مقارنة القوى الاحتكاكية بين الحاصرات ذاتية الربط والحاصرات التقليدية في أثناء الانزلاق

– دراسة مخبرية –*

كندة سلطان** **محمد ناصر صوان*****

الملخص

خلفية البحث: يعدُّ الربط بين الحاصرة والسلك التقويمي من العوامل المهمة المؤثرة في المقاومة الاحتكاكية الناشئة خلال الحركة الانزلاقية التي قد تعيق الحركة السنية التقويمية أو تؤخرها.

هدف البحث: إلى مقارنة الاحتكاك المرافق لانزلاق نموذجين من الحاصرات أحدهما ذاتي الربط والآخر ذو ربط تقليدي على أسلاك من الفولاذ اللاصدئ.

مواد البحث وطرائقه: اختبرت 40 حاصرة ضاحكة أولى علوية مصنوعة من الفولاذ اللاصدئ من نموذجين مختلفين: حاصرات Quick brackets ذاتية الربط وحاصرات Sprint ذات ربط تقليدي مقابل أسلاك فولاذية بقياسين مختلفين. وأُجري قياس المقاومة الاحتكاكية الناشئة خلال الاختبارات باستخدام جهاز قياس صُمم خصِّيصى لهذا الغرض.

النتائج: دلت نتائج الدراسة الإحصائية على وجود تناقص مهم إحصائياً في قيم الاحتكاك المقيس عند استخدام الحاصرات ذاتية الربط مقارنة بالحاصرات التقليدية، وذلك بغض النظر عن قياس السلك التقويمي المستخدم.

الاستنتاج والتوصيات: توصي هذه الدراسة بأهمية انتقاء نموذج الحاصرات المناسب للحالة التقويمية والتقنية المتبعة للمعالجة؛ مع ضرورة إجراء البحوث العلمية لكشف الخواص الاحتكاكية لنماذج الحاصرات الحديثة المطروحة تجارياً.

كلمات مفتاحية: حاصرات الفولاذ اللاصدئ- حاصرات ذاتية الربط - المقاومة الاحتكاكية.

* أعد البحث في سياق رسالة الدكتوراه للطالبة كندة سلطان بإشراف الأستاذ الدكتور محمد ناصر صوان.

** قسم تقويم الأسنان- طب الأسنان- جامعة دمشق.

*** أستاذ- قسم التقويم- طب الأسنان- جامعة دمشق.

Frictional Forces of Self – Legating Brakets Versus Conventional Brackets During Sliding Techniques (A Laboratory Study)

Kinda sultan [*] **M. Naser Swwan** [**]

Abstract

Background: Ligating between brackets and orthodontic wire is considered one of the important factor affecting the frictional resistance during sliding movements.

Aim of study: For these reasons this investigation aimed to compare the friction associating with sliding movement for two types of brackets : self-ligating brackets and conventional brackets ; along stainless steel arch wires.

Materials and methods 40 first upper premolar brackets made from stainless steel were tested , 20 of them were self-ligating brackets (Quick brackets) and the rest were conventional (Sprint brackets) with elasting ligature; all of the 40 brackets were tested with two different sizes of stainless steel wires . The frictional resistance was recorded during the tests by instron machine designed specially for this reason.

Results: The results showed significant decrease in the magnitude of friction with the self-ligating brackets compared with the conventional one; whatever the orthodontic wire using in the test.

Suggestions&Recommendations: this study recommend the importantance of choose the proper type of brackets and the used technique for each orthodontic treatment; and suggest the need of more scientific investigations aiming to know the frictional property of modern types of brackets in the markets.

Keywords: stainless steel brackets – self-ligating brackets - friction resistace

[*]Dept. of Removable Mosthodontiss, Faculty of Dentistry, Damascus University.
[**]Prof. Dept. of Removable Mosthodontiss, Faculty of Dentistry, Damascus University.

