دراسة تأثير اختلاف حجم حبيبات الترميل والضغط والمسافة على ثبات التيجان الخزفية المعدنية الملصقة بإسمنت فوسفات الزنك (دراسة مخبرية)

طالب الدكتوراه: حسين محمد أيمن السعدي كلية طب الأسنان – جامعة دمشق

اشراف الدكتور: إياد سويد

الملخص:

الهدف من البحث: يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير حجم حبيبات الترميل (50 ميكرون،100ميكرون) وضغط التيار الرملي المطبق (4,5 بار،6 بار) وبعد راس جهاز الترميل عن السطح الداخلي للمرممة (5ملم،10ملم) على ثبات التيجان الخزفية المعدنية الملصقة بإسمنت فوسفات الزنك.

مواد وطرائق البحث: تألفت العينة من (64) سن طبيعي (ضاحك علوي)، قسمت العينة إلى 8 مجموعات كل مجموعة مؤلفة من 8 أسنان حيث حُضرت لاستقبال تيجان معدنية خزفية وفق معايير معينة، تم عمل قبعات معدنية للأسنان المحضرة ورُملت هذه القبعات بحبيبات أكسيد الألمنيوم حجم (50-100) ميكرون وضغط (4.5-6) بار ومسافة أي بعد راس المرملة عن العينة (5-10) ملم، ثم تم عمل قواعد اكريلية للأسنان وغسلت العينات بتيار من الهواء والماء وجففت والصقت بإسمنت فوسفات الزنك تحت تطبيق ثقل موحد ثم تم وضع العينة في حاضنة مائية بدرجة 37 درجة مؤية لمدة 24 ساعة قبل اجراء اختبار الشد الميكانيكي.

النتائج: اظهرت التحاليل الإحصائية بين متوسطات المجموعات المختبرة فروقا معنوية حيث كان الفرق بين متوسطي مجموعتي الضغط (2.74كغ /ث) ذو فارق هام إحصائياً ($P<0.05$) وكذلك الفرق بين متوسطي مجموعتي المسافة (4.48كغ/ث) معنوياً ($P<0.05$) في حين كان الفرق بين متوسطي مجموعتي الترميل (1.68 كغ/ث) غير هام إحصائياً ($P>0.05$).

الاستنتاجات: كانت قيم قوى الشد في مجموعة المسافة 5ملم ومجموعة الضغط 6بار ومجموعة حجم حبيبات 100 ميكرون أكبر من باقي المجموعات.

الكلمات المفتاحية: ترميل، ضغط، مسافة، قوى شد.

Study of the effect of different sanding grain size, pressure and distance on the stability of metal-ceramic crowns affixed to zinc phosphate cement

(In vitro study)

Abstract:

The aim of the research: This research aims to study the effect of the size of the sand particles (50-100) microns and the pressure of the applied sand stream(4.5-6) bar and the distance of the sander head from the inner surface of the restorer(5-10) mm on the stability of metal-ceramic crowns glued with zinc phosphate cement.

Methods and Materials: The sample consisted of (64) natural teeth (upper laughter), the sample was divided into 8 groups, each group consisting of 8 teeth. which were prepared to receive metal-ceramic crowns according to certain standards, then metal caps were made for the prepared teeth, and the metal caps were sandblasted with aluminum oxide granules size (50-100)micron and pressure (4.5-6) bar and a distance that is, the distance of the sander head from the sample (5-10) mm, then Acrylic bases for the teeth were also made. The samples were washed with a stream of air and water, dried and then glued with zinc phosphate cement Under the application of uniform weight, and then the sample was placed in a water incubator at 37°C for 24 hours before the mechanical tensile test was carried out

Results: Statistical analyzes showed significant differences between the mean of the tested groups, where the difference between the mean of the two pressure groups was (2.74 kg/s) significantly ($P<0.05$), as well as the difference between the mean of the two distance groups (4.48 kg/s) was significant ($P<0.05$), while The difference between the mean of the two sanding groups (1.68 kg/s) was not significant ($P>0.05$).

Conclusions: The values of tensile forces in the distance group 5 mm, pressure group 6 bar, and particle size group 100 microns were greater than the rest of the groups.

Keywords: sandblasting, pressure, distance, tensile forces

- المقدمة Introduction:

إن ديمومة التعويض في الفم يعتبر من أهم عوامل نجاح المعالجة في مجال التعويضات الثابتة وهذه الديمومة تقع على مسؤولية الممارس العام والتقني معاً حيث يؤثر كل منهما في مجال عمله. فعلى الممارس العام أن يقوم بتحضير الأسنان لاستقبال التعويضات الثابتة وفق معايير ومبادئ خاصة، ومن أهم هذه المعايير هو ثبات المرممة على دعامتها[1-3].

