مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (33) العدد (1) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (33) No. (1) 2011

دراسة مخبرية مقارنة لمتانة ثلاث سماكات عامودية مختلفة، للوصلات الثابتة في الجسور السيراميكية المعدنية الخلفية الطويلة.

الدكتور نزيه عيسى*
الدكتور ناصر بهرلي**
اسماعيل الدينو***

(تاريخ الإيداع 21 / 7 / 2010. قُبِل للنشر في 2 / 2 / 2011)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى تحديد الحدود الدنيا من أحجام الوصلات الثابتة في هياكل الجسور السيراميكية المعدنية الطويلة، في المنطقة الخلفية من الفم، ومن أجل ذلك تم اختبار مقاومة الانكسار لـ 24 هيكل معدني لجسور سيراميكية معدنية مصنوعة من الخليطة المعدنية (58% NI،26.9%CR، MO12.8%، MN أقل من 0.01) بحيث يتكون كل هيكل من خمس وحدات، منها ثلاث دمى متصلة مع بعضها بوصلات ثابتة، ذات عرض ثابت، وسماكات مختلفة، وجميع هذه الهياكل تم صنعها على نفس المثال الجبسي، ثم تم تقسيم هذه الهياكل إلى ثلاث مجموعات تختلف عن بعضها فقط في سماكة الوصلات، بحيث تكون سماكة وصلات المجموعة الأولى 2.5مم، والمجموعة الثانية 3مم والمجموعة الثالثة 3.5مم.

تم الاختبار بواسطة آلة الاختبارات الميكانيكية العامة بعد تثبيت كل هيكل على القاعدة المعدنية نفسها، ثم تم تسجيل النتائج التي أظهرت بعد تحليلها وجود فروق بين مقاومة الجسور للانكسار، حيث تبين أن الهياكل ذات الوصلات 2.5مم لا تستطيع تحمل قوى المضغ الأعظمية، لذلك لا ينصح باستخدامها.

الكلمات المفتاحية: الوصلات الثابتة، مقاومة الانكسار.

*أستاذ – قسم التعويضات الثابتة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
**أستاذ مساعد – قسم التعويضات الثابتة – كلية طب الأسنان – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
***طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم التعويضات الثابتة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (33) العدد (1) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (33) No. (1) 2011

In Vitro Comparative Study of Toughness of Different Thicknesses of Rigid Connectors in Long Posterior Metal Ceramic Bridges

Dr. Nazih Issa [*]
Dr. Naser Bahrali [**]
Ismail Aldino [***]

(Received 21 / 7 / 2010. Accepted 2 / 2 / 2011)

□ ABSTRACT □

The aim of this study is to determine the least limits of sizes of rigid connectors in cores of long metal ceramic bridges. This research was applied to 24 metal cores for metal ceramic bridges that made from metal alloy (NI:58%, CR:26, 9%, MO:12, 8%, MN: 0,01%), and every core consisted of 5 units, three of it pontics that connected to other by rigid connecters. Eight similar bridges was made on every thickness. This connecters have same width and different thicknesses (2.5mm first group, 3mm second group, 3.5mm third group) and all bridges made on same die, then metal base was made resembling to the die, and after to test fracture resistance of this cores of bridges by universal testing machine, it studied and found differentiation between those bridges, some of them don't tend to resist masticator forces(2.5mm), so they are not recommended to use.

Keywords: Rigid Connecters, Fracture Resistance.

