مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (35) العدد (1) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (35) No. (1) 2013

تأثير حلقتي التصليب القصيرة والطويلة لراتنج قواعد الأجهزة السنية الأكريلي على تحرر الشوارد من هياكل الكوبالت–كروم المغمورة في اللعاب الاصطناعي

الدكتور حسين العيسى*
الدكتور نور الحالول**

(تاريخ الإيداع 14 / 10 / 2012. قُبِل للنشر في 11 / 2 /2013)

□ ملخّص □

تتعرض خليطة الكوبالت–كروم لدرجات حرارة أثناء مرحلة تصليب الأكريل قد تؤثر على تآكل الخليطة. تهدف الدراسة لتقييم تأثير كل من حلقتي تصليب الأكريل القصيرة والطويلة على تحرر شوارد الكوبالت والكروم من خليطة القاعدة المعدنية, حيثتم تصنيع 45 نموذجاً معدنياً قسمت لثلاث مجموعات متساوية عشوائياً, الأولى شاهدة أما المجموعة الثانية فعرضت لظروف حلقة التصليب القصيرة بينما عرضت الثالثة لظروف حلقة التصليب الطويلة ثم غمرت النماذج باللعاب الاصطناعي لمدة شهر ثم تم إجراء القياسات باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

كانت قيم تركيز كل من شوارد الكوبالتوال كروم المتحررة في المجموعة الشاهدة (بالميكروغرام / لتر) أصغر (مع وجود فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية) من المجموعتين الثانية والثالثة، ولم توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين الثانية والثالثة.

لذا يفضل استخدام حلقة التصليب الطويلة باعتبارها لا تختلف في تأثيرها على تآكل الخليطة المعدنية عن الحلقة القصيرة ولما تعطيه من خواص أفضل للأكريل وفقاً للباحثين.

الكلمات المفتاحية: حلقة تصليب الأكريل –خليطة الكوبالت كروم – تحرر الشوارد .

* مدرس – قسم التعويضات المتحركة السنية– كلية طب الأسنان– جامعة البعث– حماة– سورية.
** طالبة ماجستير– قسم التعويضات المتحركة السنية– كلية طب الأسنان– جامعة البعث– حماة– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (35) العدد (1) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (35) No. (1) 2013

Effect of Short and Long Curing Cycles of Acrylic Denture Base Resin on Ions Release from Cobalt-Chromium Frameworks Submerged in Artificial Saliva

Dr. Husain al-Essa*
Dr. Nour al-Halool**

(Received 14 / 10 / 2012. Accepted 11 / 2 / 2013)

□ ABSTRACT □

In the acrylic curing stage, Co-Cr alloy is exposed to heat temperatures that may affect the alloy corrosion.

We aimed to study the effect of short and long curing cycles (cc) of acrylic resin on Co, Cr ions release from Co-Cr frameworks.

So, 45 Co-Cr models were fabricated and divided randomly into three equal groups: 1st group: (control), 2nd group: exposed to short cc conditions, while 3rd group was exposed to long cc conditions. Then samples were submerged in artificial saliva for one month, and measurements were performed using atomic absorption spectrometry.

Concentrations of both cobalt and chromium ions released in control group (in µg/l) were less (with astatistically significant difference) than those in 2nd and 3rd one, with no statistically significant differences found between 2nd and 3rd group.

Longcc is preferred because there is no difference in its impact on metallic alloy corrosion compared with short curing cycle, and it provides the best properties to acrylic resin according to researchers.

Keywords: Acrylic curing cycle (ACC), Co-Cr alloy, Ions release.

*Assistant Professor, Department of Removable Prosthodontics, Faculty of Dentistry, al-Baath University, Hamah, Syria.
**Postgraduate Student, Department of Removable Prosthodontics, Faculty of Dentistry, al-Baath University, Hamah, Syria.

مقدمة:

تعددت الخلائط المستخدمة بوصفها قواعد للأجهزة المتحركة وتعتبر خليطة الكوبالت كروم الأكثر استخداماً بين الخلائط الأخرى [1], وصنفت حسب الجمعية الأمريكية لطب الأسنان ضمن خلائط المعادن الأساسية (غير النبيلة) [2] وقد استخدمت خلائط الكوبالت كروم منذ عام 1920م[3].