مقدمة:

يعيق الاحتكاك آلية الانزلاق ويؤثر في طبيعة الحركة السنية التقويمية والاستجابة النسيجية الحيوية المثاليّة (1)، وهنا تكمن أهمية الحد من المقاومة الاحتكاكية وضرورة السيطرة عليها في أثناء التخطيط للمعالجة التقويمية(2). لقد وجدت البحوث السابقة أنَّ مقدار الاحتكاك المتولّد من انزلاق الحاصرة على السلك التقويمي يتأثّر بالعديد من المتغيّرات الحيوية والميكانيكيّة، من ضمنها الربط المستخدم لإحكام إدخال السلك ضمن شق الحاصرة (3) ، فقد ذكر Schumacher (1990)(4) أنَّ الاحتكاك يتحدَّد بشكلٍ رئيسٍ من خلال طبيعة الربط وليس بالأبعاد المختلفة للقوس السلكيّة؛ فالاحتكاك يرتبط بالقوّة الطبيعية المتعلِّقة بدرجة توتّر الربط الذي يحشر السلك ضمن شق الحاصرة، وكذلك بمعامل الاحتكاك بين الربط ومادّة السلك وفقاً للعلاقة الرياضية:

$$F_F=F_N\mu \qquad (5)$$

إذْ FF القوة الاحتكاكية، FN القوة الطبيعية، μ معامل الاحتكاك (5)

من هنا عُدِّلت بعض الحاصرات من الحاصرات التقليديّة وأشير إليها باسم الحاصرات ذاتيّة الربط وعُرِّفت بأنَّها أنظمة حاصرات لا تحتاج إلى الربط ومزوَّدة بوسيلة ميكانيكيّة داخلها لإغلاق شق الحاصرة (6)(7) محوِّلةً إيّاه إلى تيوب (6).

طُوِّرت الحاصرات ذاتيّة الربط بهدف إنقاص المقاومة الاحتكاكيّة وتحقيق زيادة الفعاليّة العلاجيّة وأشارت بعض الدراسات المقيّمة لخواص هذه الحاصرات إلى إحداثها قيماً احتكاكيّة صغيرةً مقارنة بالحاصرات التقليديّة بسبب غياب الربط (8)(9)(10)(11)(12).كما أنَّها أكثر راحةً للمريض وأفضل للعناية بالصحة الفمويّة (12)(13)(14) وأجمعت معظم الدراسات السريرية على أنَّ العلاج التقويمي باستخدام هذه الحاصرات يقلّل زمن العمل ويقصِّر مدّة المعالجة(15)(16)(17).من جهةٍ أخرى أُخِذ على هذا النموذج من الحاصرات كلفته العالية ماديّاً وانخفاض فعّاليتها في إنجاز

حركات التورك والتعبير عن تعليمات الحاصرة المختلفة بسبب نقصان قوة وضع السلك ضمن شق الحاصرة(18).

أثبت Pizzooni وزملاؤه (12) عدم امتلاك حاصرات Damon Sl ذاتيّة الربط لأيٍّ قوى طبيعية مطبّقة على السلك خلال الانزلاق في الوضع الحيادي (لا توجد زاوية بين السلك وشق الحاصرة) ممّا جعلها تترافق بقيم احتكاكيّة مهملة حتّى مع استخدام الأسلاك المضلَّعة .وأيَّده في ذلك كلٌ من Khambay (19) وHain(18).

كما اتفق كلٌ من Sims(9) و Berger (8) على حدوث تناقص مهم في المقاومة الاحتكاكية المرافقة لحاصرات Activa و SPEED الذاتية الربط مقارنة بحاصرات SW وEW التقليدية على التوالي.

بينما وجدت بعض الدراسات عدم وجود اختلافات مهمّة إحصائيّاً بين الحاصرات ذاتيّة الربط وبين الحاصرات التقليدية مثل دراسة Shivapuja & Berger (1994) (13) و Bednar (1991)(20) .

وأبعد من ذلك لاحظ Redlich(21) أنَّ بعض تصاميم الحاصرات ذات الربط التقليدي تفوّقت على الحاصرات ذاتيّة الربط في إحداثها قيماً احتكاكيّة بسيطةً، وقد علَّل تعارضه مع الدراسات السابقة لاستخدامه حاصرات من شركات مختلفة أو بسبب الاختلافات في طرائق القياس المخبري. أمَّا Reichender (22) فقد أشار إلى أنَّه ليس ضروريّاً أن تخلق الحاصرات ذاتيّة الربط احتكاكاً أقل من الحاصرات التقليديّة لأنَّ ذلك يعتمد على حجم القوس السلكيّة المستخدمة.