[*]**Professor, Department of Fixed prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Tishreen, Lattakia, Syria.**
[**]**Associate Professor, Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Tishreen, Lattakia, Syria.**
[***]**Postgraduate Student, Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Tishreen, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

لا تزال الجسور السيراميكية المعدنية هي الجسور الأكثر استخداما في مجال التعويضات الثابتة السنية، وباعتبارها تتكون من هيكل معدني، ومن طبقة خارجية سيراميكية، لذلك فان المعدن يعتبر الجزء الأكثر أهمية في دعم الطبقة الخزفية، لتقاوم القوى الوظيفية، وغير الوظيفية، وقد أجمعت الدراسات أن الجزء من الجسر الذي تحصل فيه الإجهادات الأكبر هو الوصلات الثابتة بين الدمى، والمثبتات.[1,2,3]

لقد درست سماكة المعدن الكافية في المثبتات كي لا تتشوه أثناء التخزيف، وهي محددة بـ0.3 مم كافية للخلائط المعادن الثمينة و0.2 مم كافية للخلائط المعدنية غير الثمينة، وأيضا ليقاوم قوى عديدة، كقوى الشد، والالتواء والانضغاط . [4]

أما بالنسبة لحجم الوصلات الثابتة لهياكل الجسور السيراميكية المعدنية المصنوعة من خليطة النيكل كروم المذكورة سابقا، فلا توجد دراسات عليها، وباعتبار أن هذه الخليطة المعدنية الأكثر استخداما في صنع هياكل الجسور في سوريا، ويتم تصنيعها مخبريا، دون معرفة الحد الأدنى المسموح به لذلك كان موضوع هذا البحث معرفة الحد الأدنى لسماكة الوصلات الثابتة المصنوعة من هذه الخليطة المعدنية(nicor)

أهمية البحث وأهدفه:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة الحد الأدنى من أحجام الوصلات الثابتة، في الجسور السنية الخلفية الطويلة القادرة على تحمل القوى الاطباقية.

طرائق البحث ومواده:

تتضمن الدراسة مجموعة متنوعة من هياكل الجسور السيراميكية المعدنية، وتشمل هذه العينة ثلاث مجموعات من الجسور :

- المجموعة السيراميكية المعدنية الأولى: وتشمل ثمانية جسور تعوض عن الحالة نفسها، حيث تكون الحالة عبارة عن مريض فقد ثلاث أسنان علوية (ضاحكتين أولى، وثانية، ورحى أولى) في الجانب الأيمن، بحيث تصمم الوصلات بين المثبتات، والدمى، والدمى، والدمى، وتكون السماكة العمودية أصغر من السماكة الأفقية :
  - 2.5 مم عامودي – 3 مم أفقي بين الناب، والضاحك الأول، والضاحك الثاني، والرحى الأولى
  - 2.5 مم عامودي – 4 مم أفقي بين الرحى الأولى، والرحى الثانية (الشكل 3)
- المجموعة السيراميكية المعدنية الثانية: وتشمل ثمانية جسور، تعوض عن الحالة السابقة، بحيث تكون السماكة العامودية للوصلة الثابتة مساوية للسماكة الأفقية (الشكل 4)
  - 3مم عامودي – 3مم أفقي بين الناب، والضاحك الأول، والضاحك الثاني، والرحى الأولى
  - 3 مم عامودي – 4 مم أفقي بين الرحى الأولى، والرحى الثانية
- المجموعة السيراميكية المعدنية الثالثة: وتشمل ثمانية جسور، تعوض عن الحالة السابقة، بحيث تكون السماكة العامودية للوصلة الثابتة اكبر من السماكة الأفقية (الشكل 5)
  - 3.5 مم عامودي – 3 مم أفقي بين الناب، والضاحك الأول، والضاحك الثاني، والرحى الأولى
  - 3.5 مم عامودي – 4 مم أفقي بين الرحى الأولى، والرحى الثانية

▪ تصنيع الجسور

نعلم أن الجسر السيراميكي المعدني هو عبارة عن تعويض سني يصنع هيكله من خليطة معدنية قوية، وتكون خليطة النيكل كروم، ثم يتم خبز الخزف عليها. في دراستنا، تكون الجسور غير مخزفة كون الخزف يضاف لخواصه الجمالية

أولا– يتم تامين المثال الجبسي.

