المصنوع من الكروم كوبالت أظهرت نسبة بقية سريرية 90% ومع ذلك لم تتوافق دوما مع متطلبات المريض الجمالية بسبب ظهور المعدن, بينما مادة الPEEK استخدمت لصناعة الجهاز الجزئي المتحرك فألوانها (أبيض_زهري) وخلوها من المعدن ومقاومتها العلية وتوفيرها الاستقرار إضافة إلى أن مرونة هذه المواد تقلل من عزم الدوران البعيد وتخفف الضغط على الدعامة بناء على ذلك يمكن افتراض مادة الPEEK بديلا قابلا للتطبيق. (Behr et al., 2012)

أما بالنسبة لقوة ارتباط الPEEK مع الراتنجات وجد الباحث Jassim وزملاؤه عام 2019 بدراسته حول معالجة سطح كل من الكروم كوبالت و الPEEK بالأحماض ومدى تأثيره عليها, وجد أن الحمض الكبريتي مع الكروم كوبالت يبدي انخفاضا كبيرا في قوة الربط مع الرتنجات الإكريلية المعالجة,بينما تطبيق الحمض على مادة الPEEK أظهر قوة ربط كبيرة لل PEEK مع الراتنج الإكريلي مما يجعل مادة الPEEK مجدية في التعويضات السنية المتحركة واستخدامها هيكلا للجهاز الجزئي. (Jassim and Jaber, 2019)

1-5. التقنيات الرقمية في طب الأسنان CAD-CAM:

ابتكر نظام **CAD-CAM** وهو CAD (computer-aided design) و CAM (Computer-aided manufacture) منذ عام 1971 على يد الدكتور Duret الذي استخدمه في صنع التيجان والجسور. (Miyazaki et al., 2009)

وأحدثت تلك التقنيات الرقمية ثورة في إنتاج هياكل الأجهزة الجزئية المتحركة من خلال تقنية النحت للمواد البوليميرية الجديدة (PEEK) أو تقنية التصنيع التجميعي متمثلة بالتلبيد بالليزر أو الصهر الانتقائي بالليزر للهياكل المعدنية.

وفي عام 1994 وصف تقرير ل Maeda وزملاؤه صناعة جهاز متحرك من أقراص الPMMA باستخدام CAD-CAM وتابع ذلك Kawahata وزملاؤه عام 1997. (Al-Fouzan et al., 2017) (Bilgin et al., 2016) (Janeva et al., 2017)

ويعد تعقيد صناعة الأقراص المنحوتة من الPMMA السبب الوحيد في تأخر ظهور الأجهزة المتحركة من هذه الأقراص. (Janeva et al., 2017)

في عام 2012 نشر Goodacre وزملاؤه أول تقرير سريري عن علاج مريض بجهاز متحرك منحوت باستخدام CAD-CAM . (Goodacre et al., 2012) (Baba et al., 2021)

وجرى تصميم هياكل الأجهزة الجزئية المتحركة وتصنيعها.ويسمح برنامج CAD-CAM بالحفاظ على بيانات مكونات الهيكل للأجهزة السنية الجزئية المتحركة والعودة إليها عند الضرورة للتعديل.

كان تطبيق نظام CAD-CAM لإنتاج هياكل أجهزة جزئية متحركة قليلا بسبب محدودية برامج التصميم وتقنية التصنيع, وفي الأونة الأخيرة جرى توسيع النماذج الأولية السريعة في مجال تصنيع التركيبات الخاصة ببطب الأسنان بما فيها هياكل الأجهزة الجزئية المتحركة. (Al-Fouzan et al., 2017)

وأصبح الإنتاج الرقمي سائدا وأكثر انتشارا في إنتاج هياكل الأجهزة الجزئية المتحركة لتوفيره الوقت من خلال التصنيع السريع وجودة الهيكل المنتج واختصاره مراحل العمل باستخدام ماسحات ضوئية ثلاثية الأبعاد داخل الفم أو خارجه,ونالت الأجهزة الجزئية المتحركة الرقمية رضى المرضى من ناحية ثبات الأجهزة والديمومة وفقا لتجارب السريرية المجراة مؤخرا.(Baba et al., 2021)

تتكون جميع أنظمة CAD-CAM من ثلاثة مكونات رئيسية هي :

-أداة الرقمية/الماسح الضوئي (DigitalizationToll/Scanner)

- برامج تصميم (Software)

-تكنولوجيا الإنتاج (Production Technology) (Beuer et al., 2008)

محاسن نظام CAD-CAM في صنع الأجهزة المتحركة:

1-انخفاض عدد الزيارات

2-الأرشفة الرقمية وحفظ بيانات المريض

3-التقدم في توحيد المعايير للأبحاث السريرية حول الأجهزة المتحركة

4-تحسن الخواص الفيزيائية والميكانيكية للأجهزة السنية (Baba et al., 2021) (Infante et al., 2014) (Janeva et al., 2017)

محاسن نظام CAD-CAM في صنع الأجهزة المتحركة بالنسبة لفني الأسنان:

1-يتطلب صنع جهاز متحرك باستخدام نظام CAD-CAM وقتا أقل من صنعه بالطريقة التقليدية

2- يحتاج خطوات مخبرية أقل فلا حاجة للبواتق ولا إلى عملية كسو

3-لا حاجة لمزج الإكريل وبالتالي تجنب أخطاء المزج وتجنب رائحة الإكريل

4-يسمح البرنامج الرقمي بتحليل الجهاز السني وإعداده بشكل أسرع (Baba et al., 2021)

مساوئ نظام CAD-CAM في صنع الأجهزة المتحركة:

1- يتم إلصاق الأسنان بقاعدة الجهاز المنحوتة بشكل يدوي باستعمال إكريل ذاتي التصلب, وبالتالي حدوث حركة للأسنان أو تغير البعد العمودي أو سقوط الأسنان

2- حاجة الطبيب لمواد طابعة قابلة للمسح الضوئي, مستقرة الأبعاد ومقاومة للحرارة خاصة إذا كان مختبر الأسنان بعيد عن عيادة الطبيب

3- صعوبة التواصل مع مختبر الأسنان وخاصة عند وجود مشكلات متعلقة بالتصميم.

4- يعد الجهاز المصنوع باستخدام نظام CAD-CAM مكلف نسبيا. (Bilgin et al., 2016) (Baba et al., 2021)

1-6. دراسة المبيضات وارتباطها مع خشونة سطح لكل من PEEK وراتنج حراري التماثر وخليطة كروم كوبالت:

1-6-1. خشونة السطح:

تعرف الخشونة على أنها أثلام أو تحزيزات صغيرة التي تميز السطح وتؤثر في قابلية الابتلال ونوعية الالتصاق والسطوع. (Cortés-Sandoval et al., 2015) (Cerci et al., 2012)

تميل الأسطح الخشنة إلى إحداث رائحة فم كريهة وتعد أكثر عرضة للتغير اللون مما يقل من راحة المريض. (Baba et al., 2021) ويعد الإنهاء والتلميع والصقل المناسب للمواد السنية أمرا مهما في الإجراءات التعويضية السريرية. والتصاق البكتريا على سطوح الأجهزة السنية المتحركة يسبب التهاب الفم الناجم عن الأجهزة المتحركة. (Alammari, 2017b)يعقب التصاق البكتريا على السطوح تراكم اللويحة الجرثومية ويؤثر في هذه العملية أمران هما:

خشونة السطح

طاقة السطح الحرة

ووفقا لدراسات عديدة ظهر أن الخشونة عامل مهم حيث تساعد السطوح الخشنة على تراكم اللويحة الجرثومية أكثر من السطوح الناعمة والملساء. (Quirynen et al., 1990) وكلما كان السطح أكثر خشونة زاد استعمار بالمبيضات. (Al-Fouzan et al., 2017) (Radford et al., 1998)

وأظهرت الدراسات أيضا أن الأجهزة السنية المنحوتة باستخدام نظام CAD-CAM لها سطح خشن ناتج عن عملية النحت باستخدام السنابل, ولابد من الصقل والتلميع للتخلص من خشونة السطح. (Baba et al., 2021)

تفحص خشونة السطح بوساطة المجهر الإلكتروني الماسح أو بجهاز قياس خشونة السطح Profilometer او المجهر البصري Microscope Optical. (Cortés-Sandoval et al., 2015) (Al-Fouzan et al., 2017, Vahabi et al., 2013)

يقدم جهاز قياس خشونة السطح أنماطا عديدة من القيم الدالة على خشونة السطح هي (Ra,Rz) حيث تعتبر الخشونة المتوسطة (Ra) عبارة عن المتوسط الحسابي لمدى التحررات أو الأثلام على طول الجزء المدروس , ويعتبر متوسط أقصى تحززات للسطح (Rz) :وهي عبارة عن متوسط الفرق بين أعلى خمس تحززات (P) وأدنى خمس تحززات (v) في العينة المقاسة.

وجدت دراسات سريرية عديدة أن انعدام حدوث التصاق للجراثيم واللويحة عندما يكون مستوى عتبة خشونة السطح أقل من Ra=0.2 حيث إن ارتفاع هذه القيمة يزيد من التصاق الجراثيم واللويحة.(Bollenl et al., 1997)

أكدت الدراسات أن خشونة السطح وقلة اللعاب وحموضة بروتينات اللعاب كلها من العوامل المساعدة على نمو المبيضات.

1-6-2. فطور المبيضات:

توجد أنواع المبيضات مثل متعضيات دقيقة عند حوالي 50% من البالغين ذوي الأسنان وبدون أي علامات ملحوظة للإنتان ويمثل جنس المبيضات 83% من الخمائر المعزولة عند الإنسان.والمبيضات هي

خمائر توجد في الجهاز الهضمي عند الإنسان بنسبة 40–80% في الفم والأمعاء تكاثرها لا جنسي وهي وحيدة الخلية تقيس من 4–6 ميكرونا وتتكاثر بالبرعمة ويمكن لبعض أنوعها أن تشكل مشيجة كاذبة , يوجد 90 نوعا من هذا الجنس معروف حاليا ولكن فقط عشرون منها ممرضة للإنسان أهمها: المبيضات البيض وهو سهل التشخيص مخبريا ويسبب حوالي 66% من الإصابات السريرية وهي أكثر الأنواع المعزولة انتشارا في التهاب الفم يليها حسب الأهمية المبيضات المدارية والمرطبة. (Brooks et al., 2015)

1-6-2-1. التهاب الفم بسبب الأجهزة السنية:

هو التهاب مزمن في المخاطية الفموية تسببه المبيضات فقط أو بالترامن مع البكتريا حيث يكون هناك التهاب مزمن ووذمة في النسج للسطح الداخلي للجهاز العلوي غالبا بينما يكون في الفك السفلي محميا من الإصابة بسبب تدفق اللعاب. يتراوح انتشار التهاب الفم بين مرضى الأجهزة المتحركة من 15% إلى أكثر من 70% وعلى الرغم من أن المبيضات هي السبب الممرض الرئيس إلا أن هنالك عوامل أخرى تساهم في حدوثه مثل:

1–عدم العناية بنظافة الجهاز

2–الجراثيم المتعايشة

3–ارتداء الجهاز بشكل مستمر

4–الأجهزة الراضة

5–الحمية الغذائية الغنية بالنشويات

6–التحسس من مواد الجهاز (Luo and Samaranayake, 2002) (De Foggi et al., 2016)

صنف نيوتن عام 1971 التهاب الفم المرافق للأجهزة السنية لثلاثة نماذج:

النموذج الأول: التهاب بسيط موضع أو نقاط محمرة (ردود)

النموذج الثاني: احمرار معمم بسيط على شكل حمامى أكثر انتشارا يشمل جزءا أو كامل السطح الذي يغطيه الجهاز (ردود)

النموذج الثالث: نموذج حبيبي أو حليمي يشمل غالبا الجزء المركزي من قبة الحنك أو الارتفاع السنخي (غير ردود) (Webb et al., 2005)

عادة يتم الحصول على الخمائر الفطرية بأعداد كبيرة من سطح الجهاز المقابل للنسج أكثر من المنطقة المصابة من المخاطية الفموية.وهذا يدل على أن المبيضات المستوطنة على سطح الجهاز للنسج هي المصدر الأول للإنتان.(Zarb et al., 2012) وقد ذكرت هذه الدراسات أن عوامل الخطورة المترافقة مع داء المبيضات الفموي هي:

استخدام أجهزة كاملة مقارنة بالجزئية , استخدام أجهزة متحركة علوية مقارنة, ونقص المناعة وعوز فيتامين أو حمض الفوليك, معدل الإفراز اللعابي , ونقص الوظيفة اللعابية , والأدوية التي تسبب جفاف الفم , والتدخين والجنس. (Shulman et al., 2005)

1-7. الدراسات السابقة

1-7-1. التصاق المبيضات

وقارنت دراسة (Martin et al., 2021a) وزملاؤه التصاق الجراثيم الفموية والمبيضات بين أربع مواد لصنع قواعد الأجهزة السنية المتحركة AKP Ultaire ، البولي ميتيل ميتاكريلات (PMMA) حراري التماثر ،

كروم كوبالت و البولي أوكسي ميثيلين (POM) ووجدت الدراسة أن مادة كروم كوبالت أكثر التصاقًا للمبيضات والجراثيم الفموية ثم البولي أوكسي ميثيلين ثم البولي ميتيل ميتاكريلات والأقل التصاقا مادة Ultaire AKP.