أخيراً؛ أشارت بعض البحوث إلى أنَّه لدى مقارنة الحاصرات ذاتيّة الربط بالحاصرات التقليديّة تتأثَّر القوى الاحتكاكيّة المقيسة بشكلٍ رئيس بحجم ومادة السلك التقويمي المستخدم (12)(23)، وتصميم آليّة الربط الذاتي ضمن الحاصرة (14)(15)(16)، ومقدار التزوي بين السلك وشق الحاصرة(11)(21)، فضلاً عن تصميم شق الحاصرة وتركيب مادّتها (13)، الأمر الذي قد يُعلِّل اختلاف نتائج الدراسات المختلفة. ومن هنا

تُطرح الأسئلة الآتية: هل تحقق الحاصرات ذاتية الربط دائماً نقصاناً مهماً في المقاومة الاحتكاكية مقارنة بالحاصرات ذات الربط التقليدي ؟ وهل يؤثر حجم مقطع السلك التقويمي المستخدم في النتيجة السابقة؟

الهدف من الدراسة:

نظراً إلى النتائج المتفاوتة للدراسات السابقة المقيمة للخواص الاحتكاكية للحاصرات ذاتية الربط لدى مقارنتها بالحاصرات ذات الربط التقليدي؛ فقد هدفت هذه الدراسة إلى دراسة المقاومة الاحتكاكيّة الحركيّة الناتجة عن انزلاق نموذج حديث من حاصرات SS ذاتيّة الربط (Quick brackets) ومقارنتها بتلك الناتجة عن انزلاق حاصرات SS ذات ربط تقليدي (Sprint) وذلك في الوضع الحيادي حيث الزاوية بين السلك وشق الحاصرة تساوي الصفر.

مواد البحث وطرائقه:

1 - عينات البحث:

استخدمت في الدراسة 40 حاصرة ضاحكة أولى علوية من نظام Roth بقياس شق 0.022 انش مصنوعة من الفولاذ اللاصدئ من نموذجين مختلفين .

النموذج الأول : حاصرات (Quick brackets) وهي حاصرات ذاتيّة الربط (إنتاج شركة Forestadent) مصنوعة من الفولاذ اللاصدئ الخالي من النيكل تتميّز بمشبك نابضي أملس يحوّل شق الحاصرة إلى تيوب ويكون حياديّاً مع الأسلاك ذات الأبعاد الأصغر أو تساوي 0.018×0.018 انش أو 0.016×0.022 انش، حيث يسمح بحرية حركة السلك ضمن شق الحاصرة و فعّالاً بصورة متزايدة مع الأسلاك ذات الأبعاد الأكبر، كما تمتلك هذه الحاصرات شقاً ذا حافات مدورة على نحو زائد تسمح بأربع نقاط تماس للسلك مع الشق والمشبك الأملس.

أمّا النموذج الثاني: فهو حاصرات (Sprint) (إنتاج شركة Forestadent) ذات الربط التقليدي حيث استخدِمت كمجموعة شاهدة للمقارنة.

اختبرت الحاصرات السابقة مع 40 سلكاً تقويمياً مضلّعاً مصنوعاً من الفولاذ اللاصدئ نوع Remanium (إنتاج شركة Dentaurum) وكان 20 منها بأبعاد 0.016×0.016 إنش و20 سلكاً بأبعاد 0.017×0.025 إنش

2- الجهاز المستخدم:

استخدم في هذه الدراسة جهاز خاص لقياس قيم المقاومة الاحتكاكية ؛صُمِّمَ بإشراف كلية الهندسة الميكانيكية. يتكون الجهاز من جزء ثابت يشمل المحركات و المحولات الكهربائية يعلوه قاعدة ثُبِّت عليها حساس إلكتروني ذو دقة قياس 0.1 غرام و مدى مقداره ± 500 غرام . يتصل بهذا الحساس كل سلك تقويمي تجرى عليه الاختبارات بواسطة مجموعة من الوصلات التي تنقل اهتزازات الحركة من الجزء المتحرك لجهاز الدراسة و الذي تثبت عليه الحاصرة المدروسة بحيث تنزلق على السلك التقويمي المدروس مسببة فيه اهتزازاً تتعلق شدته بقوى الاحتكاك بين السلك و الحاصرة المدروسين ،و هذا الاهتزاز هو ما يقيسه الحساس.