- مثال جبسي لمريض فقدت ضواحكه العلوية اليمنى، ورحته العلوية اليمنى، وحضر كل من الناب، والرحى الثانية العلويين اليمينيين الشكل (1)

الشكل (1): المثال الجبسي الذي سيتم تصنيع العينات عليه

ثانيا – تصنيع النموذج الشمعي

بعد تقطيع المثال الجبسي يتم تشميعه، حيث تكون السماكة في المثبتة 0,5مم أما في الوصلات الثابتة فسنجعل السماكة 4مم عامودي و4 مم أفقي على كل الوصلات ثم يتم تشميع المثال الجبسي الأول وصبه بالمعدن، والتأكد من السماكات على المعدن ثم أخذ طبعة للمعدن الشكل (2)، وهو على المثال الجبسي، ثم نستخدم الطبعة في تشميع بقية الجسور، حيث نشمع بها 23جسرا مع الجسر الأول، يصبح عدد هياكل الجسور المشمعة 24جسر

الهدف من الطبعة :

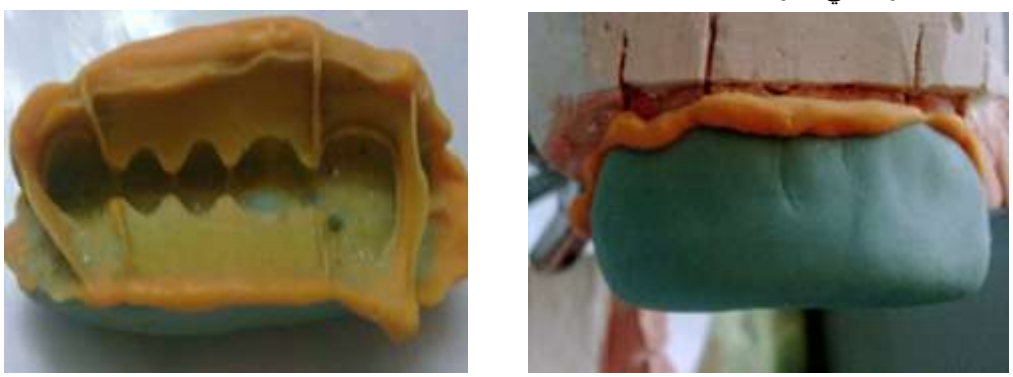
1–نسخ الجسور بشكل فراغي محدد.

2–تامين توضع دهليزي لساني واحد للكافة الجسور

3–توضع الوصلات في نفس المكان أنسيا – وحشيا

4–حجم، وشكل واحد لنفس الدمية في كافة الجسور

5–توحيد المتغيرات في الدراسة



الشكل (2) طبعة سليكونية لهيكل الجسر السيراميكي المعدني الأول

ثالثا– صب المعدن.

يتم صب النماذج الشمعية السابقة بالمعدن، فنحصل عل 24 هيكل لجسر معدني خزفي.

- نجعل سماكة الوصلات الثابتة لثمانية جسور(2,5مم عامودي – 3مم أفقي) بين الناب، والضاحك الأول، والضاحك الثاني، والرحى الأولى و(2,5 مم عامودي – 4مم أفقي بين الرحى الأولى، والرحى الثانية). وذلك بواسطة أقراص فاصلة ساحلة للمعدن، وهذه الجسور تمثل المجموعة السيراميكية المعدنية الأولى

- نجعل سماكة الوصلات الثابتة لثمانية جسور(3مم عامودي – 3مم أفقي) بين الناب، والضاحك الأول، والضاحك الثاني، والرحى الأولى و(3 مم عامودي – 4مم أفقي بين الرحى الأولى، والرحى الثانية). وذلك بواسطة أقراص فاصلة ساحلة للمعدن، وهذه الجسور تمثل المجموعة السيراميكية المعدنية الثانية.

- نجعل سماكة الوصلات الثابتة لثمانية جسور(3,5مم عامودي – 3مم أفقي) بين الناب والضاحك الأول والضاحك الثاني والرحى الأولى و(3,5 مم عامودي – 4مم أفقي بين الرحى الأولى والرحى الثانية) وذلك بواسطة أقراص فاصلة ساحلة للمعدن وهذه الجسور تمثل المجموعة السيراميكية المعدنية الثالثة

الشكل 3: السماكة العامودية، والأفقية للوصلات الثابتة في المجموعة الأولى.