وهدفت دراسة (Koujan et al., 2023) وزملاؤه لمقارنة التصاق المبيضات البيض بين ثلاثة مواد لصنع قواعد الأجهزة المتحركة وهي البولي ميتيل ميتاكريلات (PMMA) حراري التماثر ،(PMMA) المنحوت باستخدام (CAD/CAM) و (PMMA) باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد وفعالية تقنيات التطهير المختلفة وهي الجلوتارألدهيد، الميكروويف، أقراص بوليدينت الليلية والتنظيف بفرشاة الأسنان، حيث تم صنع ستون قطعة من كل (PMMA) واختبر التصاق المبيضات البيض ثم درست فعالية تقنيات التطهير المختلفة . ووجدت الدراسة أن التصاق المبيضات أقل لدى مادة (PMMA) المنحوت باستخدام (CAD/CAM) ثم (PMMA) حراري التماثر والأكثر التصاقًا هو (PMMA) باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعد ، وكان التطهير بالميكروويف ، والتنظيف الميكانيكي وأقراص بوليدنت أكثر فعالية في إزالة المبيضات من الجلوتارألدهيد.

وأظهرت دراسة (Murat et al., 2019) وزملاؤه تفوق الراتنج الأكريلي المنحوتة باستخدام نظام (CAD/CAM) على الراتنج الأكريلي التقليدي من حيث خشونة السطح و والتصاق المبيضات . وأكدت الدراسة على وجود علاقة قوية بين التصاق المبيضات وخشونة السطح، حيث قارنة الدراسة بين الراتنج الأكريلي المنحوت باستخدام (CAD/CAM) والراتنج الأكريلي التقليدي من حيث التصاق المبيضات وخشونة السطح بعد تعرض العينات 10000 دورة حرارية .

1-7-2. خشونة السطح

ووفقا لدراسة الباحث Rzanny وزملائه عام 2013 وجد أن خشونة سطح الPEEK تعود إلى نسبة السيراميك في تركيبها وطريقة التصنيع (نحت–تصنيع تجميعي) بينما تتعلق خشونة سطح الكروم كوبالت بعملية الإنهاء والتلميع الكهربائي.(Rzanny et al., 2013)

وأظهرت دراسة (El Mekawy and Gad, 2016) وزملاؤه تفوق مادة (PEEK) لصنع التعويضات الجزئية المتحركة عن مادة كروم كوبالت لصنع التعويضات الجزئية المتحركة من حيث الثبات وخشونة السطح.

وأكدت دراسة (Liu et al., 2022) وزملاؤه على أن مادة (PEEK) لها دور فعال من حيث الناحية السريرية والميكانيكية لصنع قواعد الأجهزة السنية المتحركة الجزئية لما لها من ميزات من حيث خشونة السطح وثبات اللون ومقاومة التآكل والتصاق الجراثيم والفطريات ، حيث تعد بديل جيد عن قواعد الأجهزة الجزئية المتحركة من مادة الكروم كوبالت.

الباب الثاني

المواد والطرائق

Methods and Materials

2 – 1 العينة Specimen:

شملت عينة الدراسة 60 نموذجًا اسطواني الشكل (قطر 10ملم، وارتفاع 2.5ملم) توزعت حسب الآتي :

1- 20 نموذجًا مصنوع من الراتنج الأكريلي التقليدي المصلب حراريًا لإجراء اختبار خشونة السطح ولإجراء اختبار التصاق المبيضات.

2- 20 نموذجًا مصنوع من مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) بطريقة CAD/CAM لإجراء اختبار خشونة السطح وإجراء اختبار التصاق المبيضات.

3- 20 نموذجًا مصنوع من خليطة كروم – كوبالت بطريقة CAD/CAM لإجراء اختبار خشونة السطح وإجراء اختبار التصاق المبيضات.

2 – 2 مواد البحث Materials :

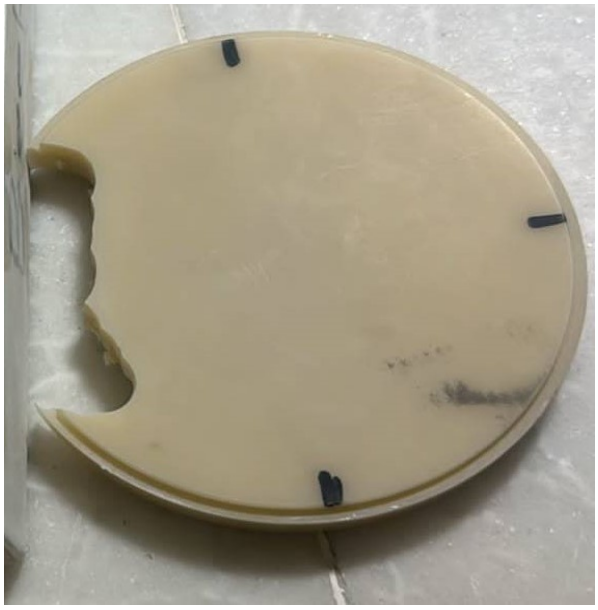
2 – 2 – 1. مواد صنع العينات:

1. الراتنج الأكريلي حراري التماثر (Rapid Simplified – Vertex-Dental B.V – The Netherlands) (الشكل 2-1).
2. أقراص (PEEK) (PEEK Dental Disc – Chines) والمصممة للاستعمال على جهاز CAD/CAM Roland (DWX-51D) (الشكل 2-2)
3. أقراص شمعية (Marco – Wax Blank) والمصممة للاستعمال على جهاز Roland CAD/CAM (DWX-51D) (الشكل 2-3)
4. معدن كروم- كوبالت (Kera NH – Germany) (الشكل 2-4)
5. ورق زجاج متدرج الخشونة (400–600–800–1000–1200) (waterproof paper – Sankyo Rikagaku – Japan) (الشكل 2-5).

6. جبس حجري محسن(DK Mungyo Corporation – Snow Rock Dental Stone/Type3/ – Korea) (الشكل 2-6)

7. مسحوق كاسي (SheraUniversal – Germany) (الشكل 2-7)

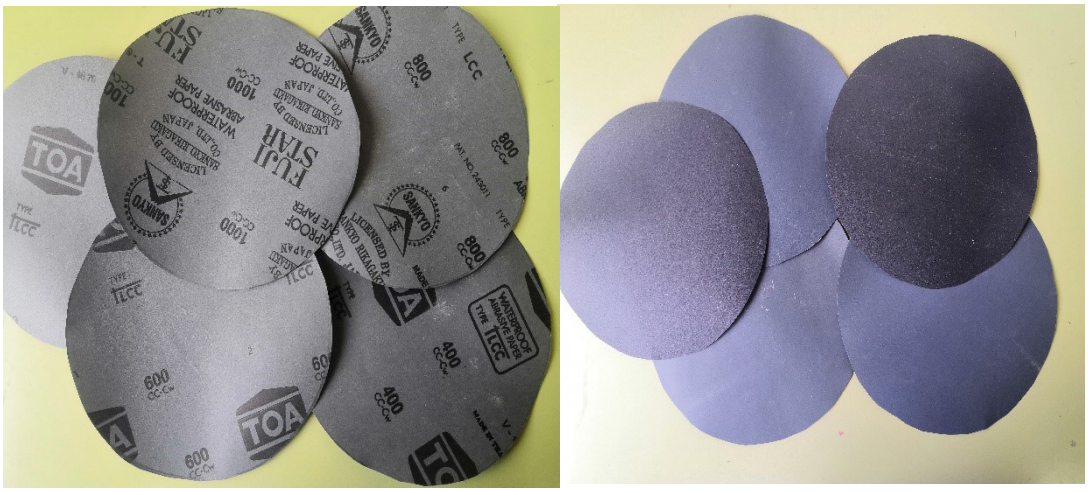
الشكل 2-1 : الراتنج الأكريلي حراري التماثر Vertex Regular



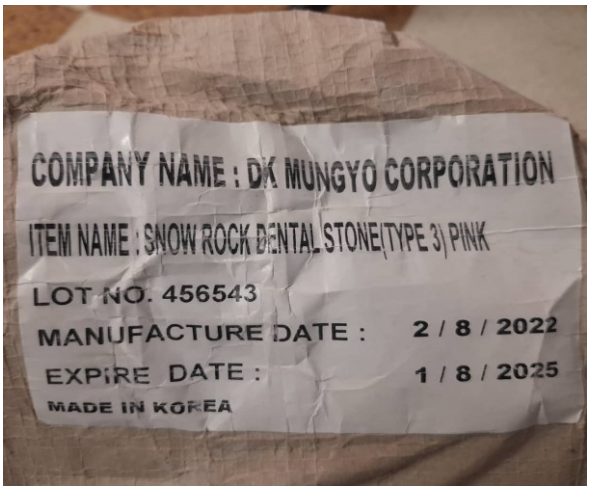
الشكل 2-2 : أقراص PEEK

الشكل 2-3: أقراص شمعية

الشكل 2 – 4 : معدن كروم- كوبالت



الشكل 2-5: ورق زجاج متدرج الخشونة (400-600-800-1000-1200)



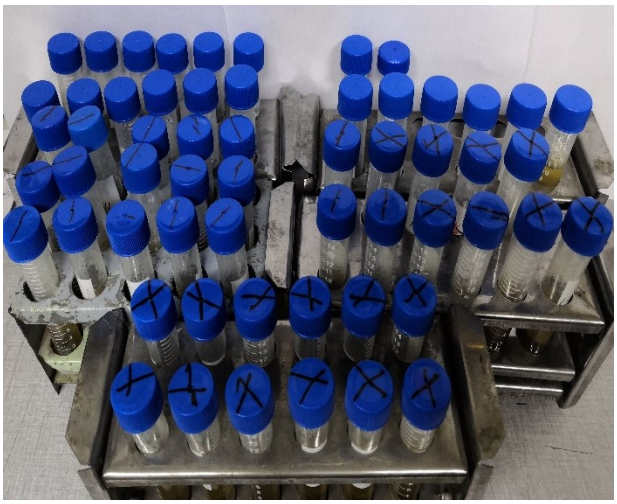
الشكل 2 – 6 : جبس حجري محسن

الشكل 2 – 7: مسحوق كاسي

2- 2 – 2. المواد الخاصة بالدراسة الفطرية:

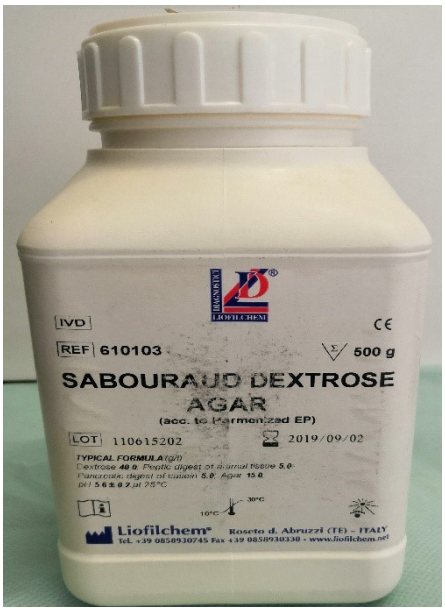
1. ماسحات قطنية معقمة
2. أنابيب معقمة (الشكل 2-8)
3. أطباق بتري Petri dish: (الشكل 2-9)
4. مصل فيزيولوجي ملحي عقيم يحوي كلور الصوديوم 0.9%
5. غراء سابورو (Sabouraud Dextrose Agar - Liofilchem – Italy) (الشكل 2-10).
6. مرق سابورو (Sabouraud Dextrose Broth - HiMedia Laboratories – India)(الشكل2-11)
7. أنابيب غراء غلوكوز سابورو كلورمافينكول

