An in vitro comparative study to evaluate frictional resistance in sliding mechanics using different types of brackets and arch wires

Dr. Fadi Khalil*
Ahmad hammode **

(Received 3 / 10 / 2023. Accepted 13 / 11 / 2023)

□ ABSTRACT □

Aim: The aim of this study is to evaluate the impact of different types of bracket materials and wires on static friction values, to reach the best bracket/wire combination that achieves desired static friction values .

Materials and Methods : Zweigle F 427 device was used to test the values of static friction of the different study groups. The study used (20) upper right canine MBT brackets with (0.022× 0.028 inch) slot size, distributed as follows ; (10) Mono crystalline Alumina bracket (MCA), and (10) metal brackets made of stainless steel (SS) , and (20) straight wire made of stainless steel with 0.017×0.025 inch dimension, (10) of which are traditional and (10) of which are coated with Teflon.

The study was divided into four groups, each included five pairs;

The first group; (5) stainless steel brackets – (5) stainless steel wire .

The second ;(5) stainless steel brackets – (5) stainless steel wire coated with Teflon .

The third; (5) MCA brackets – (5) stainless steel wire.

The fourth; (5) MCA brackets – (5) stainless steel wire coated with Teflon .

The study used a standardized ligation method for all groups, using 0.009 inch pre-formed steel ligation wire. The brackets were adhered to pre-formed metal rings using Cyano Acrylate Glue Adhesive (Alteco). Each couple was tested only once in order to eliminate any effect of wear.

Results: Significant difference was observed between groups in the static friction values at a 95% confidence norm and P-value < 0.05 . The samples of the second group had the lowest static friction values , followed by the first group , then the fourth group, and finally the third group.

Conclusions: It is recommended to use (ss bracket/Teflon coated ss archwire) combination when low static friction values are needed, and (MCA bracket/ ss archwire) combination when high static friction values are needed .

Key words: stainless steel bracket , monocrystaline alumina bracket , coating , Teflon, static friction.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

***Professor – Faculty of Dentistry – Tishreen University – Lattakia – Syria.**
****Postgraduate Student – Faculty of Dentistry - Tishreen University – Lattakia – Syria.** ahmad.hammode@tishreen.edu.sy

دراسة مخبرية مقارنة لتقييم المقاومة الاحتكاكية في التقنيات الانزلاقية باستخدام أنواع مختلفة من الحاصرات والأسلاك

د. فادي خليل [*]

أحمد حمودي [**]

(تاريخ الإيداع 3 / 10 / 2023. قبل للنشر في 13 / 11 / 2023)

□ ملخّص □

هدف الدراسة : تقييم تأثير اختلاف نوع مادة الحاصرة و السلك المستخدم على قيم الاحتكاك السكوني، للوصول إلى أفضل ثنائية حاصرة/سلك تحقق قيم احتكاك سكوني مرغوبة .

المواد والطرق: تم استخدام جهاز (Zweigle F 427) لاختبار قيم الاحتكاك السكوني لمجموعات الدراسة المختلفة. استخدمت الدراسة (20) حاصرة ناب علوي أيمن وفق نظام MBT قياس الشق (0.028–inch × 0.022) توزعت كالتالي: (10) حاصرة خزفية أحادية البلورة (MCA) و (10) حاصرة معدنية مصنوعة من الستانلس ستيل (SS)، و(20) سلك معدني مستقيم قياس 0.025–inch × 0.017 مصنوع من الستانلس ستيل (10) منها تقليدي و (10) مغطى بالتفلون .

قُسمت الدراسة إلى أربع مجموعات وكل مجموعة تضم خمس ثنائيات :

المجموعة الأولى : (5) حاصرة معدنية ss و (5) سلك معدني ss .

المجموعة الثانية : (5) حاصرة معدنية ss و (5) سلك معدني ss مغطى بالتفلون .

المجموعة الثالثة : (5) حاصرة خزفية أحادية البلورة MCA و (5) سلك معدني ss .

المجموعة الرابعة : (5) حاصرة خزفية أحادية البلورة MCA و (5) سلك معدني ss مغطى بالتفلون.

استخدمت الدراسة طريقة ربط موحدة لكل المجموعات باستخدام أسلاك ربط فولاذية مسبقة التشكيل قياس (0.009inch). تم إلصاق الحاصرات على حلقات معدنية مسبقة التشكيل باستخدام Cyano Acrylate Glue Adhesive (Alteco) ، تم اختبار كل ثنائية مرة واحدة فقط من أجل إزالة أي تأثير للاهتراء.

النتائج: لُوحِظَ عند مستوى الثقة 95% وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات المدروسة من حيث قيم الاحتكاك السكوني. عينات المجموعة الثانية كان لها القيم الأقل بالاحتكاك السكوني ، تليها المجموعة الأولى ومن ثم المجموعة الرابعة وأخيرا المجموعة الثالثة.