الشكل 4: السماكة العامودية، والأفقية للوصلات الثابتة في المجموعة الثانية.

الشكل 5: السماكة العامودية والأفقية للوصلات الثابتة في المجموعة الثالثة.

ثم تم إخضاع هذه الجسور إلى قوى حتى انكسرت في آلة الاختبارات الميكانيكية العامة، بجامعة حلب، وسجلت النتائج (الشكل: 5,6) ، (الجدول 1).

الشكل 6: توضع الجسور السيراميكية المعدنية على المثال الجبسي

الشكل 7 : توضع الجسور السيراميكية المعدنية على القاعدة المعدنية

الشكل8: آلة الاختبارات الميكانيكية العامة في كلية الهندسة الميكانيكية، بجامعة حلب (universal testing machine)

النتائج والمناقشة:

الجدول (1) : يبين نتائج الاختبارات

المجموعة / الجسر	مقاومة الانكسار للمجموعة الأولى (نيوتن)	مقاومة الانكسار للمجموعة الثانية (نيوتن)	مقاومة الانكسار للمجموعة الثالثة (نيوتن)
الجسر 1	820	801	1276
الجسر 2	726	834	1069
الجسر 3	520	651	893
الجسر 4	635	721	1252
الجسر 5	802	750	1221
الجسر 6	607	897	925
الجسر 7	482	905	1121
الجسر 8	504	908	907
المتوسط	637	808	1083

أولا– المقارنة بين المجموعة السيراميكية المعدنية الأولى، والمجموعة السيراميكية المعدنية الثانية:

نستخدم اختبار ستودنت لمقارنة وسطي المجموعتين، ومعرفة الفرق الجوهري، إنْ وُجد:

الجدول(2) يبين مقاييس النزعة المركزية

Group Statistics

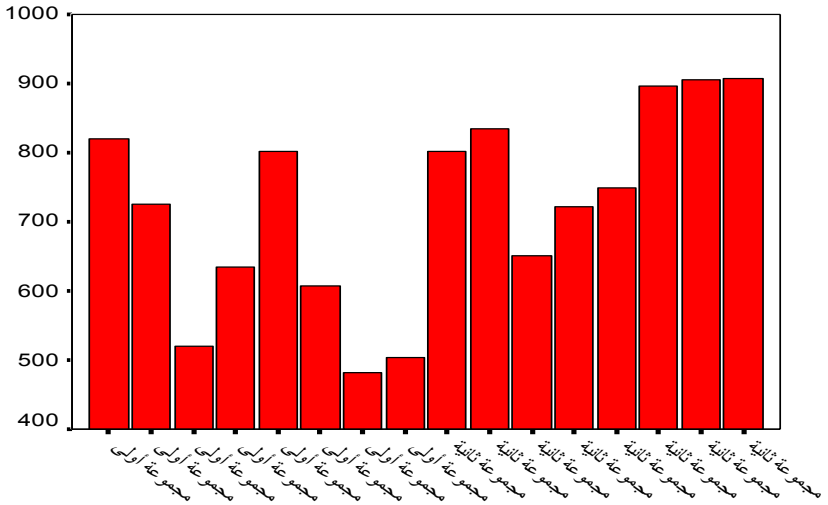
	N	Man	Std. Deviation	Std. Error Mean
مجموعة أولى	8	637.00	133.600	47.235
مجموعة ثانية	8	808.38	95.346	33.710

الجدول (3) نتائج الاختبار

Independent Samples Test

	Levene's Test f Equality of Varia		t-test for Equality of Means						
								95% Confidenc Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tail	Mean Differenc	Std. Erro Differenc	Lower	Upper
Equal variances assumed	1.248	.283	-2.953	14	.010	-171.38	58.030	-295.837	-46.913
Equal variances not assumed			-2.953	12.66	.011	-171.38	58.030	-297.082	-45.668

نجد من جدول الاختبار أن احتمال الدلالة 0.283 أكبر من مستوى الدلالة 0.05، ونقبل فرضية تجانس التباينين، ونأخذ بنواتج الصف الأول، فنجد أن احتمال الدلالة 0.01 أقل من مستوى الدلالة 0.05، ونرفض فرضية عدم وجود فرق جوهري، ونقبل الفرضية البديلة القائلة بوجود فرق جوهري بين متوسطي العينتين، ومن خلال قيمة المتوسطات، نجد أن المجموعة الثانية تشير لقيمة أكبر في المتانة من المجموعة الأولى.