8. أنابيب غراء غلوكوز سابورو كلورمافينكول أكتيديون (الشكل 2–12)



الشكل 2-8 : أنابيب معقمة

الشكل 2-9 : أطباق بتري



الشكل 2-10 : غراء سابورو

الشكل 2-11 : مرق سابورو

الشكل 2-12 : غراء غلوكوز سابورو كلورمافينكول أكتيديون

2 – 2 – 3. الأجهزة المستخدمة:

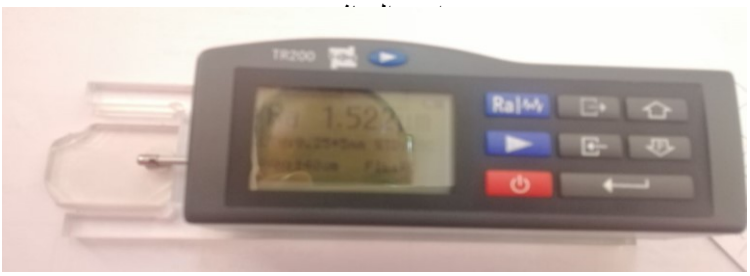
- جهاز النحت CAD / CAM (CAD/CAM Roland (DWX-51D) – Roland DGA Corporation – North America) (الشكل 2–13) .
- جهاز تصليب الراتنج الأكريلي حراري التماثر (Curing Unit, Hanau, U.S.A) (الشكل 2–14) . كلية طب الأسنان/ جامعة دمشق/ قسم تعويضات الأسنان المتحركة.
- جهاز قياس خشونة السطح (Hand-held Roughness Tester TR200, Japan) (الشكل 2–15). كلية الهندسة الكهربائية والميكانيكية/ جامعة دمشق.
- بواتق معدة لتصليب الراتنج حراري التماثر (الشكل 2–16)
- معقمة الصاد الموصد (Series Class B Autoclave – VORY–18B – Germany)(الشكل2–17)
- فرن حراري وجهاز طرد مركزي لصب المعدن. (الشكل 2–18)
- ماص حجمي مدرج 10–1000 ميكروليتر (الشكل 2–19).

(Pipet4u, Hinz GmbH, Germany)

- حاضنة (Incubator ,PIF400, England) (الشكل 2–20).
- مجهر ضوئي (Olympus, China) (الشكل 2–21).

الشكل 2-13 : جهاز النحت CAD / CAM

الشكل 2-14: جهاز تصليب الراتنج الأكريلي



الشكل 2-15 : جهاز قياس خشونة السطح

الشكل 2-16 : بوتقة لطبخ عينات الراتنج الأكريلي حراري التماثر

الشكل 2-17 : جهاز أوتوكلاف

الشكل 2-18 : فرن حراري وجهاز طرد مركزي لصب المعدن.

الشكل 2-19 : ماص حجمي مدرج 10-100 ميكروليتر

الشكل 2-20 : الحاضنة PIF400

الشكل 2-21 : مجهر ضوئي

2-3 الطرائق Methods:

- **تصميم الدراسة Study Design:**

دراسة مخبرية مقارنة

- **مكان الدراسة Study Setting**

مخابر كلية طب الأسنان وكلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية في جامعة دمشق .

- **طريقة العمل:**

أولاً. تحضير عينات المجموعة الأولى: (الراتنج الأكريلي التقليدي المصلب حراريًا)

تم تصميم العينات الاسطوانية (قطر 10ملم، ارتفاع 2.5ملم) باستخدام الحاسب عن طريق برنامج التصميم Exocad 2019 matera، ونحتها على أقراص شمعية باستخدام جهاز النحت CAD/CAM(الشكل 2-22) . ثم ثبتت القطع الشمعية المنحوتة على لوح زجاج.

جهزت البوتقة النحاسية وعزلت بالفازلين، وضعت القطعة الأولى من البوتقة وتم سكب الجبس الأبيض لتثبيت لوح الزجاج مع القطع الشمعية، ثم وضعت القطعة الثانية من البوتقة وتم سكب الجبس الحجري ثم وضع غطاء البوتقة، بعد تصلب الجبس وضعت البوتقة في محم مائي بدرجة حرارة 100 ْC ليذاب الشمع، ثم عند درجة حرارة 74ْC فتحت البوتقة وعزل الجبس بالسلكات (الشكل 2-23) ،ثم مُزج الراتنج الأكريلي حراري التماثر حسب تعليمات الشركة المصنعة ودُك ضمن الفراغات الموجودة في الجبس الحجري، وبعدها طبق ضغط على البوتقة بالمكبس بشكل متدرج لمنع حدوث فقاعات داخل العينات وإجراء عملية الضغط التجريبي. وبعدها أحكمنا الإغلاق باستعمال المربط.

بعدها ضغطت البوتقة تحت المكبس مدة 15 دقيقة قبل نقله وتصليبه في حمام مائي (جهاز Hanau) درجة حرارته 65–70 ْم وذلك لمدة ساعة، ومن ثم رفعت درجة حرارة الماء لدرجة الغليان مدة نصف ساعة وبعدها تركت البوتقة لتبرد تدريجيًا ، ثم أخرجت منه العينات (الشكل 2–24) وشذبت حوافها باستعمال سنبلة كارباید.

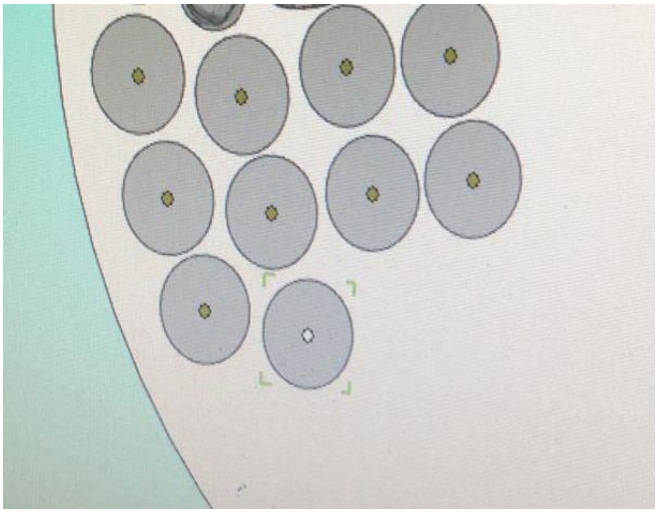
الشكل 2-22 : القطع الشمعية المنحوتة باستخدام CAD/CAM

الشكل 2-23 : إذابة بقايا الشمع ثم عزل الجبس بالسلكات

الشكل 2-24 : العينات بعد الطبخ

ثانياً. تحضير عينات المجموعة الثانية : (بولي إيثر إيثر كيتون PEEK):

تم تصميم العينات الاسطوانية (قطر 10ملم، ارتفاع 2.5ملم) باستخدام الحاسب عن طريق برنامج التصميم Exocad 2019 matera (الشكل 2–25) ، ونحتها على أقراص PEEK باستخدام جهاز النحت CAD/CAM. (الشكل 2–26)



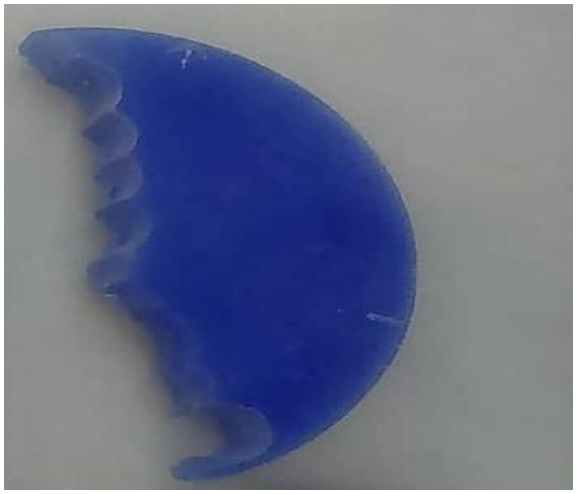
الشكل 2-25 : تصميم العينات

الشكل 2-26 : العينات بعد الطبخ

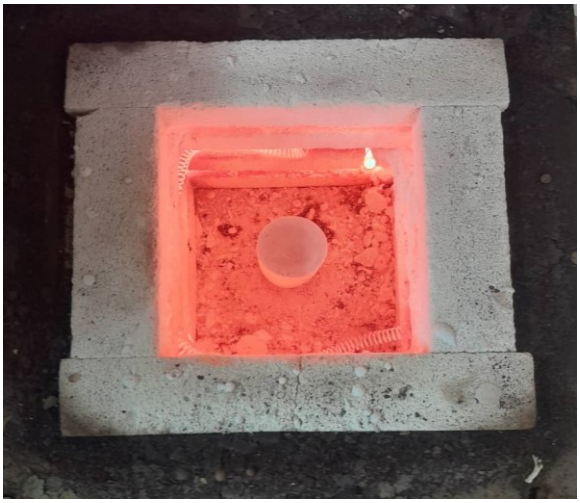
ثالثا. تحضير عينات المجموعة الثالثة : (كروم – كوبالت):

تم تصميم العينات الاسطوانية (قطر 10ملم، ارتفاع 2.5ملم) باستخدام الحاسب عن طريق برنامج التصميم Exocad 2019 matera، ونحتها على أقراص شمعية باستخدام جهاز النحت CAD/CAM (الشكل 2–27) .

ثم وضعت القطع الشمعية المنحوتة في البوتقة مرتبطة مع أوتاد الصب ورش عليها المادة المزيلة للتوتر الشمع ثم تم الكسو باستخدام المسحوق الكاسي ذو الرابطة الفوسفاتية (الشكل 2–28)، وبعد تمام تصلب الكاسي وضعت البوتقة في الفرن الحراري (الشكل 2–29) لدرجة ذوبان خليطة الكروم – كوبالت، ثم صبت العينات باستخدام جهاز الطرد المركزي لصب المعدن(الشكل 2–30).

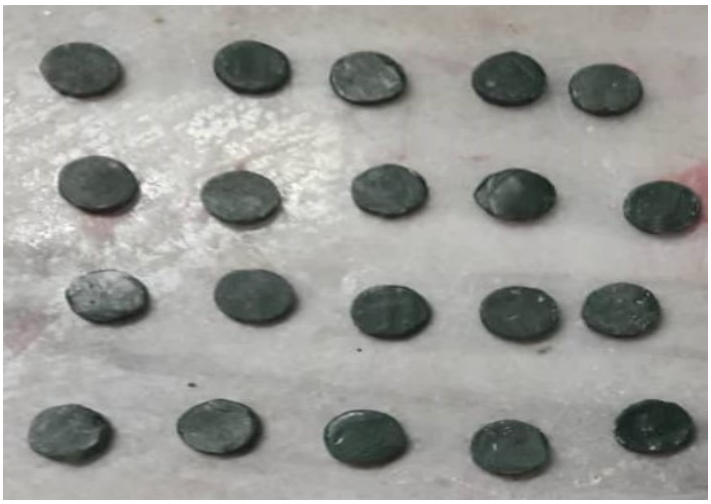


الشكل 2-27 : نحت العينات على أقراص شمعية باستخدام CAD/CAM



الشكل 2-29 : إذابة الشمع وإحماء البوتقة

الشكل 2-28 : كسو العينات الشمعية بالمسحوق الكاسي



الشكل 2-30 : العينات بعد الصب

- عينات دراسة خشونة السطح :

اشتملت عينة الدراسة على 60 نموذج مقسمة لثلاث مجموعات بحسب نوع المادة:

1- 20 نموذج من PMMA (Vertex)

2- 20 نموذج من PEEK

3- 20 نموذج من كروم- كوبالت

أجرينا انهاء وتشذيب للعينات باستخدام مايكروموتور مع رؤوس كاربوراندوم وثم نعمت العينات باستخدام ورق زجاج متدرج الخشونة (400 – 600 – 800 – 1000 – 1200) .

ثم اختبرت كل عينة بوساطة جهاز الخشونة Hand-held Roughness Tester TR200 الذي يحدد المعدل الوسطي لخشونة السطح (Ra,µm) (الشكل 2–31). بحيث ووضعت كل عينة بحيث يكون السطح المدروس متعامدًا مع رأس الحساس.