1-تآكل الخلائط المعدنية:

وباعتبار أنه لا يوجد مادة معدنية مستقرة بشكل كامل خصوصاً داخل الوسط الفموي,فمن هنا تبرز أهمية دراسة تآكل الخلائط المعدنية إذ إن مقاومة هذه العملية هي واحدة من أكثر العوامل أهمية في تحديد المعادن واختيارها.

إذ يجب ألا تنتج الخلائط التي تستخدم في البيئة الفموية أية منتجات تآكل قد تؤذي العضوية الحية أو تخرب البنية المعدنية للخليطة [4]. ويعرف التآكل الذي تتعرض له الخلائط المعدنية بأنه التخرب التلقائي الذي يطرأ على المعادن من التأثيرات المتبادلة مع الوسط المحيط [5].

حيث تتحول ذرات المعدن من شبكته البللورية إلى مركبات تتدخل فيها مواد الوسط المحيط, مما يؤدي إلى تناقص كتلة المعدن وتغير الكثير من صفاته مؤدية إلى تخربه[6].

2-مقاومة خلائط الكوبالت-كروم للتآكل:

تتمتع خلائط الكوبالت كروم بمتانتها العالية وقساوتها وقابليتها للتلميع بشكل جيد ومقاومة تآكل ممتازة خاصة في درجات الحرارة العالية مما يجعلها مفيدة للعديد من التطبيقات[1].

وتنتج مقاومة خلائط الكوبالت كروم للتآكل بشكل أساسي من وجود عنصر **الكروم** على ألا تقل نسبته عن 12% من وزن الخليطة[7].

3-التأثيرات الحيوية لتآكل خلائط الكوبالت كروم:

إن التآكل التي تتعرض له الخلائط السنية قد يكون له تأثيرات حيوية ووظيفية وجمالية, والشوارد المتحررة من هذه العملية تمس الخلايا الحية وتخترق الأنسجة الصلبة والرخوة المتاخمة للخليطة أو تتوزع في أنحاء الجسم المختلفة عبر القناة الهضمية [8].

فالتعرض للكروم والنيكل يزيد احتمالية الإصابة بسرطانات الجهاز التنفسي, وقد يحرض ردود فعل مناعية بغض النظر عن الجرعة الممتصة, في حين أن الكوبالت قد يسبب ردود فعل تحسسية وتسبب الكميات الزائدة منه اعتلالاً في العضلة القلبية,أما كل من البورون Bo, السيليكون Si _وهما من مكونات خليطة الكوبالت كروم _فيعتبران من العناصر السامة بعكس الحديد Fe ,المولبيديوم Mo[9].

وقد تعددت الطرق المعتمدة لدراسة تآكل الخلائط السنية ومن أهمها دراسة تحرر الشوارد الناجم عن هذه العملية[10] و [11] وهي الطريقة التي سنعتمدها.

4–تأثير الحرارة على تآكل خليطة الكوبالت كروم:

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على تآكل خليطة الكوبالت كروم ومنها الحرارة التي تتعرض لها الخليطة المعدنية.

فكما قيمت دراسات عديدة دور الحرارة في التأثير على خواص الأكريل, فقد قيمت دراسات أخرى تأثير درجة الحرارة على الخليطة المعدنية القاعدية للجهاز المتحرك:

ففي دراسةأنجزها Kinbrum لتقييم نزعة خليطة الكوبالت كروم ذات المحتوى العالي من الكربون إلى الاهتراء وكانت النتيجة أن النماذج الخالية من الكربون أبدت نزعة أعلى للاهتراء بعد المعالجات الحرارية , بينما أظهرت الخلائط ذات المحتوى المنخفض من الكربون مستوى اهتراء أخفض[12].

وأوضحت دراسة Chen زيادة تآكل خلائط الكوبالت كروم عند تعرضها لدرجة حرارة خبز الخزف [13].

بينما دراسة Strandman على خلائط كوبالت كروم السنية بعد تعريضها لحرارة خبز الخزف بأن خواص خليطة كوبالت كروم لاتتأثر بالحرارة في الدرجات تحت 600 درجة مئوية[14].