المخطط (1): توضيح بياني لقيم مقاومة الانكسار للمجموعة السيراميكية المعدنية الأولى والمجموعة السيراميكية المعدنية الثانية

ثانيا–مقارنة المجموعة السيراميكية المعدنية الأولى مع المجموعة السيراميكية المعدنية الثالثة:

نستخدم اختبار ستودنت لمقارنة وسطي المجموعتين، ومعرفة الفرق الجوهري –إنْ وُجد– :

الجدول(4) يبين مقاييس النزعة المركزية

Group Statistics

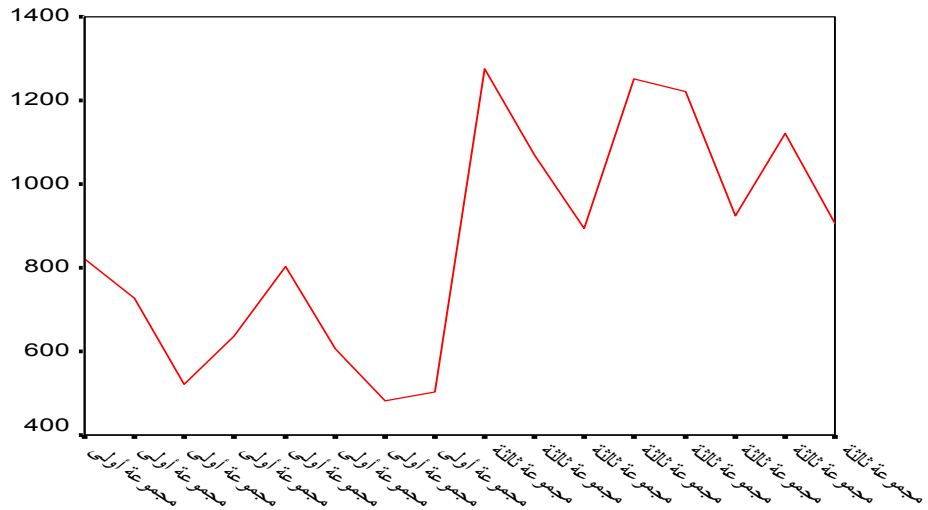
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
مجموعة أولى	8	637.00	133.600	47.235
مجموعة ثالثة	8	1083.00	159.702	56.463

الجدول (5) نتائج الاختبار

Independent Samples Test

	Levene's Test f Equality of Varia		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tail	Mean Differenc	Std. Error Difference	Lower	Upper
Equal variances assumed	.564	.465	-6.059	14	.000	-446.00	73.615	-603.889	-288.111
Equal variances not assumed			-6.059	13.577	.000	-446.00	73.615	-604.352	-287.648

نجد من جدول الاختبار، أن احتمال الدلالة 0.465 أكبر من مستوى الدلالة 0.05، ونقبل فرضية تجانس التباينين ونأخذ بنواتج الصف الأول، فنجد أن احتمال الدلالة 0.000 أقل من مستوى الدلالة 0.05، ونرفض فرضية عدم وجود فرق جوهري، ونقبل الفرضية البديلة القائلة بوجود فرق جوهري بين متوسطي العينتين، ومن خلال قيمة المتوسطات، نجد أن المجموعة الثالثة تشير لقيمة أكبر في المتانة من المجموعة الأولى.