3- طريقة إجراء الدراسة:

في البداية تمَّ شكلت ثنائيات من الحاصرات والأسلاك المستخدمة في الدراسة تمهيداً لاختبار كل حاصرة من الحاصرات التقليدية وذاتية الربط مع سلك SS 0.016×0.016 إنش ومع سلك SS 0.017×0.025 إنش.

وقبل إجراء الاختبارات تمّ مسحت كل حاصرة وسلك بالكحول الإتيلي تركيز 95% وجففت بالهواء المضغوط لضمان نظافة العينات المستخدمة ،ثمَّ أجريت الاختبارات جميعها في الوضع الجاف (الهواء) بدرجة حرارة الغرفة 25 درجة مئوية . تمَّ ضبط قوة الجر لتعطي قيمة لسرعة انزلاق الحاصرة 40 مم/دقيقة لتسير مسافة 47 مم على طول السلك، وقد تمَّ اختيار هذه السرعة بالاعتماد على دراسة Irland(28) الذي وجد عدم وجود اختلافات مهمة إحصائيّاً في المقاومة الاحتكاكيّة المقاسة باستخدام أي سرعة انزلاق تتراوح بين 0.5 مم إلى 50 مم /دقيقة. تكرَّر إجراء الاختبارات لكل

ثنائيّة حاصرة /سلك 10 مرات تبعاً لطريقة Thomas(11) في إجراء الاختبار، مع استخدام كل حاصرة وسلك في كل اختبار مرّةً واحدةً فقط، وذلك لاستبعاد تأثير الاهتراء في قيم المقاومة الاحتكاكيّة الميقسة. ولهذا كان مجموع الثنائيات المختبرة 40 ثنائية وأُجرِيت الاختبارات على النحو الآتي:

10 اختبارات أجريت على الثنائية (حاصرة Quick brackets، سلك SS 0.016×0.016) .

10 اختبارات أجريت على الثنائية (حاصرة Quick brackets، سلك SS 0.025×0.017).

10 اختبارات أجريت على الثنائية (حاصرة SS تقليدية، سلك SS 0.016×0.016) .

10 اختبارات أجريت على الثنائية(حاصرة SS التقليدية، سلك SS 0.025×0.017).

تمَّ إلصاق الحاصرة في مكانها المخصّص على القرص المتحرك التابع لجهاز القياس بوساطة الراتنج بحيث يشكل شق الحاصرة زاوية 0 درجة مع المحور الطولي للقضيب المعدني الممثل لمحور السلك، وذلك باستخدام سلك ستيل ثخين 0.025×0.017 إنش وخطَّين مرسومين عموديين على محور السلك وذلك للحد من الاختلافات المحتملة في مكان الحاصرة في الاختبارات المختلفة، والتأكد من حيادية شق الحاصرة نسبة إلى السلك في المستويات الثلاثة من الفراغ (إلغاء قيم التزوي والتورك الموجودة في شق كل حاصرة).

ربط السلك بعد إدخاله في شق حاصرة (Sprint) التقليدية بوساطة حلقات الربط المطاطي التي طُبِّقت في مكانها قبل إجراء الاختبار مباشرة وبطريقة نموذجية (standerd) من قبل شخص واحد حيث خُصِّصت دقيقة لوضع الحلقة المطاطيّة في مكانها متبوعة بـ 3 دقائق من الانتظار للسماح بحدوث مقدار متساوٍ من ارتخاء الشد للربط المطاطي لضمان توحيد قوة الربط في الاختبارات جميعها. أمَّا حاصرات (Quick brackets) ذاتية الربط فبعد إدخال السلك ضمن شق الحاصرة يتمُّ إغلاق

المشبك النابضي المسؤول عن تحويل شق الحاصرة إلى تيوب مانعاً السلك التقويمي من الخروج من مكانه المخصص.

في أثناء إجراء الاختبارات يتمُّ انزلاق الحاصرات المختلفة على طول السلك التقويمي المستقيم الذي يبقى ثابتاً ، ويقوم الحساس خلال ذلك بإعطاء قيم المقاومة الاحتكاكية بدقة 0.1 غ لتسُجَّل القراءات بفواصل زمنيّة متساوية، بمعدل أربع قراءات للمقاومة الاحتكاكيّة في كلّ اختبار.