ويتطلب استخدام المرممات تحضير الأسنان لاستقبالها وفق معايير ومبادئ تضمن نجاح المعالجة التعويضية [4].

تقسم عوامل الثبات إلى: عوامل متعلقة بالتحضير وعوامل تتعلق بإسمنت التثبيت، وعوامل تتعلق بالقطع الترميمية ومنها الترميل، ويعد الترميل واحد من أكثر الوسائل استخداماً في طب الأسنان في تحضير السطح المعدني قبل تطبيق الإسمنت اللاصق والخزف المغطي، لأنه يعمل على خلق سطح ذي طاقة عالية وغؤورات ميكرونية، حيث يوصى باستخدام الترميل كمعالجة مسبقة لعملية تغطية السيليكا الحرارية أو الكيميائية [5].

تعتمد فعالية الحبيبات المستخدمة في ترميل باطن الترميمات المعدنية على نوعها حيث درس الباحث [6] تأثير نوعين من حبيبات الرمل ذات الحجم 50 ميكرون على ثبات التيجان المعدنية المصبوبة، فوجد أن الترميل بحبيبات أوكسيد الألمنيوم قد حسن من ثبات الترميمات المصبوبة الملصقة بإسمنت فوسفات الزنك مقارنة مع الحبيبات الزجاجية. واستخدم الباحث [7] عدة حجوم من حبيبات الترميل مع ثلاثة أنواع مختلفة من الزركون.

كما أثبتت الباحثة [8] في دراسة أجرتها حول تأثير ثبات التيجان المعدنية بعد فشل الالصاق الأول وإعادة معاملة السطح الداخلي للمرممة بالترميل باستخدام حجمين مختلفين من حبيبات أكسيد الألمنيوم وإعادة الصاقها بنوعين مختلفين من اسمنتات الالصاق الدائم. وتوصل إلى نفس النتيجة الباحث Rosentiel وزملاؤه بأن الترميل بأكسيد الألمنيوم 50-250 ميكرون تزيد قوة ارتباط اسمنت التثبيت مع المعدن وتصل هذه الزيادة حتى 64% من خلال إيجاد فجوات يدخل فيها الإسمنت [9]، وفي دراسة أجراها [10] على تأثير الترميل ونوع إسمنت الالصاق في ثبات تيجان الستانلس ستيل على الأرحاء الثانية المؤقتة، حيث تم استخدام رمل حبيباته بحجم 50 ميكرون وجدوا أن التيجان الغير مرملة أبدت ثبات أقوى من التيجان المرملة. إن عملية الترميل تزيد من طاقة السطح الكلية للبنية المعدنية حتى 6.5 مرة[11]،[12].

الهدف من البحث Aim of the study:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير العوامل التالية:

1- حجم حبيبات الترميل المستخدمة لترميل باطن التيجان بحبيبات من الرمل بحجم (50-100) ميكرون.

2- ضغط التيار الرملي المطبق (4,5-6) بار وذلك لمدة 10 ثوان في كلتا الحالتين.

3- بعد رأس جهاز الترميل عن السطح الداخلي للمرممة (5-10) ملم.

في مقاومة الشد للمجموعات السابقة لمعرفة تأثير تلك المتغيرات على الثبات بعد تثبيت التيجان بإسمنت فوسفات الزنك.

مواد وطرائق البحث Material and Method:

تألفت العينة من (64) سن طبيعي (ضاحك علوي)، حيث تم تحضيرها لاستقبال تيجان معدنية خزفية وفق معايير معينة حيث شمعت الاسنان المحضرة بغمر كل سن في شمع التغطيس لتشكيل أول طبقة شمعية ثم إزالة حوالي 0.5 ملم من الشمع عند منطقة الحواف ومن ثم إضافة شمع الحواف إلى هذه المنطقة لمنع تشوه المثال الشمعي عند نزعه عن الدعامة ومن ثم إضافة شمع الصب على كامل القبعة الشمعية والقيام بعمل الأسطوانة الحاوية على ثقب من أجل تسهيل عمل قياس جهاز قوى الشد الشكل رقم (1)، ثم تُزال الأمثلة الشمعية عن الدعامات وتوتد وتعزل بالماء والصابون ومن ثم تُكسى بمسحوق كاسي من شركة SHERA وبعد تصلب المسحوق الكاسي توضع البواتق داخل فرن الإحماء حتى تمام ذوبان الشمع وتبخره، ثم يتم صب التيجان باستخدام خليطة نيكل كروم من شركة Bego. ومن ثم تُفتح البواتق بعد تبريدها وينزع المسحوق الكاسي عن القطع المصبوبة ومن ثم تفصل كل قطعة مع وتد الصب الخاص بها عن مثيلاتها من القطع الأُخرى ويتم التأكد من انطباق القبعات المعدنية على التيجان.