الشكل 2-31 : إختبار الخشونة للعينات من المجموعات الثلاث

عينات دراسة اختبار التصاق المبيضات:

تم استخدام عينات الخشونة نفسها بعد اختبارها لاجراء اختبار التصاق المبيضات.

عقمت العينات قبل إجراء الدراسة باستعمال الصاد الموصد (Autoclave) بدرجة حرارة 135ْC تحت ضغط 30pis و لمدة 3 دقائق (الشكل 2–32) . (Kato et al., 2022)

الشكل 2-32 : الصاد الموصد لتعقيم العينات

تحضير أوساط الزرع:

- تحضير وسط آغار سابورو كلورمفنكول:

أضيف 45.5 غ من المسحوق إلى 1 لتر ماء مقطر، ومزج جيدًا مع التحريك والتسخين، وعقّم المزيج بالصاد الموصد بدرجة حرارة 135ْC تحت ضغط 30pis و لمدة 3 دقائق. وترك ليبرد، وعند درجة حرارة 40 مْ وصبّ المزيج في أطباق بتري معقمة.

- تحضير مرق سابورو:

أضيف 30 غ من المسحوق إلى 1 لتر من ماء المقطر، ومزج جيدًا ثم وزع على عدد من أنابيب الاختبار ومن ثم عقم بالصاد الموصد بدرجة حرارة 135ْC تحت ضغط 30pis و لمدة 3 دقائق

- وسط سابورو كلورامفينيكول أكتيديون:

وسط جاهز لا يحتاج للتحضير.

مراحل العمل:

أخذت مسحة من مريض لديه جهاز كامل علوي من مراجعي عيادة كلية طب الأسنان جامعة دمشق. وزرعت في أنبوب يحوي على آغار سابورو كلورامفينكول وحضن في الحاضنة في درجة حرارة 27 مْ لمدة 72 ساعة.

فحصت الأحياء الدقيقة النامية بوساطة المجهر الضوئي (الشكل 2–33)، بعد ذلك عزل جنس المبيضات ثم زرعت على وسط سابورو كلورامفنكول أكتيديون لمعرفة أنها ممرضة .

بعد ذلك أخذت مسحة من الأنبوب وزرعت الخمائر الممرضة في أنبوب يحوي مرق سابورو (25 مل) (العبوة X)، وحضنت في الحاضنة في درجة حرارة 27 مْ لمدة 72 ساعة (الشكل 2–34).

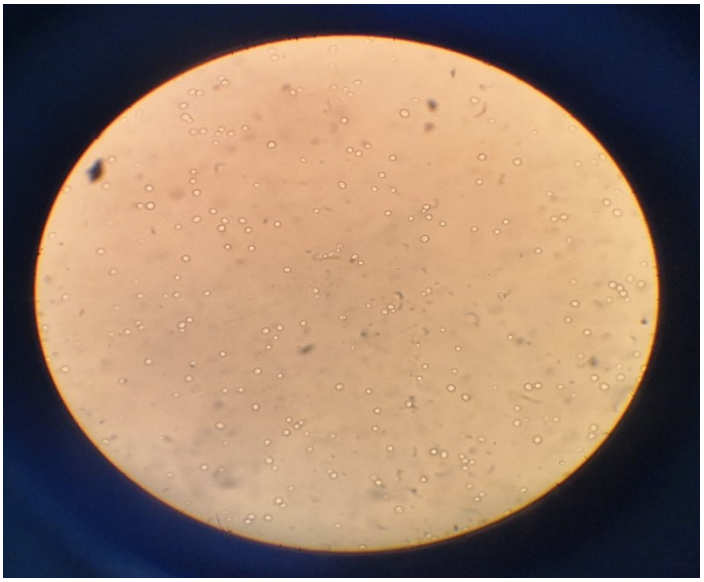
بعد ذلك حضر 60 أنبوب ووضع في كل واحد منها 7مل مرق سابورو، و10 ميكرولتر من مرق سابورو الموجود في العبوة (X) ، وعينة من المجموعة الأولى ثم الثانية ثم الثالثة. وحضن الأنبوب في درجة حرارة 27مْ لمدة 72ساعة (الشكل 2–35).

رفعت كل عينة من أنابيبها وأزيل عنها المرق الزائد، ووضعت في أنبوب يحوي 3 مل مصل ملحي معقم ليتم استحلاب ما علق بها من فطور عبر رج الأنبوب آليًا لمدة 3 دقائق.

بعد ذلك مدد مستحلب الغسيل (10 مرات) وتم ذلك باستعمال الماص الحجمي عبر أخذ 100ميكرو ليتر من سائل الغسيل ومزجها مع 900 ميكرو ليتر مصل فيزيولوجي ضمن أنبوب جديد ثم رج لمدة 30 ثانية (الشكل 2–36).

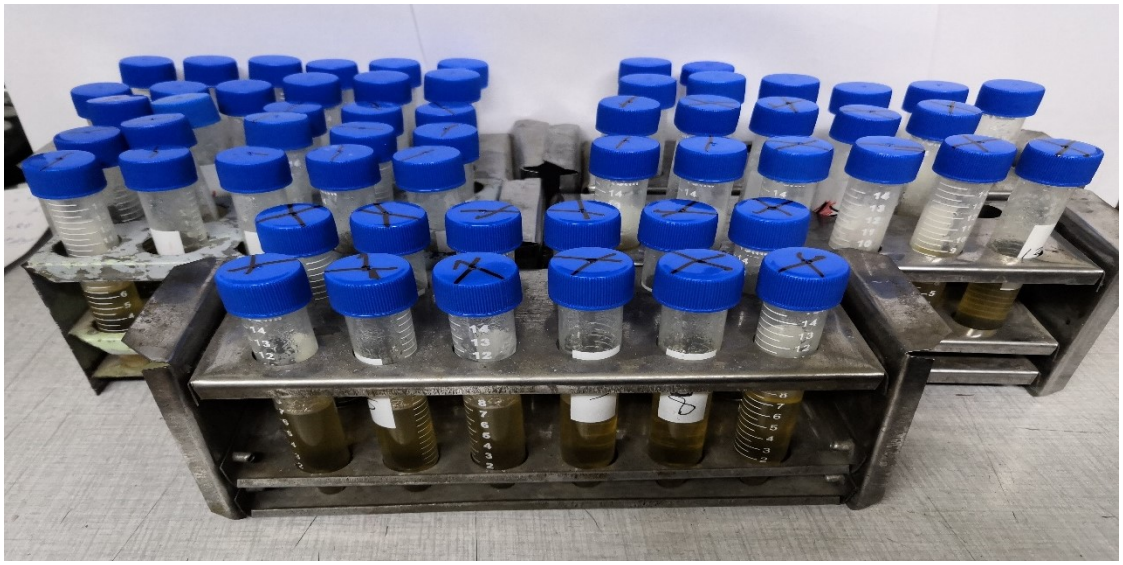
ثم زرع 10 ميكرولتر من المزيج الناتج على طبق بتري يحوي آغار سابوروكلورامفنكول وحضن في درجة حرارة 27مْ لمدة 72ساعة. وبعد ذلك تم عد الوحدات المشكلة للمستعمرات الفطرية Colony Forming Units (CFU) بالعين المجردة يحيث وضع طبق البتري الحاوي على المستعمرات الفطرية على طاولة مع إضاءة جيدة وباستعمال القلم وضع نقطة على كل مستعمرة (الشكل 2–37).

وبعد ذلك ضرب الرقم الناتج ×1000 لأننا مددنا العينة وهي تعتبر نسبة التمديد وذلك لمعرفة أعداد المستعمرات الفطرية المتبقية على العينات.

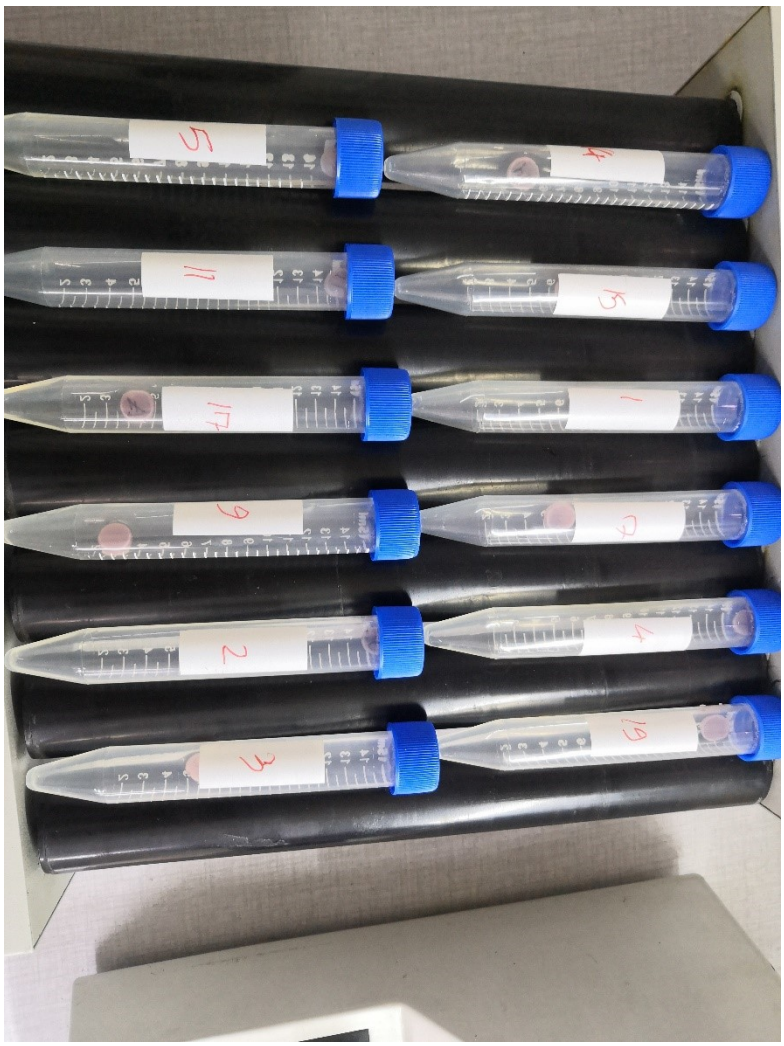


الشكل 2-33 : المبيضات بالمجهر الضوئي

الشكل 2-34 : العبوة (س)



الشكل 2-35 : اتحضير 40 عبوة تحوي العينات ومرق سابورو ومرق من العبوة (س)



الشكل 2-36 : استحلاب الفطور من العينات ورج المستحلب

الشكل 2-37 : الزرع على أطباق بتري

- **الدراسة الإحصائية Statistical Study:**

أجريت الدراسة الإحصائية باستخدام الحاسب عن طريق برنامج SPSS النسخة 25، حيث تم إجراء اختبار Kruskal–Wallis H لقيم خشونة السطح بين مجموعات الدراسة (مجموعة مادة الأكريل الحراري التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة مادة كروم – كوبالت). وذلك عند مستوى دلالة 0.05.

وأجري اختبار Kruskal–Wallis H لتعداد المبيضات بين مجموعات الدراسة (مجموعة مادة الأكريل الحراري التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة مادة كروم – كوبالت). وذلك عند مستوى دلالة 0.05.

وتم إجراء اختبار معامل سبيرمان لدراسة الارتباط والعلاقة بين خشونة السطح والتصاق المبيضات وذلك عند مستوى دلالة 0.05.