أهمية البحث وأهدافه:

يبدو أنه لا توجد دراسات علمية عن تأثير الحرارة على بنية الخليطة المعدنية وتآكلها بعد إجراءات تصليب الأكريل المختلفة على الرغم من أن Strandman قد حدد الدرجة 600°ملخبز الخزف المرتبط إلى الخليطة المعدنية حداً فاصلاً لبدء التغييرات البنيوية للخليطة, دون أن يهتم بالمدة الزمنية للتعرض الحراري.

حيث تتعرض الخليطة المعدنية لحرارة 600°م فما فوق خلال10–15 دقيقة فقط أثناء خبز الخزف, ومع أن درجة الحرارة العليا التي تتعرض لها الخليطة أثناء إجراءات تصليب الأكريل لا تتعدى 100°مإلا أن المدة الزمنية للتعرض الحراري تصل لأضعاف مدة خبز الخزف.

لذا فإن البحث يهدف إلى:

دراسة تأثير كل من حلقتي التصليب القصيرة والطويلة لأكريل قواعد الأجهزة السنية الأكريلي على تحرر شوارد الكوبالت والكروم من هياكل الكوبالت كروم عند غمرها في محلول اللعاب الاصطناعي.

طرائق البحث ومواده:

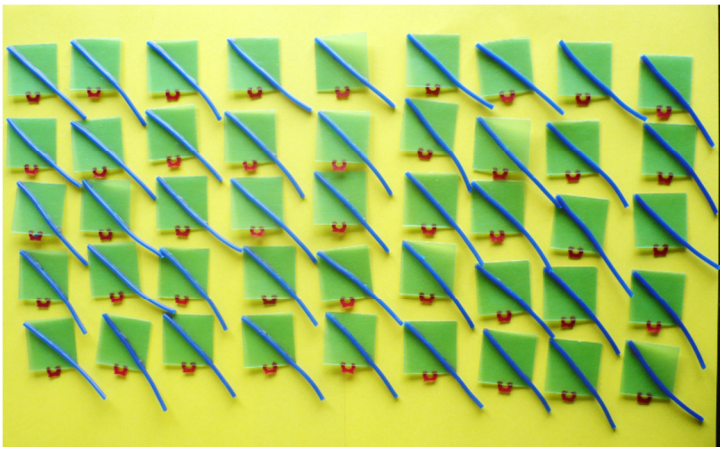
طريقة إنجاز البحث:

تتألف العينة من 45 هيكلاً معدنياً من خليطة كوبالت كروم+800 Remanium® GM من إنتاج شركة Dentaurum الألمانية درجة انصهارها 1240°م.

جدول (1): يبين مكونات خليطة الكوبالت كروم المستخدمة في البحث

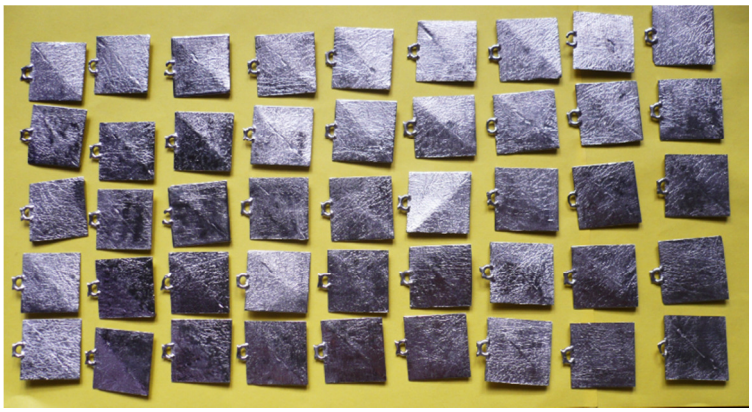
مكونات خليطة الكوبالت كروم +800 Remanium® GM (مقدرة بالنسبة المئوية)			
Co	Cr	Mo	Si
63,3	30	5	1
عناصر أخرى بنسبة أقل من 1%: Mn, C, N			