الاستنتاجات: ينصح باستخدام الثنائية (حاصرة ss _ سلك ss مغطى بالتفلون) عند الحاجة لقيم احتكاك سكوني منخفضة والثنائية (حاصرة MCA _ سلك ss)عند الحاجة لقيم احتكاك سكوني عالية

الكلمات المفتاحية: حاصرة ستانلس ستيل ، حاصرة خزف أحادي البلورة ، التغليف ، تفلون ، احتكاك سكوني .

حقوق النشر :مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

[*] **أستاذ – قسم تقويم الأسنان والفكين – كلية طب الأسنان – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية**

[**] **طالب ماجستير – قسم تقويم الأسنان والفكين – كلية طب الأسنان – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية**

Ahmad.hammode@tishreen.edu.sy

مقدمة :

اكتسبت المعالجة التقويمية بالجهاز الثابت باستخدام تقنية السلك المستقيم شعبية واسعة وذلك بسبب مزاياها التي تتضمن اختصار زمن المعالجة وتأمين راحة أكبر للمريض وتحكم أفضل بموقع السن بالمستويات الثلاث .{1}

تعتمد تقنية السلك المستقيم على ميكانيكا الانزلاق، التي تلعب بها المقاومة الانزلاقية دورا أساسيا ووفقا لبعض العلماء فإن فقدان القوة الناجم عن الاحتكاك يتراوح بين (74–12) بالمئة من القوة وهذا ما يسبب إعاقة للحركة السنية أو حتى توقفها {2}، لذلك تمت دراسة أهمية الاحتكاك في الأدب الطبي بشكل واسع إذ أن هناك اعتقاد شائع أن الاحتكاك الزائد يرهق الدعم ويؤدي لفقدانه {3}. يمكن ان يؤدي استخدام قوى شديدة إلى تعزيز حدوث امتصاص بجذور الأسنان وإعاقة عملية إعادة تجدد العظم مما يسبب بطئ الحركة أو إيقافها.{4}

تتألف مقاومة الانزلاق من ثلاث مركبات: الاحتكاك،الانحناء،والتثلّم، والاحتكاك (Friction): هو القوة التي تعيق أو تقاوم الحركة بين جسمين صلبين بحالة تماس مع بعضهما، تتحدد قوة الاحتكاك بما يعرف باسم (معامل احتكاك المادة μ) وهو ثابت ويختلف من مادة لأخرى، وبالقوة الناظمة (Normal Force) وهي القوة التي تضغط السطحين المتحركين على بعضهما. يكون معامل الاحتكاك المرتفع (الاحتكاك المرتفع) مطلوبا بالحالات التي تتطلب دعم اكبر بينما في حالات الإرجاع وإغلاق المسافات يكون معامل الاحتكاك المنخفض (الاحتكاك المنخفض) مرغوبا. {5}

للاحتكاك نوعان: الاحتكاك السكوني (static friction): وهو أصغر قوة مطلوبة لبدء حركة السطوح المنزلقة على بعضها ، والاحتكاك الحركي: وهو القوة التي تحافظ على حركة الانزلاق جسم صلب على آخر بسرعة ثابتة. وتكون قيمة الاحتكاك السكوني ذات أهمية أكبر من قيمة الاحتكاك الحركي، وذلك لأن الحركة السنية التقويمية لا تشبه النموذج التقليدي لانزلاق جسم على آخر فهي ليست مستمرة إنما تحدث ضمن سلسلة من الخطوات القصيرة جدّاً، وبالتالي نحن بحاجة للتغلب على الاحتكاك السكوني في كل مرة يتحرك فيها السن بمقدار ضئيل. {6}

- ❖ طبيعة الاحتكاك في التقويم متعددة العوامل مشتقة من العديد من العوامل الميكانيكية والحيوية .

تقنياً ، يدعى التماس بين الحاصرة والسلك ب (tri–biological system) الذي يتألف بدوره من جسمين متماسين بالإضافة للبيئة التي يحصل بها التماس بين هذين الجسمين (السوائل الوسيطة).

- ❖ وبذلك يتم التحكم بالسلوك الإنزلاقي للثنائية (حاصرة–سلك) عن طريق الاحتكاك بينهما والذي يتأثر بدوره بالعديد من العوامل مثل :
  - ❑ هندسة وقياس شق الحاصرة وتصميه.
  - ❑ قياس وشكل وتركيب مادة السلك والحاصرة وخواصهما الفيزيائية.
  - ❑ طريقة ربط الحاصرة بالسلك بالإضافة للتزوي والتورك بين الحاصرة والقوس السلكية.
  - ❑ شكل وحالة السطح ومقدار القساوة لكل من الحاصرة والسلك.
  - ❑ بعض العوامل داخل فموية مثل اللعاب بحد ذاته بالإضافة لتأثير الوظائف الفموية. {7}

بما أنه من الناحية العملية يعتبر من المستحيل تطوير نظام خالي من الاحتكاك، فإنه من الأفضل التحكم بالاحتكاك والسيطرة عليه بدلا من محاولة إلغائه. {8}

مع مرور الوقت تطورت اهتمامات المرضى بالحصول على الناحية التجميلية ليس فقط عند نهاية العلاج التقويمي فحسب بل خلاله، هذا الاهتمام المتزايد دفع الشركات المصنعة لطرح حاصرات وأسلاك تجميلية وحاولت هذه الشركات الموازنة بين المتطلبات التجميلية من جهة و تحسين الخواص الميكانيكية من جهة أخرى. {9}