الباب الثالث

النتائج والدراسة الإحصائية

Results & Statistical Study

3-1 وصف العينات :

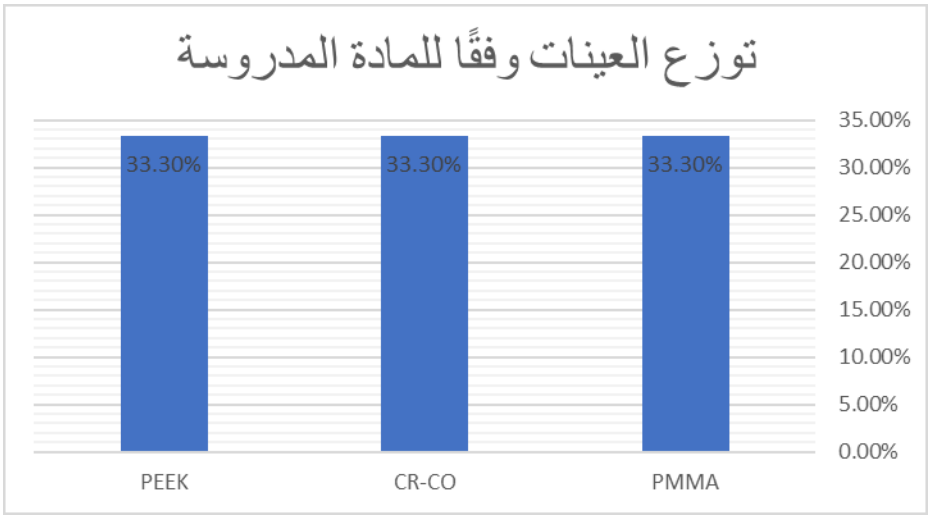
كانت عينات دراسة خشونة السطح والتصاق المبيضات بشكل اسطواني بقطر 10ملم، وارتفاع 2.5ملم.

تألفت عينة دراسة خشونة السطح من 60 قطعة وكانت مقسمة لثلاث مجموعات متساوية وفقًا للمادة المدروسة (مجموعة مادة الأكريل الحراري التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة مادة كروم – كوبالت).

وأما عينة دراسة التصاق المبيضات فتألفت من 60 قطعة وكانت مقسمة لثلاث مجموعات وفقًا للمادة المدروسة (مجموعة مادة الأكريل الحراري التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة مادة كروم – كوبالت)،وقد كان توزع عينات البحث وفقًا للمادة المدروسة كما يلي:

يوضح الجدول (3 – 1) توزع العينات وفقًا للمواد المدروسة.

المادة المدروسة	العدد	النسبة المئوية
PMMA	20	%33.3
CR-CO	20	%33.3
PEEK	20	%33.3
المجموع	60	%100



يوضح المخطط (3 – 2) النسبة المئوية لتوزع عينات وفقًا للمادة المدروسة.

3 – 2 الدراسة الإحصائية التحليلية :

3 – 2 – 1 دراسة خشونة السطح :

سجلت ثلاث قراءات لخشونة سطح كل قطعة من القطع المدروسة في عينة دراسة خشونة السطح واعتمد متوسط خشونة السطح في القراءات الثلاث لكل قطعة من القطع المدروسة .

ثم تمت دراسة تأثير المادة المدروسة في قيم خشونة السطح المعتمدة في عينة دراسة خشونة السطح وكانت نتائج التحليل كما يلي :

- أجرينا اختبار **Kruskal Wallis Test** لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم خشونة السطح بين المجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة خشونة السطح كما يلي:

- **إحصاءات وصفية :**

يوضح الجدول (3 – 3) المتوسط الحسابي لمقدار خشونة سطح المواد المدروسة.

جدول (3 – 3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار خشونة السطح في عينة دراسة خشونة السطح وفقًا للمادة المدروسة .

Max	Min	المتوسط (الانحراف المعياري)	اختبار الخشونة
3.47	0.65	1.97 (±0.86)	PMMA
1.97	0.49	1.02 (±0.45)	CR-CO
2.15	0.62	1.31 (±0.49)	PEEK

- نتائج اختبار **Kruskal Wallis Test** : الجدول (3 – 4)

جدول (3 – 4) يبين نتائج اختبار **Kruskal Wallis Test** لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة خشونة السطح.

Kruskal Wallis Test	
اختبار الخشونة	
13.534	Kruskal-Wallis H
1	Df
0.000	P-Value

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة (P value) أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار خشونة السطح بين

مجموعات المواد المدروســـــة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة خشونة السطح.

جدول (3 – 5) يبين نتائج اختبار **Kruskal Wallis Test** لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة خشونة السطح.

Dependent Variable				Std. Error	P-value	النتيجة
اختبار خشونة السطح	Tukey HSD	PMMA	CR-CO	0.200	0.000	**يوجد فروق**
			PEEK	0.200	0.005	**يوجد فروق**
		CR-CO	PMMA	0.200	0.000	**يوجد فروق**
			PEEK	0.200	0.318	لا يوجد فروق
		PEEK	PMMA	0.200	0.005	**يوجد فروق**
			CR-CO	0.200	0.318	لا يوجد فروق

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة (P value) أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعة مادة الأكريل التقليدي و مجموعة مادة PEEK و مجموعة مادة Cr–Co في عينة دراسة خشونة السطح بينما عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار خشونة السطح بين مجموعة مادة PEEK و مجموعة مادة Cr–Co في عينة دراسة خشونة السطح.

3 – 2 – 2 دراسة التصاق المبيضات:

أحصينا تعداد الفطور لكل قطعة من القطع المدروسة في عينة دراسة التصاق المبيضات. ثم درسنا تأثير المادة المدروسة في قيم تعداد الفطور المحسوبة في عينة دراسة التصاق المبيضات وكانت نتائج التحليل كما يلي :

- أجرينا اختبار **Kruskal Wallis Test** لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة التصاق المبيضات كما يلي:

- إحصاءات وصفية :

يوضح الجدول (3 – 6) المتوسط الحسابي لمقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) في عينة الدراسة.

جدول (3 – 6) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) في عينة دراسة التصاق المبيضات وفقًا للمادة المدروسة .

اختبار المبيضات	المتوسط (الانحراف المعياري)	Min	Max
PMMA	9.15 (±4.13)	3	16
CR-CO	3.85 (±2.66)	1	10
PEEK	5.3 (±2.71)	2	11

- نتائج **Kruskal Wallis Test** : الجدول (3 – 7)

- جدول (3 – 7) يبين نتائج اختبار **Kruskal Wallis Test** لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة التصاق المبيضات.

Kruskal Wallis Test	
اختبار مبيضات	
15.186	Kruskal-Wallis H
1	Df
0.000	P-Value

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة (P value) أقل بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة التصاق المبيضات.

جدول (3 – 8) يبين نتائج اختبار **Kruskal Wallis Test** لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co) في عينة دراسة التصاق المبيضات.

Dependent Variable				Std. Error	P-value	النتيجة
اختبار مبيضات	Tukey HSD	PMMA	CR-CO	1.025	0.000	**يوجد فروق**
			PEEK	1.025	0.001	**يوجد فروق**
		CR-CO	PMMA	1.025	0.000	**يوجد فروق**
			PEEK	1.025	0.340	لا يوجد فروق
		PEEK	PMMA	1.025	0.001	**يوجد فروق**
			CR-CO	1.025	0.340	لا يوجد فروق

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة (P value) أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعة مادة الأكريل التقليدي ومجموعة مادة PEEK و مجموعة مادة Cr–Co في عينة دراسة التصاق المبيضات بينما عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعة مادة PEEK و مجموعة مادة Cr–Co في عينة دراسة التصاق المبيضات.

- نتائج اختبار معامل الارتباط Spearman : الجدول (3 – 9)

جدول (3 – 9) يبين نتائج اختبار معامل الارتباط Spearman لدراسة دلالة الفروق في ارتباط قيم خشونة السطح ومقدار تعداد المبيضات (بالآلاف) بين مجموعات المواد المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK، مجموعة Cr–Co).

العلاقة بالنسبة لـ	P-Value	وجود الارتباط	قيمة الارتباط	نوع الارتباط	قوّة الارتباط
كامل العينة	0.000	يوجد ارتباط	0.798	إيجابية	قوية جدا
PMMA	0.000	يوجد ارتباط	0.938	إيجابية	قوية جدا
CR-CO	0.905	لا يوجد ارتباط	-		-
PEEK	0.000	يوجد ارتباط	0.767	إيجابية	قوية جدا

يبين الجدول أعلاه أن معامل الارتباط سبيرمان قريب من الواحد الصحيح، أي أن هنالك علاقة قوية بين مقدار خشونة السطح وتعداد المبيضات لكل عينة من عينات دراسة مادة الأكريل التقليدي ومادة PEEK، حيث قيمة مستوى الدلالة (P value) أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية بارتباط مقدار خشونة السطح بتعداد المبيضات لكلا المجموعتين من المادة المدروسة (مجموعة مادة الأكريل التقليدي، مجموعة مادة PEEK).

ويبين الجدول أيضًا أن معامل الارتباط سبيرمان يساوي الصفر، أي أنه ليس هنالك علاقة أو ارتباط بين مقدار خشونة السطح وتعداد المبيضات لكل عينة من عينات دراسة مادة الكروم – كوبالت، حيث قيمة مستوى الدلالة (P value) أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى

الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصـائية بارتباط مقدار خشـونة السـطح بتعداد المبيضـات لمجموعة مادة (Cr–Co)

الباب الرابع

المناقشة

Discussion

4-1 مناقشة خشونة سطح عينة الدراسة:

تعد خشونة السطح لقواعد الأجهزة السنية أحد العوامل المحددة لطول العمر السريري للجهاز السني(Darwish and Nassani, 2016). ولخشونة السطح دور رئيس في حدوث التهاب الفم المسبب بالأجهزة ، حيث تميل الأسطح الخشنة لإحداث الرائحة الكريهة والتغير اللوني والتصاق الكائنات الحية الدقيقة (Al-Dwairi et al., 2019, Cortés-Sandoval et al., 2015, Rao et al., 2015).

ولذلك ظهرت مواد مختلفة لصنع قواعد الأجهزة المتحركة كالراتنج الأكريلي التقليدي ومادة الكروم كوبالت وفي الآونة الأخيرة ظهرت مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) التي تميزت بخصائص ميكانيكية وفيزيائية مشابهة للعظم والعاج (Liebermann et al., 2016) مما شجع على استخدامها في العديد من مجالات طب الأسنان كالتعويضات السنية الثابتة والمتحركة والتقويم وغرس الاسنان وغيرها من المجالات. (Najeeb et al., 2016)

أجريت الدراسة على 20 عينة من كل مادة ، أبعادها (قطر 10ملم، وارتفاع 2.5ملم) حيث صنعت العينات باستخدام نظام CAD/CAM لمحاولة توحيد العينات قدر المستطاع ولتجنب الأخطاء المخبرية الناجمة عن النسخ والتقلص التصلبي للشمع بالنسبة لصنع مادتي الراتنج الأكريلي و مادة الكروم كوبالت. (Yilmaz et al., 2018)

وأجري لها إنهاء وتلميع ميكانيكي الذي يعتبر أفضل من الانهاء والتلميع الكيميائي . (Alammari, 2017a, Al-Kheraif, 2014) وذلك من أجل تأمين سطح موحد للعينة (Al-Dwairi et al., 2019).

أجري التلميع لسطح واحد فقط بينما بقي السطح الآخر كما هو من أجل محاكاة أسطح الأجهزة السنية قدر الإمكان (Al-Dwairi et al., 2019).

أجري اختبار خشونة السطح باستخدام جهاز (Surface Roughness Tester) الأكثر استخدامًا في الدراسات المنهجية لسهولة إجراء الاختبار ودقته وسهولة حساب (Ra) (Darwish and Nassani, 2016) حيث أخذ ثلاث قراءات لسطح كل عينة واعتمدنا على المتوسط الحسابي للعينة وحسبنا مقدار التغير لقيم خشونة السطح.

المناقشة

رغم أن المواد قد تم تنعيمهما بنفس الطريقة لكن أظهرت النتائج أن مادة الراتنج الأكريل التقليدي (PMMA) الأكثر خشـــونة ســـطح. وتفوقت مادة الكروم كوبالت على مادتي بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) والراتنج الأكريلي (PMMA) وذلك قد يعود إلى بنية المعدن الكتيمة مقارنة بالبنية الراتنج لمادة (PEEK) و(PMMA).

اتفقت نتائجنا مع نتائج دراســة (Bunz et al., 2024) وزملائه الذي درس خشــونة الســطح لعدة مواد راتنجية (الكومبزيت و PMMA و PEEK) حيث وجد أن مادة PMMA أكثر المواد خشونة للسطح.

واتفقت دراسـتنا مع دراسـة (Papathanasiou et al., 2022) وزملائه الذي درس أثر المحاليل الشـائعة على ثبات اللون واللمعان وخشونة السطح للأجهزة الجزئية المتحركة المصنوعة من الراتنج الأكريلي و الراتنج أستيل البولي أميد ومادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK)، حيث تفوقت مادة (PEEK) على جميع المواد من حيث ثبات اللون واللمعان وخشونة السطح.