المخطط (2): توضيح بياني لقيم مقاومة الانكسار للمجموعة السيراميكية المعدنية الأولى، والمجموعة السيراميكية المعدنية الثانية

ثالثا–مقارنة المجموعة السيراميكية المعدنية ثانية مع المجموعة السيراميكية المعدنية الثالثة:

نستخدم اختبار ستودنت لمقارنة وسطي المجموعتين، ومعرفة الفرق الجوهري، إن وُجدْ:

الجدول(6) يبين مقاييس النزعة المركزية

Group Statistics

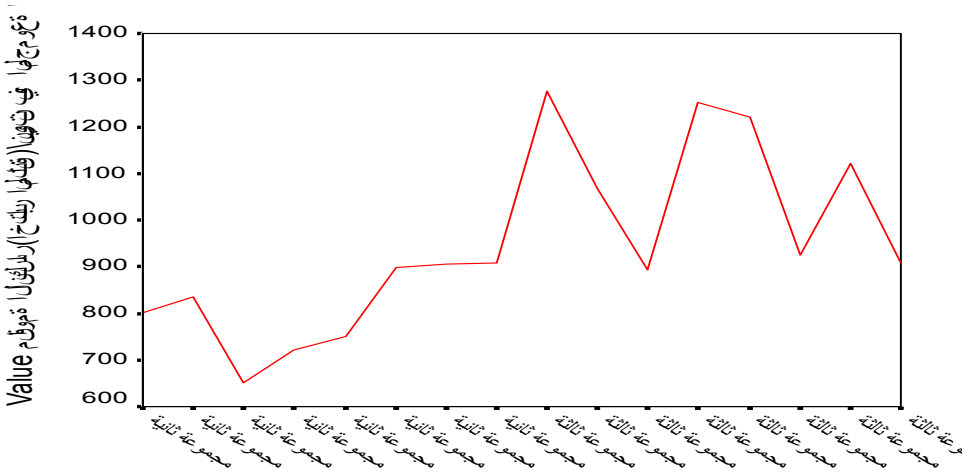
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
مجموعة ثانية	8	808.38	95.346	33.710
مجموعة ثالثة	8	1083.00	159.702	56.463

الجدول (7) نتائج الاختبار

Independent Samples Test

	Levene's Tes Equality of Va		t-test for Equality of Means						
								95% Confidenc Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tail	Mean Differer	Std. Er Differenc	Lowe	Uppe
Equal variances assumed	3.679	.076	-4.176	14	.001	-274.	65.761	-415.668	-133.582
Equal variances not assumed			-4.176	11.428	.001	-274.	65.761	-418.705	-130.545

نجد من جدول الاختبار أن احتمال الدلالة 0.076 أكبر من مستوى الدلالة 0.05، ونقبل فرضية تجانس التباينين، ونأخذ بنواتج الصف الأول، فنجد أن احتمال الدلالة 0.001 أقل من مستوى الدلالة 0.05، ونرفض فرضية عدم وجود فرق جوهري، ونقبل الفرضية البديلة القائلة بوجود فرق جوهري بين متوسطي العينتين، ومن خلال قيمة المتوسطات، نجد أن المجموعة الثالثة تشير لقيمة أكبر في المتانة من المجموعة الثانية.



المخطط (3) شكل بياني يوضح قيم مقاومة الانكسار المجموعة السيراميكية المعدنية الأولى، والمجموعة السيراميكية المعدنية الثانية

رابعا – مقارنة القوى التي أدت إلى انكسار الجسور، مع قوى المضغ الطبيعية:

لقد بينت هذه الدراسة انه عند تطبيق قوى على جسور المجموعة الأولى ذات السماكة العامودية 2.5مم، فإن وصلاتها الثابتة تبدأ بالتكسر، اعتبارا من 482نيوتن، في حين أن الوصلات الثابتة ذات السماكة العمودية 3مم للمجموعة الثانية، بدأت بالتكسر اعتبارا من 651نيوتن، كما أن الوصلات الثابتة ذات السماكة العامودية 3.5مم للمجموع الثالثة، بدأت بالتكسر اعتبارا من 893 نيوتن، وعند مقارنة هذه القيم مع قيم قوى المضغ الطبيعية، والتي تتراوح بين 2 إلى 150 نيوتن، وذلك بدراسات كل من باتس 1975 ووباويفر 1978، وريتشارد 1995. [5,6,7]