الشكل رقم(1) تشميع الأسطوانة الحاوية على ثقب

و قسمت العينة إلى 8 مجموعات كل مجموعة مؤلفة من 8 أسنان وفق ما يلي:

A- 8 اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 50 ميكرون، ضغط 4،5 بار ومسافة 5ملم.

B-8 اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 50 ميكرون، ضغط 6بار ومسافة 5ملم.

C-8 اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 50 ميكرون، ضغط 4،5بار ومسافة 10ملم.

D-8اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 50ميكرون، ضغط 6 بار ومسافة 10ملم.

E-8 اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 100ميكرون، ضغط 4،5 بار، ومسافة 5ملم.

F-8 اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 100ميكرون، ضغط 6بار، ومسافة 5ملم.

G-8 اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 100ميكرون، ضغط 4،5بار، ومسافة 10ملم.

H-8 اسنان يتم ترميل تيجانها بحجم حبيبات 100ميكرون، ضغط 6بار، ومسافة 10ملم.

وكان زمن الترميل موحداً (10) ثواني بالنسبة لكل العينات. تم عمل قواعد اكريلية للأسنان أيضاً وغسلت العينات بتيار من الهواء والماء وتم تجفيفها والصاقها بإسمنت فوسفات الزنك وتم توحيد الثقل المطبق عليها في الالصاق ثم وضعت العينة في حاضنة مائية بدرجة 37 درجة مئوية لمدة 24 ساعة قبل اجراء اختبار الشد الميكانيكي.

جدول رقم (1): يبين توزع عينة البحث وفقاً لحجم حبيبات الترميل (ميكرون) والضغط (بار) والمسافة (مم).

العوامل التجريبية			رقم المجموعة	عدد المكررات	النسبة المئوية
حجم حبيبات الترميل (ميكرون)	الضغط (بار)	المسافة (مم)			
50	4.5	5	A	8	12.5
		10	B	8	12.5
	6	5	C	8	12.5
		10	D	8	12.5
100	4.5	5	E	8	12.5
		10	F	8	12.5
	6	5	G	8	12.5
		6	H	8	12.5
المجموع:				64	100

تم قياس قوى الشد اللازمة لفصل التيجان المصبوبة الكاملة عن دعاماتها المحضرة وذلك حسب الطريقة المستخدمة من **قبل الباحثين:**

Huget & Kuffer & Vermilyea [13]-

Milenkovic &Forrester &Fenton &Mowafy[14]-

حيث تم وضع كل عينة وفق المجموعات من (A إلى H) ضمن الجهاز وتم وضع القاعدة الأسطوانية للعينة ضمن ملزمة سفلية وتم ربط القسم العلوي للعينة الحاوي على القبعة المعدنية ذات الاستطالة ضمن ملزمة علوية وتم إجراء قوى الشد حتى انفصال القبعة عن الدعامة وتم قراءة الرقم على الجهاز. الذي حدث عنده التثبيت لكل عينة، الشكل رقم (2).