حُسِبت بعد ذلك متوسط القراءات لكل اختبار، ومن ثَمَّ متوسط قيم المقاومة الاحتكاكيّة للاختبارات المتكرِّرة وأجريت الدراسة الإحصائيّة باستخدام برنامج SPSS بإصداره 12، حيث أجري تحليل t- student لإظهار الاختلافات الإحصائية بين المجموعتين المختبرتين مع كل قياس سلكي مستخدم.

النتائج:

تبدو قيم المعدّلات الوسطية للمقاومة الاحتكاكيّة الحركية المقيسة في أثناء اختبارات حاصرات Quick brackets وحاصرات Sprint موضَّحة في الجدول رقم (1) .

وتشير نتائج الدراسة إلى حدوث تناقص واضح في قيم المقاومة الاحتكاكيّة المتولِّدة أثناء انزلاق حاصرات Quick brackets ذاتيّة الربط مقارنة بتلك المقيسة في أثناء انزلاق الحاصرات التقليدية فقد وجدت اختلافات مهمّة إحصائياً بين كلا نموذجي الحاصرات ($p<0.05$) مما يُؤكِّد الدور المهم الذي يمارسه أسلوب الربط في التأثير على المقاومة الاحتكاكيّة ومع ازدياد أبعاد مقطع السلك المستخدم في الاختبارات ارتفعت قيم المقاومة الاحتكاكية بشكل واضح في كلا نموذجي الحاصرات المستخدمة إلا أنَّ الاختلافات المهمة في قيم المقاومة الاحتكاكيّة، المقيسة بين الحاصرات ذاتية الربط والحاصرات التقليدية بقيت موجودة بغضِّ النظر عن أبعاد مقطع السلك التقويمي المستخدم الأمر الذي قد يشير إلى أنَّ ميّزة إنقاص الاحتكاك التي تتمتع بها

الحاصرات ذاتيّة الربط مقارنة بالحاصرات التقليدية لا تتوقف على أبعاد مقطع السلك التقويمي المستخدم.

المناقشة:

أُجريت هذه الدراسة في الوضع الحيادي حيث يشكّل شق الحاصرة في أثناء الانزلاق زاوية مقدارها 0 درجة مع السلك التقويمي المستخدم الذي على عكس الاحتكاك الكلاسيكي المتناسب مع قوة الربط ومعامل الاحتكاك (11) يتحدَّد بالتفاعلات المعقّدة لبعض المتغيرات مثل مرونة السلك وأبعاد الحاصرة(18)، ممّا قد يعقّد المقارنة بين الحاصرات ذاتيّة الربط والحاصرات التقليدية بسبب إدخال متغيّرات جديدة لا تتأثر بطريقة الربط.

تشير نتائج هذه الدراسة إلى أنَّ المقاومة الاحتكاكيّة المتولّدة في أثناء انزلاق حاصرات Quick brackets ذاتية الربط كانت أقل بشكلٍ مهمٍ إحصائيّاً مقارنة بتلك الناشئة عن انزلاق الحاصرات التقليدية، وبغض النظر عن أبعاد مقطع السلك التقويمي المستخدم؛ ممّا قد يؤكد التأثير المهم لنمط الربط في الاحتكاك المتولّد بين الحاصرة والسلك.

يمكن تفسير ذلك من خلال العلاقة الرياضية المعرِّفة للاحتكاك وهي

$FF = FN . \mu$ (5) إذْ FF القوة الاحتكاكية، FN القوة الطبيعية، μ معامل الاحتكاك

فكلما زادت قوة ربط السلك ضمن شق الحاصرة ازداد مقدار القوة الطبيعية العاملة على السلك ومن ثَمَّ ازدادت قيمة المقاومة الاحتكاكية، وفي هذه الدراسة تمَّ ربط السلك ضمن شق الحاصرة التقليدية باستخدام الحلقات المطاطية التي هي: polyurethane based polymers وعلى الرغم من تأكيد الدراسات السابقة خضوع هذه المواد لارتخاء الشد stress relexation (Chang & Sherriff 1991(24)) وانحلال بطيء بالحلمهة مع مرور الوقت(Ash & Nikolai 1978(7)) إلا أنَّ وضع المطاط مباشرة قبل إجراء كل اختبار جعل القوى الاحتكاكيّة مقيسة مع تطبيق القيمة الكبرى للربط