أن القيم السابقة لقوى المضغ الطبيعية قليلة، إذا ما قورنت بالقوى التي أدت إلى انكسار جسور هذا البحث حيث إن أصغر قيمة 482 نيوتن لجسور المجموعة الأولى، وبالتالي هذه الجسور ناجحة بالنسبة لهذه الحمولات التي يتعرض لها الجسر عند وضعه بالفم، ونجد أيضا أن جميع جسور المجموعات ناجحة بالنسبة لهذه الحمولات.

ووجد أيضا كل من BATES عام 1985 [5] وGIBBS 1986 [8] أن القوى الأعظمية التي يمكن أن يطبق بها المركب العضلي على الأسنان تتراوح من 300 نيوتن إلى 800 نيوتن

وإذا ما قارنا هذه القيم مع القوى التي أدت إلى انكسار الجسور سنجد عدداً كبيراً من الجسور السيراميكية المعدنية ذات السماكة العامودية 2.5مم للوصلات الثابتة، لا يمكن أن تصمد أمام هذه القوى، أما بالنسبة للجسور السيراميكة المعدنية ذات السماكة العامودية 3مم للوصلات الثابتة، فإن أغلبها ستصمد أمام هذه القوى. أما الجسور السيراميكية المعدنية ذات السماكة العامودية 3.5مم فهي جسور قوية، تتحمل هذا الضغط الذي يتسبب به المركب الفكي العضلي على الأسنان، وهنا يتدخل الأطباق بشكل قوي في تصميم الجسور، ودوره في إنجاح الجسور، وتأثيره على سير خطة المعالجة، فيما يتعلق بزيادة البعد العامودي لصنع جسور أقوى، وأمتن

بين BREKHUS عام 1941 [9] أن مجال قوة العض الأعظمية عند الإناث يتراوح بين 358–449نيوتن. في حين أنه يتراوح عند الذكور بين أي 536–644نيوتن.

وإذا ما قارنا هذه القيم مع القوى التي أدت إلى انكسار الجسور، سنجد أن جميع الجسور السيراميكية المعدنية ذات السماكة العامودية 2.5مم للوصلات الثابتة تصمد عند الإناث أما عند الذكور، فان عدداً كبيراً من هذه الجسور ستكسر، أما بالنسبة للجسور السيراميكة المعدنية ذات السماكة العامودية 3مم، وذات السماكة 3.5مم للوصلات الثابتة، فإن جميعها ستصمد أمام هذه القوى سواءً عند الذكور، أو عند الإناث.

خامسا – دراسة توزع الإجهاد في الجسور، وتركزه في الوصلات الثابتة.

من هذه الدراسة نستنتج أنه معظم الجسور السيراميكية المعدنية انكسرت في الوصلات الثابتة، أي تركز الاجهادات في الوصلات الثابتة عندما تكون الدعامات تعطي دعماً كبيراً، تمثله الدعامات المعدنية، وهذا يتفق مع دراسات العديد من الباحثين:

ووجد (Gerami–Panah et al 2005) بواسطة تحليل العناصر المنتهية لتعويض خزفي خالٍ من المعدن، أن أعلى تركز للإجهادات كان في منطقة الوصلات.[1]

وفي دراسة (Oh et al 2002) وزملائه تأثير تصميم الوصلات على قابلية الكسر للتعويض الخزفي الخالي من المعدن، تبين أن ذروة إجهاد الضغط تتركز في الجزء الطاحن من الوصلة ، وذروة إجهاد الشد تتركز في الجزء اللثوي من الوصلة، وأن إجهاد الشد يكون أكبر في الوصلات الحادة.[2]