الشكل رقم (2): إجراء قوى الشد على العينات

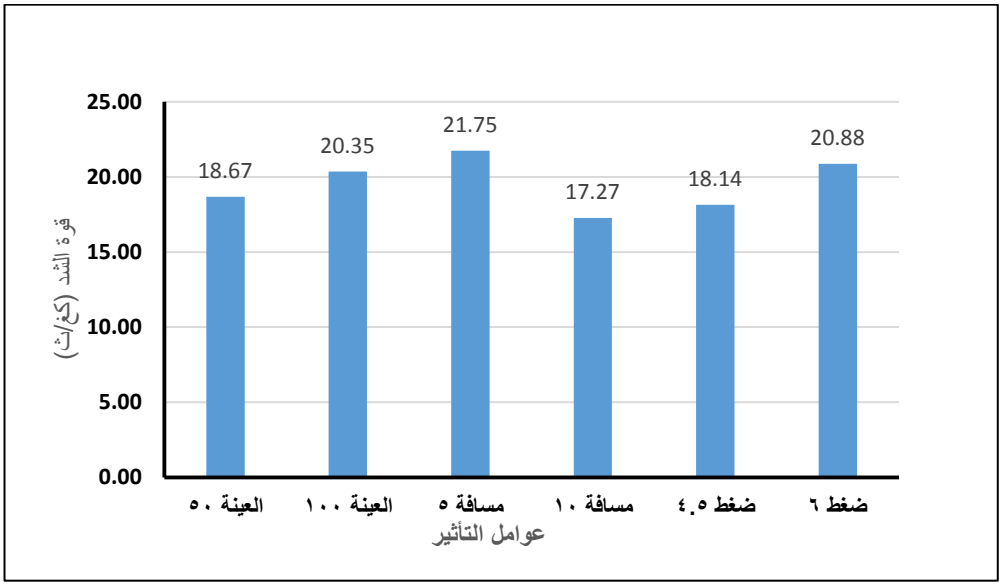
وخضعت النتائج للتحليل الاحصائي (SPSS13,2004)، اذ تم استخدام (T) ستودينت لدراسة دلالة الفروق المعنوية في متوسط قوة الشد وفقا لحجم حبيبات الترميل والضغط والمسافة.

النتائج والمناقشة: تمت دراسة جميع المتغيرات وتأثيرها على قوة الشد، حيث تم اجراء اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوة الشد (بالكغ/ث) بين المجموعات التجريبية وفقاً لحجم حبيبات الترميل والضغط والمسافة المستخدمة لكامل عينة البحث (جدول رقم 2 و3 والمخطط رقم 1).

المتغير المدروس: قوة الشد (كغ/ث)								
المجموعات	العوامل التجريبية		عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
عينة البحث كاملة	حجم حبيبات الترميل (ميكرون)	50	32	18.67	2.31	0.41	15.1	24.9
		100	32	20.35	5.02	0.89	12	32.1

الضغط (بار)	4.5	32	18.14	3.09	0.55	12	26
	6	32	20.88	4.31	0.76	14.5	32.1
المسافة (مم)	5	32	21.75	4.11	0.73	16.3	32.1
	10	32	17.27	2.18	0.39	12	22.7

الجدول رقم (2) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري وأعلى وأدنى قيمة لقوة الشد (كغ/ث) وفقاً لحجم حبيبات الترميل والضغط والمسافة المستخدمة لكامل عينة البحث.



المخطط رقم (1) المتوسطات الحسابية لقوى الشد بـ كغ/ث وفقاً لحجم حبيبات الترميل والضغط والمسافة المستخدمة في عينة البحث كاملة.

الجدول رقم (3) نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوة الشد (كغ/ث) وفقاً لحجم حبيبات الترميل والضغط والمسافة في عينة البحث كاملة.

المتغير المدروس: قوة الشد (كغ/ث)						
عينة البحث كاملة	درجة الحرية	الفرق بين المتوسطين	T- م	T-ج	مستوى الدلالة (قيمة - P)	المعنوية
حجم حبيبات الترميل (ميكرون)	62	1.68	1.72	2.00	0.0902	غير معنوي
الضغط (بار)	62	2.74	2.92	2.00	0.0049	معنوي
المسافة (مم)	62	4.48	5.45	2.00	0.0000009	معنوي

يبين الجدول رقم (3) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة (0.05) لمجموعتي حبيبات الترميل (50) و(100) ميكرون، بالنسبة للعينة كاملة (64)، أي إنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة احصائياً في متوسط قوة الشد بين مجموعة حبيبات الترميل (50) ومجموعة حبيبات الترميل (100) ميكرون ولكن وجد ميول نحو زيادة قوة الشد في مجموعة حبيبات الترميل (100) ميكرون بالمقارنة مع مجموعة حبيبات الترميل (50) ميكرون، حيث كان الفرق بين المتوسطين (1.68) كغ/ث لصالح مجموعة حجم حبيبات الترميل (100) ميكرون، ولكن هذا الفرق لم يكن معنوياً ($p > 0.05$)، وهذا ما يتوافق مع كل من [6]،[15] [12]

حيث درس [6] تأثير نوعين من حبيبات الترميل (أكسيد الألمنيوم -حبيبات زجاجية) ذات الحجم 50 ميكرون على ثبات التيجان المعدنية المصبوبة فوجد ان الترميل بحبيبات أكسيد الألمنيوم قد حسن الثبات مقارنة مع الحبيبات الزجاجية.