بالحلقات المطاطيّة قبل أن تتغير بالعوامل المذكورة سابقاً؛ مما قد يُفسِّر ارتفاع القيم الاحتكاكيّة المسجلة مع الحاصرات التقليدية مقارنة بالحاصرات ذاتية الربط حتى لدى استخدام السلك 0.017×0.025 إنش، وتحوّل المشبك النابضي للحاصرات ذاتية الربط من الوضع الحيادي إلى الوضع الفعّال، إلا أنَّ قوة ربط المطاط بقيت أكبر من القوة التي يمارسها المشبك على السلك في أثناء انزلاق الحاصرة.

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع معظم الدراسات السابقة مثل دراسة Berger 1990 (8) وHain (18) وKhambay (19) وCacciafesta 2003(6) ودراسة Thomas (7) الذين وجدوا أنَّ الحاصرات ذاتيّة الربط جميعها أحدثت احتكاكاً أقل بشكل مهم مقارنة بالحاصرات التقليدية التي رُبط السلك فيها بوساطة الحلقات المطاطيّة.

كما اتفقنا نوعاً ما مع دراسة Read-Ward 1997 (25) الذي وجد أنَّ الحاصرات ذاتيّة الربط في التزوي 0 درجة ومع الأسلاك ذات القطر الصغير ترافقت باحتكاك أقل بشكل مهم مقارنة بالحاصرات التقليدية لكن مع تزايد حجم السلك وجد أنَّ الاختلاف بين الحاصرات ذاتية الربط والحاصرات التقليدية أصبح أقل أهميّة إحصائياً.

من جهة أخرى اختلفت نتائج دراستنا مع نتائج بعض الدراسات مثل دراسة Berger & Shivapuja 1994(13) الذين أخفقا في إيجاد اختلافات مهمة إحصائياً بين الحاصرات ذاتية الربط والحاصرات التقليدية.وكذلك دراسة Bednar 1991 (20) التي أكّدت أنَّ المقاومة الاحتكاكيّة المرافقة للحاصرات ذاتية الربط كانت مساوية أو أكبر من تلك المرافقة للحاصرات التقليدية المربوطة بالحلقات المطاطية.

وفي عام (2007) استنتج Miles (26) في دراسةٍ سريرية عدم وجود اختلافات مهمّة بين نماذج الحاصرات المختلفة ذاتيّة الربط والتقليديّة في سرعة إنجاز الحركة السنيّة خلال مرحلة الرصف الأوليّة ممّا يشير إلى تكافؤ القوى الاحتكاكيّة المرافقة لها. فكانت نتائجه هذه متوافقة مع نتائج دراساته المخبرية السابقة (27)(28) التي أجراها

على أنواع مختلفة من الحاصرات ذاتية الربط التي أثبتت عدم وجود اختلافات مهمة إحصائيّاً مع الحاصرات التقليدية.

وأخيراً ينبغي التذكّر مثل أي دراسة مخبرية أنَّ هذه الاختبارات المجراة لا تمثل بدقّة الواقع السريري خلال الحركة السنية في الحفرة الفموية حيث تتفاعل مجموعة كبيرة من العوامل المؤثرة في المقاومة الاحتكاكية بصورة معقّدة (الوظائف الفموية المختلفة – اللعاب- الفلورا الفموية ....) ممّا يجعل التمثيل الدقيق لما يحدث سريرياً في أثناء الحركة السنية يشكّل تحدياً واقعياً لأطباء التقويم .

توصي هذه الدراسة بأهمية انتقاء نموذج الحاصرات المناسب للحالة التقويمية والتقنية المتبعة للمعالجة؛ مع ضرورة إجراء البحوث العلمية لكشف الخواص الاحتكاكية لنماذج الحاصرات الحديثة المطروحة تجارياً .