واتفقت نتائج دراستنا مع دراسة (Taylor et al., 1998) وزملائه الذي درس مادتي الراتنج الأكريلي (PMMA) ومادة الكروم كوبالت (Cr–Co) مخبريًا حيث وجد أن مادة الكروم – كوبالت (Cr–Co) أقل خشـونة سـطح من مادة الراتنج الأكريلي (PMMA).

بينما اختلفت نتائج دراسـتنا مع دراسـة (Vulović et al., 2023) وزملائه الذي درس عدة مواد راتنجية تصـمم وتصــنع باســتخدام نظام (CAD/CAM) لكنه وجد زيادة بخشــونة ســطح مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) مقارنة بمادة الراتنج الأكريلي (PMMA) وذلك لعدم إجراء إنهاء وتلميع للعينات ولاختلاف نوع الأكريل المستخدم في الدراسة.

واختلفت نتائج دراســتنا مع دراســة (Almogbel et al., 2023) وزملائه الذي درس خشــونة الســطح وقوة الانحناء لمادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) قبل الإنهاء والتلميع وبعدها مقارنة مع مادة الراتنج الأكريلي (PMMA) حيث وجد مخبريًا فرق جوهري بين المادتين يظهر أن مادة (PEEK) أكثر خشونة سطح من مادة (PMMA) وذلك قبل الإنهاء والتلميع ويعود ذلك لسـنابل النحت المسـتخدمة في صـنع عينات مادة (PEEK). ووجدت الدراسـة أيضًـا عدم وجود فرق جوهري بين المادتين (PEEK) و (PMMA) من حيث خشونة السطح وذلك بعد الإنهاء والتلميع.

واختلفت نتائج دراستنا مع دراسة (El Mekawy and Gad, 2016) وزملائه الذي وجد فرق جوهري بين مادة الكروم كوبالت (Cr–Co) و مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) من حيث خشونة السطح ، حيث قاموا بإجراء اختبار الخشونة لإثنا عشرة جهاز متحرك جزئي قبل تسليمها للمرضى واستخدموا جهاز digital profilometer لقياس خشونة الأجهزة وهو مختلف عن الجهاز المستخدم في البحث.

4-2 مناقشة الدراسة الفطرية

يتراوح نسبة انتشار التهاب الفم المسبب بالأجهزة السنية بين 15% إلى أكثر من 70% من المرضى وتعود أسباب التهاب الفم المسبب بالأجهزة السنية بشكل رئيسي لضعف نظافة الأجهزة المتحركة، وإنتان المبيضات والارتداء المستمر للجهاز السني (Meirowitz et al., 2021).

يعد الالتصاق الأولي للكائنات الدقيقة بمادة الأجهزة السنية هي الخطوة الأولى لبدء حدوث التهاب الفم المسبب بالأجهزة السنية (Meirowitz et al., 2021, Aslanimehr et al., 2017) . حيث يعتمد الالتصاق الأولي للمبيضات على الخواص الفيزيائية لأسطح الأجهزة السنية مثل المسامية ،الطاقة السطحية ،الخاصية الكارهة للماء وخشونة السطح. و تتأثر هذه الخواص الفيزيائية بنوع المادة المستخدمة لصنع قواعد الأجهزة المتحركة وطريقة تصلب الراتنج الأكريلي (Aslanimehr et al., 2017) .حيث أظهرت دراسات كل من Al–Bakri وزملائه و Akalin–Evren وزملائه أن كمية *المبيضات البيض* التي تم جمعها من الجزء المخاطي للجهاز السني المتحرك كانت أكثر بكثير من تلك التي تم جمعها من أنسجة الغشاء المخاطي أسفل الجهاز السني المتحرك .وهذا يعني أنه يمكن السيطرة أو منع التصاق المبيضات البيض بتطوير مواد صنع قواعد الأجهزة المتحركة .

(Al-Bakri et al., 2014, Akalın-Evren et al., 2014)

جرى استخدام عينات خشونة السطح نفسها بعد إجراء اختبار الخشونة لإجراء اختبار التصاق المبيضات وذلك لربط نتائج الاختبارين.

حيث تم تعقيم العينات باستخدام الصاد الموصد (الأوتوكلاف) لتجنب أي تلوث بالعينات (Kato et al., 2022) ، واستعملت الماسحة القطنية المعقمة لاستخلاص الفطور من باطن الجهاز العلوي للمريض لكونه مكانًا لتراكم الفطور (Aslanimehr et al., 2017)

تبين عند عد المستعمرات الفطرية بأن عينات مادة الراتنج الأكريلي التقليدي (PMMA) تحوي العدد الأكبر من المستعمرات الفطرية بمتوسط بلغ 9150 CFU/mL وحدة، في حين احتوت عينات مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) على عدد المستعمرات الفطرية بمتوسط بلغ 5300 CFU/mL وحدة واحتوت عينات مادة الكروم كوبالت (Cr–Co) على العدد الأقل من المستعمرات الفطرية بمتوسط بلغ 3850 CFU/mL وحدة إلا أنه بعد اجراء اختبار **Kruskal Wallis Test** للمقارنة بين المتوسطات كانت النتيجة عدم وجود فرق ذو دلالة احصائية بين عينات الكروم كوبالت (Cr–Co) و عينات مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK). ووجود فرق ذو دلالة احصائية بين عينات الراتنج التقليدي (PMMA) وعينات كل من مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) ومادة الكروم كوبالت (Cr–Co).

حتى الآن لا يوجد تفسير واضح يفسر الآلية الحقيقية لالتصاق الفطور على السطوح القاسية ومع ذلك فإن الدراسات المخبرية تشير إلى أن السطوح الخشنة تميل لتعزيز تكون اللويحة على اعتبار أن هذه السطوح أقل قابلية للتنظيف من العضويات الدقيقة العالقة بها (Radford et al., 1998) ، وبالتالي فإن السطوح الخشنة تقوم بتثبيت عدد أكبر من العضويات الدقيقة بالمقارنة مع السطوح الملساء. (Verran and Maryan, 1997)

أشارت بعض الأبحاث إلى وجود عتبة لخشونة السطح يبدأ فوقها تراكم العضويات الدقيقة بشكل مهم، فقد وجد (Rao et al., 2015) وزملاؤه أن عتبة خشونة السطح التي تزداد عندها التصاق الكائنات الحية الدقيقة هي (Ra = 0.2 µm). أي أن الزيادة في خشونة السطح فوق هذه القيمة تزيد من التصاق الكائنات الدقيقة إنما نقصانها عن هذه القيمة لا يؤثر في التصاق الكائنات الدقيقة.

وأكد (Rao et al., 2015) وزملاؤه أن الخصائص السطحية مثل خشونة السطح ، الطاقة السطحية ، التوتر السطحي ، امتصاص الماء ، الخاصية الكارهة للماء والصلابة لمواد صنع قواعد الأجهزة السنية هي عوامل مؤثرة في تراكم اللويحة والتلون والتصاق الكائنات الدقيقة.

وبالتالي يمكن تفسير نتائج بحثنا التي أشارت إلى عدم وجود فرق في تراكم فطور المبيضات على عينات مادة الكروم كوبالت (Cr–Co) وعينات مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) رغم اختلاف قيم الخشونة بكون تلك القيم تجاوزت العتبة التي أشار لها Rao وزملاؤه والتي فوقها يحدث اختلاف في تراكم الفطور وهذا ما يؤكد أن خشونة السطح ليست العامل الوحيد المؤثر في تراكم العضويات الدقيقة (Radford et al., 1998) وإنما تؤدي عدة عوامل دورا في التصاق المبيضات كالتوتر السطحي وامتصاص الماء والتركيب الكيميائي.

واتفقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة (Eguia et al., 2020) وزملائه الذي درس التصاق الجراثيم والفطور لعدة مواد مستخدمة في طب الأسنان التيتانيوم (Ti) ، أوكسيد الزركونيوم (ZrO_2) ، الكروم كوبالت (Cr–Co) ، السيلكون (Silicone) ، الكومبزيت (Composite) و الراتنج الأكريلي (PMMA) ، حيث وجدوا أن مادة (PMMA) هي الأكثر التصاقًا للفطور وكانت مادة الكروم كوبالت هي الأقل التصاقًا بالفطور.

واتفقت نتائجنا مع نتائج دراسة (Bunz et al., 2024) وزملائه الذي وجد أن التصاق المبيضات أكبر مع مادة الراتنج الأكريلي (PMMA) مقارنة مع مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK).

واتفقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة (Martin et al., 2021b) وزملائه الذي درس التصاق المبيضات على مادة بوليمير أريل كيتون (AKP) ومادة الكروم كوبالت (Cr–Co) ومادة الراتنج الأكريلي (PMMA)، حيث وجد أن (Cr–Co) هي أقل المواد التصاقًا للمبيضات مقارنة مع (AKP) و مادة (PMMA).

واتفقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة (Taylor et al., 1998) وزملائه الذي درس مادتي الراتنج الأكريلي (PMMA) ومادة الكروم كوبالت (Cr–Co) مخبريًا حيث وجد أن مادة الكروم – كوبالت (Cr–Co) أقل التصاق للكائنات الحية الدقيقة مقارنة مع مادة الراتنج الأكريلي (PMMA).

وأما دراسة (Almogbel et al., 2023) وزملائه التي درست قوة الانحناء وخشونة السطح والتصاق الكائنات الحية الدقيقة بين مادتي الراتنج الأكريلي (PMMA) و مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK)، حيث أظهرت النتائج أن سطح مادة (PEEK) الذي لم يجرى له إنهاء وتلميع أكثر خشونة سطح من سطح مادة (PMMA) ولكن عند قياس درجة خشونة السطح لمادة (PEEK) بعد الإنهاء والتلميع كانت أقل خشونة سطح من مادة (PMMA). وأظهرت النتائج بعدم وجود فرق جوهري بين المادتين (PEEK) و (PMMA) من حيث التصاق المبيضات ويعود ذلك لكون خشونة سطح المادتين (PEEK) و (PMMA) فوق العتبة 0.2 ميكرو متر.

اختلفت نتائج دراستنا مع دراسة (Vulović et al., 2023) الذي درس عدة مواد راتنجية تصمم وتصنع باستخدام نظام (CAD/CAM) لكنه وجد التصاق المبيضات أكثر مع مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) مقارنة بمادة الراتنج الأكريلي (PMMA) وذلك لعدم إجراء إنهاء وتلميع للعينات حيث أظهرت النتائج أيضًا زيادة خشونة سطح مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) مقارنة بمادة الراتنج الأكريلي (PMMA).

واختلفت أيضًا نتائج دراستنا مع نتائج دراسة (Vulović et al., 2024) وزملائه الذي درس التصاق الجراثيم والفطور مع عدة مواد شائعة الاستخدام في طب الأسنان كومبزيت (RBC)، الراتنج الأكريلي (PMMA)، بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK)، الزركونيا (ZP) والكروم كوبالت (Cr–Co). حيث وجد أن التصاق الجراثيم والفطور أكبر على مادة (PEEK) ثم مادة (PMMA) وأقل المواد التصاق الفطور والجراثيم هي مادة الكروم كوبالت (Cr–Co)، ويعود ذلك لأنه لم يقم باجراء إنهاء وتلميع لمواد العينات المدروسة.

4-3 مناقشة نتائج ارتباط خشونة السطح بالتصاق المبيضات وفقًا للمادة المدروسة

تبين من خلال هذه الدراسة وجود علاقة قوية بين خشونة السطح والتصاق المبيضات لنفس المادة المدروسة سواء كانت الراتنج الأكريلي (PMMA) أو مادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK).

ولكن أظهرت النتائج أنه ليس هنالك علاقة أو ارتباط بين خشونة السطح والتصاق المبيضات بالنسبة لمادة الكروم كوبالت (Cr–Co).

المناقشة

اتفقت دراستنا مع دراسة كل من (Bunz et al., 2024, Vulović et al., 2023) حيث وجدوا ارتباط قوي بين خشونة السطح والتصاق الجراثيم والفطور على أسطح العينات المدروسة. حيث درسوا خشونة السطح و التصاق الكائنات الحية الدقيقة على مادة الراتنج الأكريلي (PMMA) ومادة بولي إيثر إيثر كيتون (PEEK).