أما [15] وفي دراسة لهم تم خلالها إجراء الترميل بثلاث أحجام مختلفة من أكسيد الألمنيوم على سطح التيتانيوم حيث أثر الترميل على البنية الدقيقة وخشونة سطح التيتانيوم وأيضاً أظهرت النتائج أن حبيبات أكسيد الألمنيوم ذات الحجم الجزيئي الكبير قد قللت من وزن أكسيد الألمنيوم المتبقي على سطح التيتانيوم وزادت من خشونته وبالتالي عززت من التشابك الميكانيكي.

أكد [12] في بحثهم حول تأثير حجم حبيبات الألومينا والضغط المطبق أثناء الترميل لعدة خلائط معدنية مستخدمة في صناعة التيجان التعويضية على ثبات جزيئات الألومينا على

السطوح الداخلية وتأثير ذلك على قوة ارتباط اسمنت التثبيت وبالتالي ثبات التيجان. ولا يتوافق مع كل من الباحثة [16] [8].

حيث وجدت [16] بأن الترميل بأوكسيد الألمنيوم 50 ميكرون يعطي ارتباط أفضل للأسمنت الراتنجي مع خلائط النيكل كروم منه عند الترميل برمل حجم حبيباته 250 ميكرون ونفسر هذا الاختلاف باختلاف تقنية الالصاق حيث ان الاسمنت الراتنجي يطبق على السطح المعدني بعد تطبيق العامل المزاوج (السيلان) على ذلك السطح وسيولة مادة السيلان تكون عالية مقارنة مع اسمنت فوسفات الزنك فمن الممكن ان يندخل بشكل افضل في الغؤورات الأصغر.

اما الباحثة [8] فقد وجدت أن الترميل بأكسيد الألمنيوم 50 ميكرون لإزالة البقايا الاسمنتية يعطي ثبات أكبر للتيجان المعدنية المعاد الصاقها من الترميل بأكسيد الألمنيوم 250 ميكرون سواء باستخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي او اسمنت البولي كربوكسيلات وربما يُعزى هذا الاختلاف الى اختلاف نوع الاسمنت المستخدم في الالصاق.

نلاحظ أيضاً من خلال الجدول رقم (3) أن قيمة مستوى الدلالة أقل من القيمة (0.05) في مجموعتي الضغط (4.5 و6) أي إنه عند مستوى الثقة 95% وجد فروق معنوية ($P<0.05$) في متوسط قوة الشد بين مجموعتي الضغط (4.5 و6) بار

وهذا يتوافق مع ما اكده الباحث هالمان وزملاؤه عام 2012 [17] على ان استخدام الضغط العالي والحجم الأكبر في عملية الترميل قد أدى الى تغيير شكلي اكثر شمولا في سطوح الزركون وبالتالي حسن من عملية الالتصاق، وايضا يتوافق مع [12]، كما اتفقنا مع الباحث اوكادا وزملاؤه 2019 [18] حيث توصل الى نتيجة مفادها زيادة خشونة سطح الزركون بشكل كبير بزيادة ضغط الترميل.

كذلك يلاحظ من الجدول (3) وجود فروق بين متوسطي مجموعتي المسافة (5 و10) ملم وكانت هذه الفروق معنوية ($P<0.05$) حيث كانت المسافة الأقل 5ملم لها نتائج افضل في عملية الثبات وهذه النتيجة مخالفة لما توصل اليه الباحث اوكادا وزملاؤه 2019 [18] حيث لم تكن اقصر مسافة للترميل (1) ملم فعالة في زيادة خشونة السطح مقارنة مع المسافات الأخرى (5-10-20) ملم ويعزى السبب في ذلك ان دراستنا كانت على المعدن وليس على الزركون.

الاستنتاجات:

عند التدقيق في النتائج تبين ما يلي:

أولاً – قيم قوى الشد في مجموعة المسافة (5) مم (بعد راس المرملة عن سطح العينة) أكبر من قيم قوى الشد في مجموعة المسافة (10) مم.

ثانياً - قيم قوى الشد في مجموعة الضغط (6) بار أكبر من قيم قوى الشد في مجموعة الضغط (4.5) بار.

ثالثاً - وجد ميول نحو زيادة قوة الشد في مجموعة حبيبات الترميل (100) ميكرون بالمقارنة مع حبيبات الترميل (50) ميكرون.