تم عمل نموذج من صفائح شمعية من إنتاج شركة Dentaurum الألمانية خضراء اللون بثخانة 0.6 ملم ذات شكل مربع بقياس (3×3) سم ثبت على كل طرف من طرفيه وتد شمعي بقطر 2.5 ملم,



الشكل (1): يبين النماذج الشمعية

ثم يتم تحويل النماذج الشمعية إلى هياكل معدنية من خليطة كوبالت كروم بوساطة جهاز الصب الآليDucatron serie3 من إنتاج شركة UGIN Dentaire الفرنسية, ثم تقص الأوتاد المعدنية ومخاريط الصب, ثم تعرض لتيار من الرمل المطاطي, ثم تشرد, ثم تلمع بفراشي التلميع ومسحوق التلميع.



الشكل (2): يبين الهياكل المعدنية المصنعة

قسمت العينة عشوائياً إلى ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى: تركت بدون أي إجراء إضافي وهي المجموعة الشاهدة.

المجموعة الثانية: عرضت للظروف المخبرية نفسها لحلقة تصليب الأكريل الحراري القصيرة, وذلك بعد وضعها في بواتق تصليب الأكريل.

الشكل (3): يبين وضع الهياكل المعدنية في بوتقة تصليب الأكريل

حيث يتم وضع البواتق مع مرابطها في الحمام المائي لجهاز تصليب الأكريلMultiCure من إنتاج شركة Vertex الهولندية ونبدأ برفع الحرارة تدريجياً من درجة حرارة الغرفة إلى 74° م,وتبقى ثابتة لمدة ساعة, ثم ترفع الحرارة إلى درجة الغليان 100° م لمدة ساعة, وتوصف هذه الطريقة من قبل بعض الشركات المصنعة للأكريل من أجل عملية التماثر الحراري للأكريل بوصفها طريقة سريعة وفعالة [15].

المجموعة الثالثة: عرضت للإجراءات المخبرية نفسها لحلقة تصليب الأكريل الحراري الطويلة.

حيث وضعت البواتق مع مرابطها في حمام مائي بدرجة حرارة الغرفة باستخدام الجهاز نفسه, وترفع تدريجياً إلى 74 °م, وتبقى ثابتة لمدة 8 ساعات ,ثم ترفع الحرارة إلى درجة الغليان 100° م لمدة ساعة,توصف هذه الطريقة من قبل معظم الشركات المصنعة للأكريل من أجل عملية التماثر الحراري للأكريل وينصح بها بوصفها طريقة مفضلة لتصليب الأكريل من قبل معظم الباحثين[16].

الشكل (4): يبين جهاز تصليب الأكريل MultiCure القابل للبرمجة مسبقاً

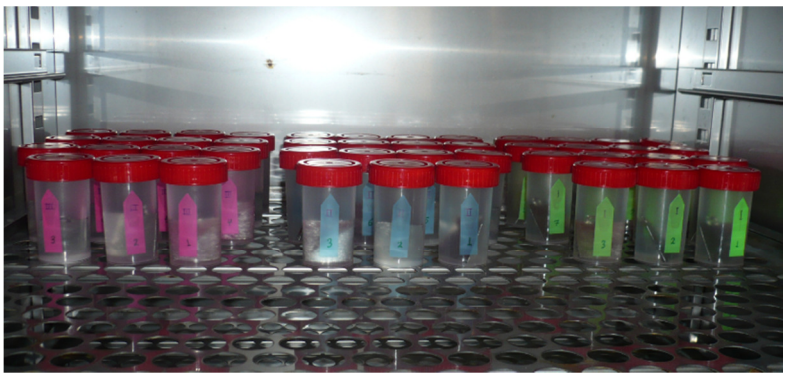
بعدها غمرت العينات بـ 50 مل من سائل اللعاب الصناعي ضمن أوعية بلاستيكية معقمة من إنتاج شركة Merab السورية.