الباب الخامس

الاستنتاجات

Conclusions

الاستنتاجات

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يأتي:

1. إن خشونة سطح الراتنج الأكريلي التقليدي أكثر خشونة من سطح مادة PEEK وسطح مادة الكروم – كوبالت.
2. يعتبر التصاق فطور المبيضات على سطح الراتنج الأكريلي التقليدي أكثر من التصاقها على سطح مادة PEEK وسطح مادة الكروم – كوبالت.
3. توجد علاقة ارتباط قوية بين خشونة السطح والتصاق فطور المبيضات على أسطح الراتنج الأكريلي التقليدي وأسطح مادة PEEK، حيث إن زيادة خشونة السطح تزداد معها التصاق فطور المبيضات.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

6 – 1. المقترحات Suggestions:

1- نقترح إجراء دراسة مخبرية لتقييم أثر الإنهاء والتلميع على التصاق المبيضات و خشونة السطح لمواد صنع قواعد الأجهزة المتحركة.

2- نقترح دراسة أثر تقادم على مواد صنع قواعد الأجهزة المتحركة (PEEK ، PMMA ، Cr–Co) من حيث خشونة السطح و التصاق فطور المبيضات.

3- نقترح إجراء دراسة سريرية مقارنة لالتصاق المبيضات وخشونة السطح لأجهزة مصنوعة من مادة PEEK و من مادة الكروم كوبالت.

6 – 2. التوصيات Recommendations:

نوصي ضمن حدود هذه الدراسة باستعمال الكروم كوبالت و مادة PEEK لصنع قواعد الأجهزة السنية المتحركة لما أظهرته هذه المواد من نعومة مما قد ينعكس ايجابيًا على استعمال قواعد الأجهزة السنية المتحركة.

الباب السابع

المراجع

Reference

المراجع

AKALıN-EVREN, B., KULAK-ÖZKAN, Y., ÖZCAN, M. & KADIR, T. 2014. C andida albicans adhesion on reinforced polymethylmethacrylate denture resin: effect of fibre architecture and exposure to saliva. *Gerodontology,* 31**,** 194-201.

AL-FOUZAN, A. F., AL-MEJRAD, L .A. & ALBARRAG, A. M. 2017. Adherence of Candida to complete denture surfaces in vitro: A comparison of conventional and CAD/CAM complete dentures. *The journal of advanced prosthodontics,* 9**,** 402-408.

AL-KHERAIF, A. A. A. 2014. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of heat-polymerized and visible light-polymerized acrylic denture base resins. *The Saudi dental journal,* 26**,** 56-62.

AL-BAKRI, I., HARTY, D., AL-OMARI, W., SWAIN, M., CHRZANOWSKI, W. & ELLAKWA, A. 2014 .Surface characteristics and microbial adherence ability of modified polymethylmethacrylate by fluoridated glass fillers. *Australian Dental Journal,* 59**,** 482-489.

AL-DWAIRI, Z. N., TAHBOUB, K. Y., BABA, N. Z., GOODACRE, C. J. & ÖZCAN, M. 2019. A comparison of the surface properties of CAD/CAM and conventional polymethylmethacrylate (PMMA). *Journal of Prosthodontics,* 28**,** 452-457.

ALAMMARI, M. R. 2017a. The influence of polishing techniques on pre-polymerized CAD\CAM acrylic resin denture bases. *Electronic physician,* 9**,** 5452-5458.

المراجع

ALAMMARI, M. R. 2017b. The influence of polishing techniques on pre-polymerized CAD\CAM acrylic resin denture bases. *Electronic physician,* 9**,** 5452.

ALMOGBEL, L., SADID-ZADEH, R., ÖRGEV, A., ÇAKMAK, G. & LI, R. 2023. Flexural strength, surface roughness, and biofilm formation of ceramic-reinforced PEEK: An in vitro comparative study. *Journal of Prosthodontics*.

ANDERSSON, M., BERGMAN, B., BESSING, C., ERICSON, G., LUNDQUIST, P. & NILSON, H. 1989. Clinical results with titanium crowns fabricated with machine duplication and spark erosion. *Acta Odontologica Scandinavica,* 47**,** 279-286.

ANUSAVICE, K., SHEN, C., PHILLIPS, R., ANUSAVICE, K. & PHILLIPS, R. 2013. Dental casting alloys and metal joining. *Phillips' Science of Dental Materials–E-Book***,** 367-395.

ANUSAVICE, K. J. 2003. Dental ceramics. *Phillips' science of dental materials*.

ASLANIMEHR, M., REZVANI, S., MAHMOUDI, A. & MOOSAVI, N. 2017. Comparison of Candida Albicans adherence to conventional acrylic denture base materials and injection molding acrylic materials. *Journal of Dentistry,* 18**,** 61-64.

AYMAN, A.-D. 2017. The residual monomer content and mechanical properties of CAD\CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat cured resins. *Electronic physician,* 9**,** 4766.

المراجع

BABA, N. Z., GOODACRE, B. J., GOODACRE, C. J., MÜLLER, F. & WAGNER, S. 2021. CAD/CAM complete denture systems and physical properties: A review of the literature. *Journal of Prosthodontics,* 30**,** 113-124.

BEHR, M., ZEMAN, F., PASSAUER, T., KOLLER, M., HAHNEL, S., BUERGERS, R., LANG, R., HANDEL, G. & KOLBECK, C. 2012. Clinical performance of cast clasp-retained removable partial dentures: a retrospective study. *International Journal of Prosthodontics,* 25.

BEUER, F., SCHWEIGER, J. & EDELHOFF, D. 2 .008Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British dental journal,* 204**,** 505-511.

BILGIN, M. S., BAYTAROĞLU, E. N., ERDEM, A. & DILBER, E. 2016. A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *European journal of dentistry,* 10**,** 286-291.

BOLLENL, C. M., LAMBRECHTS, P. & QUIRYNEN, M. 1997. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental materials,* 13**,** 258-269.

BONSOR, S. J. & PEARSON, G. 2012. *A clinical guide to applied dental materials*, Elsevier Health Sciences.

BROOKS, G., CARROLL, K., BUTEL, J., MORSE, S. & MIETZNER, T. J. 2015. Melnick .*Adelberg Medical Microbiology: Placebo doo*.

المراجع

BUNZ, O., DIEKAMP, M., BIZHANG, M., TESTRICH, H. & PIWOWARCZYK, A. 2024. Surface roughness associated with bacterial adhesion on dental resin-based materials. *Dental Materials Journal,* 43**,** 621-628.

CAMPBELL, S .D., COOPER, L., CRADDOCK, H., HYDE, T. P., NATTRESS, B., PAVITT, S. H. & SEYMOUR, D. W. 2017. Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *The Journal of prosthetic dentistry,* 118**,** 273-280.

CAN, G., AKPıNAR, G. & AYDıN, A. 2007. The release of elements from dental casting alloy into cell-culture medium and artificial saliva. *European Journal of Dentistry,* 1**,** 086-090.

CERCI, B. B., ROMAN, L. S., GUARIZA-FILHO, O., CAMARGO, E. S. & TANAKA, O. M. 2012. Dental enamel roughness with different acid etching times: Atomic force microscopy study. *European Journal of General Dentistry,* 1**,** 187-191.

CORTÉS-SANDOVAL, G., MARTÍNEZ-CASTAÑÓN, G. A., PATIÑO-MARÍN, N., MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, P. R. & LOYOLA-RODRÍGUEZ, J. P. 2015. Surface roughness and hardness evaluation of some base metal alloys and denture base acrylics used for oral rehabilitation. *Materials Letters,* 144**,** 100-105.

COSTA-PALAU, S., TORRENTS-NICOLAS, J., BRUFAU-DE BARBERÀ, M. & CABRATOSA-TERMES, J. 2014. Use of polyetheretherketone in the

fabrication of a maxillary obturator prosthesis: a clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry,* 112**,** 680-682.

CRAIG, R. G. 1988. Review of dental impression materials. *Advances in dental research,* 2**,** 51-64.

DAHL, K. & JANSONS, V. 1995. Poly (arylene ether ketone) Chemistry: Recent Advances in Synthesis and Applications. *Polymers and Other Advanced Materials: Emerging Technologies and Business Opportunities***,** 69-81.

DARWISH, M. & NASSANI, M. Z. 2016. Evaluation of the effect of denture adhesives on surface roughness of two chemically different denture base resins. *European Journal of Dentistry,* 10**,** 321-326.

DE FOGGI, C. C., MACHADO, A. L., ZAMPERINI, C. A., FERNANDES, D., WADY, A. F. & VERGANI, C. E. 2016. Effect of surface roughness on the hydrophobicity of a denture-base acrylic resin and C andida albicans colonization. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry,* 7**,** 141-148.

EGUIA, A., ARAKISTAIN, A., DE-LA-PINTA, I., LÓPEZ-VICENTE, J., SEVILLANO, E., QUINDÓS, G. & ERASO, E. 2020. Candida albicans biofilms on different materials for manufacturing implant abutments and prostheses. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal,* 25**,** e13.

EL MEKAWY, N. & GAD, E. 2016. Retentive force and surface roughness of partial removable frameworks fabricated from conventional chrome-cobalt and

CAD/CAM modified polyetheretherketone materials (within-subject evaluation). *Egypt Dent J,* 62**,** 5055-5062.

FERRACANE, J. L. 2001. *Materials in dentistry: principles and applications*, Lippincott Williams & Wilkins.

FERTITTA, L., HOTZ, C., WOLKENSTEIN, P., MÉNINGAUD, J., SAWAN, D., HERSANT, B. & SBIDIAN, E. 2020. Efficacy and satisfaction of surgical treatment for hidradenitis suppurativa. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology,* 34**,** 839-845.

GHARDA ,K. H., TRIVEDI, P. D., IYER, V. S., VAKIL, U. M. & LIMAYE, S. C. 2005. Melt processible polyether ether ketone polymer. Google Patents.

GOODACRE, C. J., GARBACEA, A., NAYLOR, W. P., DAHER, T., MARCHACK, C. B. & LOWRY, J. 2012. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *The Journal of prosthetic dentistry,* 107**,** 34-46.

GUTTAL, S. & PATIL, N. P. 2005. Cast titanium overlay denture for a geriatric patient with a reduced vertical dimension. *Gerodontology,* 22**,** 242-245.

INFANTE, L., YILMAZ, B., MCGLUMPHY, E. & FINGER, I. 2014. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. *The Journal of prosthetic dentistry,* 111**,** 351-355.

المراجع

JANEVA, N., KOVACEVSKA, G. & JANEV, E. 2017. Complete dentures fabricated with CAD/CAM technology and a traditional clinical recording method. *Open access Macedonian journal of medical sciences,* 5**,** 785.

JASSIM, N. A. & JABER, M. A.-R. 2019. Evaluation of the effect of different surface treatments on bond strength of heat cured acrylic resin at Co-Cr alloy and PEEK polymer interface. *International Journal of Medical Research & Health Sciences,* 8**,** 71-83.

KASPRZAK, K. S., SUNDERMAN JR, F. W. & SALNIKOW, K. 2003. Nickel carcinogenesis. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis,* 533**,** 67-97.

KATO, T., YASUNAMI, N., FURUHASHI, A., SANDA, K. & AYUKAWA, Y. 2022. Effects of autoclave sterilization and multiple use on implant Scanbody deformation In vitro. *Materials,* 15**,** 7717.

KORAN, A. 2002. Prosthetic applications of polymers. *Restorative dental materials*.

KOUJAN, A., AGGARWAL, H., CHEN, P. H., LI, Z., GIVAN, D. A., ZHANG, P. & FU, C. C. 2023. Evaluation of Candida albicans Adherence to CAD-CAM Milled, 3D-Printed, and Heat-Cured PMMA Resin and Efficacy of Different Disinfection Techniques: An In Vitro Study. *Journal of Prosthodontics,* 32**,** 512-518.

KURTZ, S. & HANDBOOK, P. B. 2011. William Andrew Publishing. *Chapter,* 11**,** 163-170.

KURTZ, S. M. & DEVINE, J. N. 2007. PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials,* 28**,** 4845-4869.

LAI, Y.-H., KUO, M., HUANG, J. & CHEN, M. 2007. On the PEEK composites reinforced by surface-modified nano-silica. *Materials Science and Engineering: A,* 458**,** 158-169.

LAUGHLIN, G. A., EICK, J. D., GLAROS, A. G., YOUNG, L. & MOORE, D. J. 2001. A comparison of palatal adaptation in acrylic resin denture bases using conventional and anchored polymerization techniques. *Journal of Prosthodontics,* 10**,** 204-211.