التوصيات والمقترحات:

1- نوصي باستخدام حبيبات ترميل ذات حجم 100 ميكرون وضغط مطبق بمقدار 6 بار وبعد راس مرملة عن العينة بـ 5 ملم.
2- نقترح تطبيق عسدة ضغوط مختلفة في شروط الترميل من اجل دراسة تأثير زيادة الضغط على ثبات القبعات المعدنية.
3- متابعة دراسة هذا الموضوع سريريا لفترة طويلة لما قد نجنيه من فوائد مهنية.

- المراجع -

.1 Le, M., E. Papia, and C. Larsson - T**he clinical success of tooth- and implant- supported zirconia- based fixed dental prostheses**. A systematic review. Journal of oral rehabilitation, 2015:**42**(6): p. 467-480.

.2 JODA, T., F. ZARONE, and M. FERRARI - T**he complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review**. BMC Oral Health, 2017. **17**(1): p. 124.

.3 LEE, C.T., et al. - **Survival analysis of wide dental implant**: systematic review and meta- analysis. Clinical oral implants research 2016: **27**(10): p.1264-1251 .

.4 NARULA, S., et al. - **Retention in conventional fixed partial dentures**: A review. Journal of Clinical and Diagnostic Research 2011: **5**(5): p. 1128-1133.

.5 KERN, M. and V. THOMPSON - **Sandblasting and silica-coating of dental alloys**: volume loss, morphology and changes in the surface composition. Dental Materials, 1993: **9**(3): p. 155-161.

.6 O'CONNOR, R.P., A. NAYYAR, and R.E. KOVARIK - **Effect of internal microblasting on retention of cemented cast crowns**. The Journal of prosthetic dentistry 1990: 19 .90 :(5)64p. 557-562.

.7 KIM, H.-K. and B. AHN **Effect of Al2O3 Sandblasting Particle Size on the Surface Topography and Residual Compressive Stresses of Three Different Dental Zirconia Grades**. Materials, 2021: **14**(3): p. 610.

.8 AL-MOUSA,W - **Effect of luting cement type and sandblasting grit size on the retention of recemented cast crowns** (in vetro study)- damascus university. (in Arabic) 2014

.9 ROSENSTIEL, S.F. AND M.F. LAND, **Contemporary Fixed Prosthodontics-E-Book**. 2015: Elsevier Health Sciences.

.10 VEERABADHRAN, M., et al. - T**he effect of retentive groove, sandblasting and cement type on the retentive strength of stainless steel crowns in primary second molars-An in vitro comparative study.** Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 2012:**30**(1): p. 19.

.11 OSHIDA ،Y., et al., - **Fractal dimension analysis of aluminum oxide particle for sandblasting dental use. Bio-medical materials and engineering**, 1993:**3**(3): p. 117-126.

.12 AL JABBARI, Y.S., S. ZINELIS, and G. ELIADES, - **Effect of sandblasting conditions on alumina retention in representative dental alloys**. Dental materials journal,: 2012:p. 1203190251-1203190251.

.13 VERMILYEA, S.G., M.J. KUFFLER, and E.F. HUGET, - T**he effects of die relief agent on the retention of full coverage castings. The Journal of prosthetic dentistry**, 1983:**50**(2): p. 207-210.

.14 EL-MOWAFY, O.M., et al. - **Retention of metal ceramic crowns cemented with resin cements: effects of preparation taper and height**. The Journal of prosthetic dentistry, 1996. **76**(5): p. 524-529.

.15 PAPADOPOULOS, T., A .TSETSEKOU, and G. ELIADES - **Effect of aluminium oxide sandblasting on cast commercially pure titanium surfaces.** The European journal of prosthodontics and restorative dentistry1999. **7**(1): p. 15-21.

.16 SARAFIANOU, A., I. SEIMENIS, and T. PAPADOPOULOS - **Effectiveness of different adhesive primers on the bond strength between an indirect composite resin and a base metal alloy**. The Journal of prosthetic dentistry2008, **99**(5): p. 377-387.

.17 HALLMANN, L., et al. **Effect of blasting pressure, abrasive particle size and grade on phase transformation and morphological change of dental zirconia surface**. Surface and Coatings Technology 2012-, **206**(19-20): p. 4293-4302.

.18 OKADA, M., et al-O**ptimal sandblasting conditions for conventional-type yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystals**. Dental Materials, 2019 **35**(1): p. 169-175.