اعتمدنا في التجربة محلول اللعاب الاصطناعي SAGF ذي PH=6.8 ويدخل في تركيبه العناصر التالية [17]:

جدول (2): يبين العناصر الداخلة في تركيب اللعاب الاصطناعي المستخدم في البحث وتراكيزها

المادة	التركيز ملغ /ل
كلور الصوديوم	125,6
كلور البوتاسيوم	963,9
كلور الكالسيوم المائي	227,8
فوسفات البوتاسيوم اللامائية	654,5
اليوريا	200
كلور الأمونيوم	178
بيكربونات الصوديوم	630,8
ثيوسيانات البوتاسيوم	189,2
كبريتات الصوديوم المائية	763,2

ووضعت في الحاضنة S 600امن إنتاج شركة Uamato اليابانية بدرجة حرارة 37°م لمدة شهر.



الشكل (5): يبين وضع عينات المجموعات الثلاثة في الحاضنة

ثم أجري قياس تركيز شوارد الكوبالت والكروم المتحررة من الخليطة في اللعاب الاصطناعي باستخدام تقنية الفرن الغرافيتي لجهاز الامتصاص الذري AA -6800 ياباني الصنع من شركة SHIMADZU الموجود في مخبر الكيمياء الحديثة بكلية الطب البيطري في جامعة البعث.

الشكل (6): يبين جهاز الامتصاص الذري

والذي يعتمد في قياسه لتراكيز العناصر على طول الموجة المميزة لكل عنصر في امتصاصيته للطاقة الضوئية, فنحصل على تراكيز شوارد الكوبالت والكروم في كل عينة مقدرةً بـ:

ppb(particle per billion)=microgram/l

النتائج والمناقشة:

النتائج:

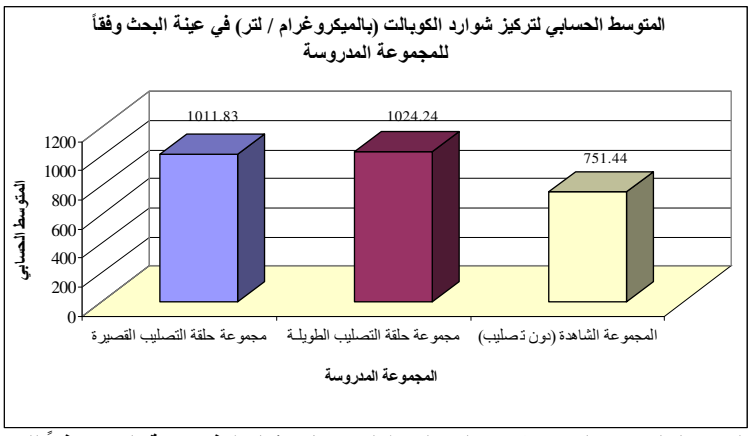
1–دراسة تركيز شوارد الكوبالت:

جدول (3): يبين تركيز شوارد الكوبالت المتحررة من كل عينة من عينات مجموعات البحث الثلاثة مقدراً بالميكروغرام/لتر

تركيز شوارد الكوبالت المتحررة مقدراً بالميكروغرام/لتر		
المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة
626.51	989.7	1025.95
656.66	1247.52	1110.03
794.41	836.79	962.56
920.74	929.44	1094.59
708.03	968.99	876.14
656.32	932.55	1127.17
719.81	1010.61	890.76
677.54	959.53	1043.25
680.47	1130.58	995.52
809.62	1130.73	1076.33
917.57	1070.29	1124.14
803.64	986.75	1019.72

1025.64	962.49	776.96
866.69	926.84	725.45
1125.11	1094.67	797.87

أظهرت النتائج أن متوسط تركيز شوارد الكوبالت (بالميكروغرام / لتر) للمجموعة الأولى الشاهدة (751.44ppb) وللمجموعة الثانية (1011.83ppb) وللمجموعة الثالثة (1024.24ppb).



مخطط رقم (1) يمثل المتوسط الحسابي لتركيز شوارد الكوبالت (بالميكروغرام / لتر) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والمتغير المدروس.

أظهرت نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA وجود فرق جوهري ذي أهمية إحصائية (P< 0.001) عند مستوى ثقة 95% في متوسط تركيز شوارد الكوبالت (بالميكروغرام / لتر) بين اثنتين على الأقل من المجموعات المدروسة.