استعمل (yang et al 1999) أسلوب العناصر المنتهية في دراسة توزع الإجهادات على الجسور الطويلة السيراميكية المعدنية، فوجد تركز للإجهادات في مناطق الوصلات الثابتة، ووجد أن عند زيادة عدد الدعامات تقل الإجهادات في الأنسجة الداعمة، وتتركز في الوصلات الثابتة للجسر، ووجد أن شمول الناب في الدعامات تقلل من الإجهادات في الأنسجة بنسبة (7–21%).[3]

سادسا – المقارنة مع الدراسات السابقة

كما ذكرنا سابقاً، لا يوجد دراسات تتناول حجم الوصلات الثابتة للجسور السيراميكية المعدنية المصنوعة من خليطة النيكل كروم، ولذلك كان هدف هذا البحث تسليط الضوء على أحجام الوصلات الثابتة في الجسور السيراميكية المعدنية الخلفية الطويلة، ومعرفة الحد الأدنى لحجم الوصلات الثابتة القادرة على تحمل القوى الإطباقية المختلفة، بالمقارنة مع قيم قوى العض المختلفة المسجلة، عند دراسات العديد من الباحثين كما ذكر سابقا.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

a. إن استخدام الجسور الطويلة بوصلات ثابتة بسماكة (3.5مم * 3مم) ستقاوم القوى الماضغة مهما كانت، وهذا يدعو إلى التبوء بنجاح هذه الجسور عند جميع المرضى.

b. إن استخدام الجسور الطويلة بوصلات ثابتة بسماكة (3مم * 3مم)، فإن عدداً من هذه الجسور لا تستطيع تحمل القوى الماضغة، لذلك لا ينصح بها عند المرضى ذوي الإطباق القوي.

c. إن استخدام الجسور الطويلة بوصلات ثابتة بسماكة (2.5مم * 3مم)، فان هذه الجسور تحمل إنذاراً كبيراً بالفشل تحت الحمولات الإطباقية.

التوصيات:

في حال عدم وجود فراغ إطباقي كافٍ للحجم المطلوب من الوصلات الثابتة، نوصي بتجنب استخدام هذه الجسور، واللجوء إلى طرق ثانية في التعويض (زراعة أسنان ، رفع البعد العامودي) .

المراجع:

1. GERAME,F.S; MIR, M; REZAEE, L; SEDIGHPOUR, F; FAHIMI, H. *Effectof taper on stress distribution of all ceramic fixed partial dentures: a 3d-fea study*. Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Vol. 2, No.3, 2005,56-90.
2. TANG,L;CHEN,G.*Three-dimensional finite element analysis of stress in supporting bone of mandibular posterior fixed bridge. II. Stress distribution of the cortical bone beneath pontic of fixed bridge.* Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi,West China J of Stomatology, 1999, 17(4),374-6.
3. Oh,W; GOTZEN, N; ANUSAVISEC, KJ. *Influence of connector design onfracture probability of ceramic fixed partial dentures*. J Dent Res, 2002,81 (9),6237.
4. ROSENSTIEL; LAND; FUJIMOTO. *Contemporary Fixed Prosthodontics*.3ed UniversitySchool of Dental MedicineAlton, Illinois,2004,24(5)106-317.
5. BATES,JF; STAFFORD, GD; HARRISON; A. *Masticatory function-A review of the literature.II.Speed of movement of the mandible, rate of chewing and forces developed in chewing*. JOral Rehabil,1975,2(23)349-361.
6. DEBOEVER, JA; MCCALL, WD. Jr.; HOLDEN, S; ASH, MM. *Functional occlusal forces:an investigation by telemetry*. J Prosthet Dent,1998,40,326-333.
7. RICHTER, EJ. *In vivo vertical forces on implants*. Int J Oral Maxillofac Implants,1995, 10, 99-109.
8. GIBBS, CH; MAHAN, PE; MAUDERLI, A; LUNDEEN, HC; WALSH, EK. *Limits of human bitestrength*. J Prosthet Dent,1986, 56, 226-229.
9. BREKHUS, PH. *Stimulation of the muscles of mastication*. J *Dent Res*,1941, 20,87-92.