LEE, W. T., KOAK, J. Y., LIM, Y. J., KIM, S. K ,.KWON, H. B. & KIM, M. J. 2012. Stress shielding and fatigue limits of poly-ether-ether-ketone dental implants. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials,* 100**,** 1044-1052.

LIEBERMANN, A., WIMMER, T., SCHMIDLIN, P. R., SCHERER, H ,.LÖFFLER, P., ROOS, M. & STAWARCZYK, B. 2016. Physicomechanical characterization of polyetheretherketone and current esthetic dental CAD/CAM polymers after aging in different storage media. *The Journal of prosthetic dentistry,* 115**,** 321-328. e2.

LIU, Y ,.FANG, M., ZHAO, R., LIU, H., LI, K., TIAN, M., NIU, L., XIE, R. & BAI, S. 2022. Clinical applications of polyetheretherketone in removable dental prostheses: accuracy, characteristics, and performance. *Polymers,* 14**,** 4615.

LUO, G. & SAMARANAYAKE, L. 2002 .Candida glabrata, an emerging fungal pathogen, exhibits superior relative cell surface hydrophobicity and adhesion to denture acrylic surfaces compared with Candida albicans. *Apmis,* 110**,** 601-610.

MARTIN, C., PUREVDORJ-GAGE, L., LI, W., SHARY, T. J., YANG ,B., MURPHY, R. J. & WU, C. D. 2021a. In vitro biofilm formation on aryl ketone polymer (AKP), a new denture material, compared with that on three traditional dental denture materials. *International Journal of Dentistry,* 2021.

MARTIN, C., PUREVDORJ-GAGE ,L., LI, W., SHARY, T. J., YANG, B., MURPHY, R. J. & WU, C. D. 2021b. In vitro biofilm formation on aryl ketone polymer (AKP), a new denture material, compared with that on three traditional dental denture materials. *International Journal of Dentistry,* 20.4713510 ,21

MCCABE, J. F. & WALLS, A. W. 2013. *Applied dental materials*, John Wiley & Sons.

MEIROWITZ, A., RAHMANOV, A., SHLOMO, E., ZELIKMAN, H., DOLEV, E. & STERER, N. 2021. Effect of Denture Base Fabrication Technique on Candida albicans Adhesion In Vitro. *Materials,* 14**,** 221.

MENG, T. R. & LATTA, M. A. 2005. Physical properties of four acrylic denture base resins. *J Contemp Dent Pract,* 6**,** 93-100.

MIYAZAKI, T., HOTTA, Y., KUNII, J., KURIYAMA, S. & TAMAKI, Y. 2009. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental materials journal,* 28**,** 44-56.

MURAT, S., ALP, G., ALATALı, C. & UZUN, M. 2019. In vitro evaluation of adhesion of Candida albicans on CAD/CAM PMMA-based polymers. *Journal of Prosthodontics* ,28 ,e873-e879.

NAJEEB, S., ZAFAR, M. S., KHURSHID, Z. & SIDDIQUI, F. 2016. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *Journal of prosthodontic research,* 60**,** 12-19.

NAKAJIMA, H. & OKABE, T. 1996. Titanium in dentistry development and research in the USA. *Dental materials journal,* 15**,** 77-90,249.

O'BRIEN, W. J. 2002. *Dental materials and their selection*, Quintessence Chicago.

PAPATHANASIOU, I., PAPAVASILIOU, G., KAMPOSIORA, P. & ZOIDIS, P. 2022. Effect of staining solutions on color stability, gloss and surface roughness of removable partial dental prosthetic polymers. *Journal of Prosthodontics,* 31**,** 65-71.

PHOENIX, R. 1996. Denture base resins: technical considerations and processing techniques. *Phillips science of Dental Materials. 10th ed. Philadelphia, PA, Saunders***,** 237-71.

POWERS, J. M. & WATAHA, J. C. 2012. *Dental materials-E-book: properties and manipulation*, Elsevier Health Sciences.

QUIRYNEN, M., MARECHAL, M., BUSSCHER, H., WEERKAMP, A., DARIUS, P. & VAN STEENBERGHE, D. 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**,** 138-144.

RADFORD, D. R., SWEET, S., CHALLACOMBE, S. & WALTER, J. 1998. Adherence of Candida albicans to denture-base materials with different surface finishes. *Journal of dentistry,* 26**,** 577-583.

RAO, D. C., KALAVATHY, N., MOHAMMAD, H., HARIPRASAD, A. & KUMAR, C. R. 2015. Evaluation of the surface roughness of three heat-cured acrylic denture base resins with different conventional lathe polishing techniques: A comparative study. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society,* 15**,** 374-380.

ROSE, J. & STANILAND, P. 1979. Thermoplastic aromatic poly (ether ketones) and their application as electrical insulants. *Eur. Pat. Appl. Google Patents***,** 31.

RZANNY, A., GOBEL, F. & FACHET, M. 2013. BioHPP summary of results for material tests. *Quintessenz Zahntech MAG,* 39**,** 2-10.

SAKAGUCHI, R. L. & POWERS, J. M. 2011. *Craig's restorative dental materials-e-book*, Elsevier Health Sciences.

SCHMALZ, G. & ARENHOLT-BINDSLEV, D. 2009. *Biocompatibility of dental materials*, Springer.

SCHMIDLIN, P. R., STAWARCZYK, B., WIELAND, M., ATTIN, T., HÄMMERLE, C. H. & FISCHER, J. 2010. Effect of different surface pre-

treatments and luting materials on shear bond strength to PEEK. *Dental materials,* 26**,** 553-559.

SHULMAN, J., RIVERA-HIDALGO, F. & BEACH, M. 2005. Risk factors associated with denture stomatitis in the United States. *Journal of oral pathology & medicine,* 34**,** 34.346-0

SONG, L., ZHANG, H., ZHANG, Z. & XIE, S. 2007. Processing and performance improvements of SWNT paper reinforced PEEK nanocomposites. *Composites Part A: applied science and manufacturing,* 38**,** 388-392.

SRINIVASAN, M., CANTIN, Y., MEHL, A., GJENGEDAL ,H., MÜLLER, F. & SCHIMMEL, M. 2017. CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. *Clinical oral investigations,* 21**,** 2007-2019.

SRINIVASAN, M., GJENGEDAL, H., CATTANI-LORENTE, M., MOUSSA, M., DURUAL, S., SCHIMMEL, M. & MÜLLER, F. 2018. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dental materials journal,* 37**,** 526-533.

SUZUKI, N. 1995. Metal Allergy in Dentistry: Detection of Allergen Metals With X-ray Fluorescence Spectroscope and Its Application Toward Allergen Elimination. *International Journal of Prosthodontics,* 8.

المراجع

TAYLOR, R., MARYAN, C. & VERRAN, J. 1998. Retention of oral microorganisms on cobalt-chromium alloy and dental acrylic resin with different surface finishes. *The Journal of prosthetic dentistry,* 80**,** 592-597.

UPADHYAY, D., PANCHAL, M. A., DUBEY, R. & SRIVASTAVA, V. 2006. Corrosion of alloys used in dentistry: A review. *Materials Science and Engineering: A,* 432**,** 1.11-

VAHABI, S., SALMAN, B. N. & JAVANMARD, A. 2013. Atomic force microscopy application in biological research: a review study. *Iranian journal of medical sciences,* 38**,** 76.

VAN NOORT, R. 2013. All-ceramic restorations: High-strength core ceramics. *Introduction to Dental Materials, 4th ed.; Mosby Wolfe: London, UK***,** 205-208.

VAN RIJSWIJK, K. & BERSEE, H. 2007. Reactive processing of textile fiber-reinforced thermoplastic composites–An overview. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing,* 38**,** 666.681-

VERRAN, J. & MARYAN, C. J. 1997. Retention of Candida albicans on acrylic resin and silicone of different surface topography. *The Journal of prosthetic dentistry,* 77**,** 535-539.

VULOVIĆ, S., NIKOLIĆ-JAKOBA, N., RADUNOVIĆ, M., PETROVIĆ, S., POPOVAC, A ,.TODOROVIĆ, M. & MILIĆ-LEMIĆ, A. 2023. Biofilm formation on the surfaces of CAD/CAM dental polymers. *Polymers,* 15**,** 2140.

VULOVIĆ, S., TODOROVIĆ, A., TOLJIĆ, B., NIKOLIĆ-JAKOBA, N., TOVILOVIĆ, T. V. & MILIĆ-LEMIĆ, A. 2024. Evaluation of early bacterial adhesion on CAD/CAM dental materials: an in situ study. *Odontology***,** 1-10.

WEBB, B. C., THOMAS, C. J. & WHITTLE, T. 2005. A 2-year study of Candida-associated denture stomatitis treatment in aged care subjects. *Gerodontology,* 22**,** 168-176.

WHITTY, T. 2014. PEEK–A New Material for CAD/CAM Dentistry. *Juvora Dental Innovations*.

WILLIAMS, R., BIBB, R. & RAFIK, T. 2004. A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying. *The Journal of prosthetic dentistry,* 91**,** 85-88.

YANG, B., WANG, T. & XU, H. 2003. Effect of particle size distribution of dental poly (methyl methacrylate) beads on the microstructure of denture. *Zhonghua kou Qiang yi xue za zhi= Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi= Chinese Journal of Stomatology,* 38**,** 203-205.

YILMAZ, B., ALP, G., SEIDT, J., JOHNSTON, W. M., VITTER, R. & MCGLUMPHY, E. A. 2018. Fracture analysis of CAD-CAM high-density polymers used for interim implant-supported fixed, cantilevered prostheses. *The Journal of prosthetic dentistry,* 120**,** 79-84.

ZARB, G. A., JACOB, R. & ECKERT, S. 2012. *Prosthodontic treatment for edentulous patients, 13/e*, Elsevier India.

المراجع

ZITZMANN, N. U. & MARINELLO, C. P. 2002. A review of clinical and technical considerations for fixed and removable implant prostheses in the edentulous mandible. *International Journal of Prosthodontics,* 15.

ZOIDIS, P., PAPATHANASIOU, I. & POLYZOIS, G. 2016. The use of a modified poly-ether-ether-ketone (PEEK) as an alternative framework material for removable dental prostheses. A clinical report. *Journal of Prosthodontics,* 25**,** 580-584.

Abstract

Introduction:

The development of CAD/CAM (Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacture) systems has led to the emergence of new materials used in prosthetics. Among these materials are Polyetheretherketone (PEEK), polymethylmethacrylate resin (PMMA), and cobalt-chromium alloy (Cr-Co). Studying the physical properties of these materials is essential, as surface roughness is one of the most important properties due to its role in discoloration, unpleasant odors, and the adhesion of microorganisms. On the other hand, Candida species are microorganisms that adhere to prosthetic materials, causing denture stomatitis.

Aim of the study:

The aim of this in vitro study is to evaluate the properties of Candida adhesion and surface roughness of polymethylmethacrylate resin (PMMA), polyetheretherketone (PEEK), and cobalt-chromium alloy (Cr-Co).

Materials and Methods:

The study sample consisted of 60 cylindrical specimens (10 mm in diameter and 2.5 mm in height). Surface roughness testing was performed followed by Candida adhesion testing. The specimens were divided into three equal groups: the PMMA group, the PEEK group, and the Cr-Co group. Surface roughness was evaluated using a Hand-held Roughness Tester TR200, which measures the average surface roughness (Ra, μm). Candida adhesion was assessed by counting the colony-forming units (CFUs) on Petri dishes. The results were statistically analyzed using the Kruskal-Wallis Test ($\alpha = 0.05$).

Results:

The results of the surface roughness and Candida adhesion tests showed no statistically significant differences ($P > 0.05$) between the PEEK and Cr-Co groups. However, there were statistically significant differences ($P \leq 0.05$) between the PMMA group and the other groups.

Conclusions:

The surface of polymethylmethacrylate resin is rougher than that of cobalt-chromium alloy and polyetheretherketone. However, there is no difference in surface roughness between polyetheretherketone and cobalt-chromium alloy. Polyetheretherketone and cobalt-chromium alloy exhibit lower Candida adhesion compared to polymethylmethacrylate resin.

Keywords:

Surface roughness, Candida adhesion, conventional polymethylmethacrylate resin, polyetheretherketone, cobalt-chromium alloy, denture-induced stomatitis, colony-forming units.