وعند إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni عند مستوى الثقة 95%:

وجدت فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية (P< 0.001) في متوسط تركيز شوارد الكوبالت (بالميكروغرام / لتر) بين المجموعة الشاهدة (دون تصليب) وكل من مجموعة حلقة التصليب القصيرة ومجموعة حلقة التصليب الطويلة على حدة في عينة البحث، وأن قيم تركيز شوارد الكوبالت في المجموعة الشاهدة (دون تصليب) كانت أصغر منها في كل من مجموعة حلقة التصليب القصيرة ومجموعة حلقة التصليب الطويلة في عينة البحث.

ولا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية بين مجموعة حلقة التصليب القصيرة ومجموعة حلقة التصليب الطويلة في عينة البحث في متوسط تركيز شوارد الكوبالت (بالميكروغرام / لتر)(P= 1.00).

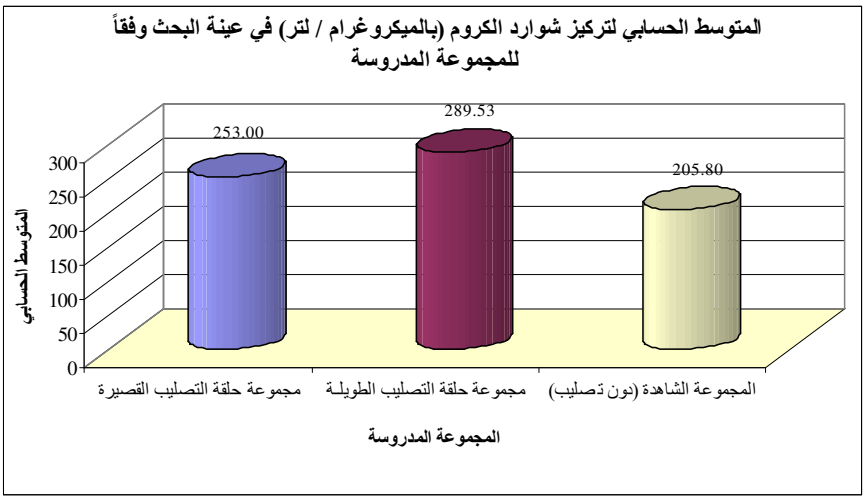
4-1-2-دراسة تركيز شوارد الكروم:

جدول (4): يبين تركيز شوارد الكروم المتحررة من كل عينة من عينات مجموعات البحث الثلاثة مقدراً بالميكروغرام/لتر

تركيز شوارد الكروم المتحررة مقدراً بالميكروغرام/لتر		
المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة
115.66	266.26	237.34
205.71	251.99	234.25

254.5	199.35	199.54
244.86	251.03	182.57
289.21	267.03	137.26
259.51	308.3	271.47
256.04	240.42	170.42
280.53	236.57	260.28
306.37	274.94	173.51
260.28	211.31	196.65
352.46	303.29	287.67
358.82	183.92	173.7
312.54	210.15	240.62
399.96	251.03	278.6
296.34	339.35	193.37

أظهرت النتائج أن متوسط تركيز شوارد الكروم (بالميكروغرام / لتر) للمجموعة الأولى الشاهدة (205.8ppb) وللمجموعة الثانية (253ppb) وللمجموعة الثالثة (289.53ppb).



مخطط رقم (2) يمثل المتوسط الحسابي لتركيز شوارد الكروم (بالميكروغرام / لتر) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والمتغير المدروس.

أظهرت نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA وجود فرق جوهري ذو أهمية إحصائية ($P< 0.001$) عند مستوى ثقة 95% في متوسط تركيز شوارد الكروم (بالميكروغرام / لتر) بين اثنتين على الأقل من المجموعات المدروسة.

وعند إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni عند مستوى الثقة 95% :

وجدت فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز شوارد الكروم (بالميكروغرام / لتر) بين المجموعة الشاهدة (دون تصليب) وكل من مجموعة حلقة التصليب القصيرة ومجموعة حلقة التصليب الطويلة على حدة في عينة البحث، وأن قيم تركيز شوارد الكروم في المجموعة الشاهدة (دون تصليب) كانت أصغر منها في كل من مجموعة حلقة التصليب القصيرة ومجموعة حلقة التصليب الطويلة في عينة البحث.