نوع الحاصرة	سلك SS 0.016 ×0.016 إنش		سلك 0.017 ×0.025 إنش	
	المعدل الوسطي	الانحراف المعياري	المعدل الوسطي	الانحراف المعياري
حاصرة Sprint	103.86 غ	2.1	136.4 غ	3.2
حاصرة Quick bracket	60.53 غ	1.6	99.3 غ	2.8

الجدول رقم (1) : قيم المعدّلات الوسطية للمقاومة الاحتكاكيّة الحركية المقيسة في أثناء اختبارات حاصرات Quick brackets وحاصرات Sprint

Rrferences

1- Vaughan JL, Duncanson MG, Nanda RS. Relative Kinetic Fricitonal Forces Between Sintered Stainless Steel Brackets and Orthdontic Wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop1995;107:20-27.
2 - Taylor NG, Keith I. Frictional resistance between orthodontic brackets and archwires in the buccal segments. Angle Orthod 1996;3:215-22.
3- Ireland AJ, Sherriff M, McDonald F. Effect of bracket and wire composition on frictional forces. Eur J Orthod1991;13:322-28.
4- Schumacher HA, Bourauel C.The effect of the ligature on the friction between bracket and arch .JOrofacOrthop/FortschrKieferortho1990;51:106-16. [abst]
5- Frank CA, Nikolai RJ. Acomparative study of frictional resistances between orthodontic brackets and archwire. Am J Orthod 1980;78:593-609.
6- Cacciafesta V, Sfondrini M, Ricciardi A. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. Am J Orthod Dentofacial Orthop2003;124:395-402.
7- Thomas S, Sherriff M. A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. Eur J Orthod 1998;20:589-96.
8- Berger JL. The influence of the SPEED brackets self ligating desine on force levels in tooth movement a comparative in vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop1990;97:219-28.
9- Sims API, Waters NE. A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using two self-ligating brackets and a pre-adjusted bracket employing two types of ligation. Eur J Orthod1993;15:377-85.
10- Sims API, Waters NE. A comparison of the forces required to produce tooth movement ex vivo through 3 types of pre-adjusted bracket when subjected to determined tip or torque values. Br J Orthod1994;21:367-73.
11- Thorstenson GA,Kusy RP. Resistance to sliding of self-ligating brackets versus conventional stainless steel twin brackets with second-order angulation in the dry and wet (saliva) states. Am J Orthod Dentofacial Orthop2001;120:361-70.
12- Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B. Frictional Forces Related to Self-ligating Brackets. Eur J Orthod1998;20:283-91.
13- Shivapuja PK, Berger J. Conventional versus self-ligation. Am J Orthod Dentofacial Orthop1994;106:472-80.
14- Hanson GH. The SPEED system :areport on the development of a new edgewise appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop1980;78:243-265.
15- Damon DH. The Damon low- friction bracket: a biologically compatible straight-wire system. J Clin Orthod1998;32:670-680.
16- Berger J. Self-ligating in the year 2000. J Clin Orthod. 2000;34:74-81.
17- Heiser W. Time: a new orthodontic philosophy. J Clin Orthod1998;32:44-53.
18- Hain M, Rock P. Acomparison of different ligation methods on friction. Am J Orthod Dentofacial Orthop2006;130:666-70.
19- Khambay B, Millett D, McHugh S. Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. Eur J Orthod2004;26(3):327-332.

20- Bednar JR, Gruendeman GW, Sandrik JL.A Comparative Study of Frictional Forces Between Orthodontic Brackets and Arch Wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop1991; 100:513-22.
21- Redlich M, Mayer Y. In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of "reduced-friction" brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124:69-73.
22- Reichender Ca, Gedrange T. Conventionally ligated versus self-ligating metal brackets, comparative study. Eur J orthod 2008;29(4): 359-65.
23- Thorstenson GA. The effect of archwire size and material on the resistance to sliding of self-ligating brackets with second-order angulation in the dry state. Am J Orthod Dentofacial Orthop2002;122:295-305.
24- Chang CH, Sherriff M. Stress relaxation properties of orthodontic elastics. J Dent Research 1991;70:702.
25- Read-Ward G, et al. A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket systems. Br J Orthod1997;24:309-17.
26- Miles PG.Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics.Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007;132:223-25.
27- Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L. A clinical trial of Damon 2 vs.conventional twin brackets during initial alignment. AngleOrthod 2006;76:480-5.
28- Miles PG. Smart Clip versus conventional twin brackets forinitial alignment: is there a difference? Aust Orthod J2005;21:123-7.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق: 2010/1/13.
تاريخ قبوله للنشر:2010/4/25.