ولا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز شوارد الكروم (بالميكروغرام / لتر) بين مجموعة حلقة التصليب القصيرة ومجموعة حلقة التصليب الطويلة في عينة البحث (P= 1.30).

المناقشة:

لم تصل معظم التقنيات المستخدمة في تصنيع قواعد الأجهزة السنية إلى الحيلولة دون تآكل خليطة الكوبالت–كروم, مما يطرح تساؤلات حول التقبل الحيوي لمثل هذه الخلائط ضمن العضوية الحية ولا سيما أنها تستخدم في الوسط الفموي.

من جهة أخرى, فإن تحرر الشوارد قد يسهم في التأثير على الخواص الميكانيكية والتجميلية للتعويض السني.

أظهرت نتائج هذه الدراسة تعرض خلائط الكوبالت–كروم للتآكل عند غمرها في محلول اللعاب الاصطناعي, وهذا ما يتوافق مع دراسة Denizoğlu S,2004[18]

وكانت كمية شوارد كل من الكوبالت والكروم المتحررة من الخليطة قليلة نسبياً (مقدرة بالميكروغرام/لتر) ما يبين أن الخليطة المستخدمة في البحث ذات المحتوى المنخفض من الكربون لها مستوى اهتراء منخفض وهذا ما يتوافق مع دراسة Kinbrum A.,2008

تختلف هذه الدراسة مع دراسة Strandman E ,1976 الذي وجد أن خواص خليطة الكوبالت–كروم لا تتأثر بالحرارة في الدرجات تحت 600° م حيث زاد تحرر شوارد الكوبالت في المجموعة الثانية عن المجموعة الأولى (الشاهدة) بنسبة 35% نتيجة التعرض لحلقة تصليب الأكريل القصيرة بينما كانت الزيادة 36% في شوارد الكوبالت المتحررة في المجموعة الثالثة عن المجموعة الأولى (الشاهدة) نتيجة التعرض لحلقة تصليب الأكريل الطويلة أي أن هناك زيادة في تحرر شوارد الكوبالت في المجموعة الثالثة بنسبة 1% عن المجموعة الثانية مع عدم وجود فروق جوهرية بين هاتين المجموعتين (الثانية والثالثة).

أما بالنسبة لشوارد الكروم فقد زاد تحررها في المجموعة الثانية عن المجموعة الأولى (الشاهدة) بنسبة 23% نتيجة تعرضها لحلقة تصليب الأكريل القصيرة بينما كانت الزيادة 41% في شوارد الكروم المتحررة في المجموعة الثالثة عن المجموعة الأولى (الشاهدة)نتيجة التعرض لحلقة تصليب الأكريل الطويلة أي أن هناك زيادة في تحرر شوارد الكروم في المجموعة الثالثة بنسبة 18% عن المجموعة الثانية مع عدم وجود فروق جوهرية بين هاتين المجموعتين (الثانية والثالثة).

ووجد أن كمية شوارد الكروم المتحررة كانت أقل من كمية تحرر شوارد الكوبالت وذلك في المجموعات الثلاثة المدروسة, ويمكن أن يفسر ذلك بأن مقاومة خليطة الكوبالت–كروم تعتمد بشكل أساسي على وجود عنصر الكروم الذي يتمتع بألفة شديدة للأوكسجين مما يسمح له بتشكيل طبقة مؤكسدة رقيقة على سطح الخليطة الذي يدخل في تركيبها فيؤدي دوراً إيجابياً في مقاومة التآكل؛ على ألا تقل نسبته عن 12% من وزن الخليطة وفقاً لـ Anusavice 1996

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

ضمن معطيات هذه الدراسة نستنتج ما يلي:

1. تتعرض خليطة الكوبالت–كروم للتآكل عند غمرها في اللعاب الاصطناعي مما يؤدي إلى تحرر الشوارد منها.
2. يزداد تحرر شوارد الكوبالت والكروم عند غمرها في اللعاب الاصطناعي بعد تعرضها لإجراءات تصليب الأكريل سواءً وفق الحلقة القصيرة أو الطويلة.
3. سبب التعرض لحلقة التصليب الطويلة تحرراً أكبر لكل من شوارد الكوبالت والكروم من القاعدة المعدنية مقارنة بقيم الشوارد المتحررة بعد تعرض الهيكل المعدني لحلقة التصليب القصيرة مع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بينهما.

التوصيات:

1. يفضل اعتماد حلقة تصليب الأكريل الطويلة (إذا كان ذلك ممكناً) لأنها توفر الخواص المثالية للأكريل (وفقاً لعدد من الباحثين) وباعتبارها لا تختلف عن الحلقة القصيرة في تأثيرها على تآكل خليطة الكوبالت كروم.
2. الالتزام بتقنيات تصنيع القاعدة المعدنية وفق الأسس العلمية وذلك للحفاظ على سطح خليطة مناسب يحد من تآكلها في الأوساط المختلفة.

المراجع:

1. ManappallilJ.j. *Basic Dental Materials* 2nd Edition 2003 340_345
2. Craig RG. *Restorative dental materials*. 10th ed. St. Louis: Mosby-Year Book,1997.
3. Wolfaardt JF, Peters E. *The base metal alloy question in removable partial dentures-a review of the literature and a survey of alloys in use in Alberta*. J Can Dent Assoc. 1992 Feb;58(2):146-51.
4. Sarkar NK, Greener EH: *In vitro corrosion resistance of new dental alloys.* Biomat Met Dev Art Org 1973; 1: 121 – 129.
5. باكير ديب. الشيخ محمد علي .المعلا حمدان .الكيمياء الفيزيائية (3). منشورات جامعة البعث كلية العلوم.2005,الفصل الثامن :381 –382.
6. سايس, سهام المواد السنية التعويضية منشورات جامعة دمشق كلية طب الأسنان.2007, الفصل 2 :22–24 والفصل 24 : 267 –270.
7. Anusavice KJ, Phillips RW. *Phillip's: Science of dental materials*. 11thed, Philadelphia, WB Saunders, 2003. 237-271, 721-757.
8. Geis-Gestorfer J: *In vitro corrosion measurements of dental alloys.* J Dent 1994; 22: 247 – 251.
9. Kelly RJ, Rose TC: *Non-precious alloys for use in fixed prosthodontics: a literature review.* J Prosthet Dent 1983; 49: 363 – 370.
10. Can G., Akpınar G., Aydın A. *The Release of Elements from Dental Casting Alloy into Cell-Culture Medium and Artificial Saliva.*Eur J Dent. 2007 April; 1(2): 86–90.
11. Rincic N, Baucic I, Miko S, Papic M, Prohic E. *Corrosion behaviour of the Co-Cr-Mo dental alloy in solutions of different composition and different pH values.*CollAntropol. 2003;27 Suppl 2:99-106.

12. Kinbrum A, Unsworth A. *The wear of high-carbon metal-on-metal bearings after different heat treatments.*ProcInstMechEng H. 2008 Aug;222(6):887-95.
13. Chen L, Cai H, Xu GF, Fang CY: *Effect of porcelain firing cycle on microstructure and corrosion resistance of 4 metal ceramic alloys*. Zhong Nan Da XueXueBao Yi Xue Ban. 2006 Jun;31(3):408-10, 413.
14. Strandman E. *The influence of different heat treatments on a dental Co-Cr alloy.*Odontol Revy. 1976;27(4):287-302.
15. Cucci AL, Vergani CE, Giampaolo ET. *Water sorption, solubility, and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat- polymerizing acrylic resin.* J Prosthet Dent 1998;80: 434-8.
16. Moura JS, Silva WJ, Pereira T, Cury DB, Garcia R. *Influence of acrylic resin polymerization methods and saliva on the adherence of four candida species.* J Prosthet Dent 2006;96: 205-11.
17. Queiroz G.M.O, Silva .L,F.et al *Electrochemical behavior and pH stability of artificial salivas for corrosion tests*.Braz Oral Res 2007;21(3):209-15.
18. Denizoglu S, Duymus ZY, Akyalçin S. *Evaluation of ion release from two base-metal alloys at various pH levels.*J Int Med Res. 2004 Jan-Feb;32(1):33-8.