حيث يعتبر ظهور الحاصرات البلاستيكية في سبعينيات القرن الماضي الخطوة الأولى لظهور الحاصرات التجميلية إلا انه سرعان ما ظهرت عيوب هذه الحاصرات مثل تغير اللون والرائحة الكريهة وتشوه شق الحاصرة وتكسر أجنحتها والتي تغلبت بالواقع على الخصائص التجميلية لتلك الحاصرات. {10}

في عام 1980 شهد مجال تقويم الأسنان ظهور أول نظام حاصرات مصنوع من الخزف وتوفر ضمن نموذجين إما ثنائي البلورة (حاصرات خزفية ذات بنية بلورية متعددة وهي النموذج الأسهل تصنيعاً) أو أحادي البلورة (حاصرات خزفية وحيدة البنية البلورية وتتميز بصفائها وميلها للشفوفية)، تمتعت الحاصرات الخزفية بثبات لوني وتحمل اكبر للقوى على عكس الحاصرات البلاستيكية. {11}

قدمت الحاصرات الخزفية بديل مقبول تجميلياً للحاصرات المعدنية، إلا أن استخدامها بقي محدود بسبب عدة عوامل منها سهولة الانكسار، تسبب كشط لطبقة الميناء، والأهم أن لديها معامل احتكاك مرتفع يزيد من مقاومة احتكاك هذه الحاصرات حسب العديد من الدراسات. {12}

بالتزامن مع تطور الحاصرات التجميلية ظهرت أيضاً الأسلاك التجميلية، إذ تم طرح الأسلاك التقويمية المغلَّفة بمواد مختلفة لتحسين النواحي التجميلية والميكانيكية، وقد أعطت هذه الأسلاك مظهرا جماليا أكثر قبولا من قبل المرضى حيث تم إعطاؤها لون يتوافق مع لون السن والحاصرات الخزفية. {13}

وحسب بعض الدراسات، فإن تغليف السلك أو تغطية سطحه بمواد مختلفة له تأثير على السلوك الاحتكاكي للسلك إذ تبين أنه ينقص الاحتكاك الحاصل بين الحاصرة والسلك. {14}

الأسلاك المعدنية المغطاة بمادة تجميلية تتضمن: أسلاك النيكل تيتانيوم و الستانلس ستيل والتي يتم تغطيتها ببوليمير أو مادة غير عضوية مثل التفلون (بولي تيترا فلورو ايتيلين) أو الإيبوكسي ريزين لإنتاج أسلاك تجميلية يحاكي لونها لون السن الطبيعي. {15}

وقد تم الحديث عن التفلون في الأدب الطبي كواحد من أكثر المواد استخداما لتغليف الأسلاك التقويمية. {16}

تعتبر تقنية زرع الشوارد والتغطية بالتفلون أكثر التقنيات شيوعا من اجل تحسين خواص السطح للأسلاك. {17}

من وجهة نظر تقويم الأسنان يعتبر التفلون مادة تجميلية ومضادة للالتصاق ذات خمول كيميائي ممتاز وثبات ميكانيكي جيد وهذا ما ينقص من خشونة سطح الأسلاك مما يجعلها تملك سطح انعم وذو خاصية انزلاق أسهل للحاصرة على طول السلك. {17}

هناك بعض الجدل في الدراسات التي أجريت حول تأثير هذا التغليف على قيم الاحتكاك، فبعض الدراسات وجدت أن إضافة التفلون ينقص من المقاومة الاحتكاكية {18} {19} {20} {21}، والبعض الآخر وجد زيادة بقيم المقاومة الاحتكاكية.{22} { 23} {24} {25} {26}.

وعندما تم إدخال الأسلاك التجميلية بالممارسة السريرية في السنوات الأخيرة في مجال تقويم الأسنان كان لا بد من إجراء دارسة لتقييم السلوك الاحتكاكي لكل من الأسلاك والحاصرات التجميلية ومقارنتها بالمعدنية ، لاسيما أن عدد الدراسات التي تحدثت عن الخواص الميكانيكية لتلك الأسلاك التجميلية كان قليلاً. { 27 }

الدراسة الحالية تم إجراؤها لتقييم الخواص الاحتكاكية للحاصرات الخزفية وحيدة البلورة و لأسلاك الستانلس ستيل التجميلية المغلفة بالتفلون ومقارنتها بالحاصرات والأسلاك المعدنية المصنوعة من الستانلس ستيل..

أهمية البحث وأهدافه

يهدف هذا البحث إلى :

1- دراسة تأثير اختلاف نوع مادة الحاصرة المستخدم على قيم الاحتكاك السكوني

2- المقارنة بين أسلاك الستانلس ستيل التقليدية والتجميلية المغطاة بالتفلون من حيث قدرتها على إنقاص قيم الاحتكاك السكوني عند استخدامها مع حاصرات مصنوعة من مواد مختلفة.

طرائق البحث ومواده

تصميم البحث (Research Design) : دراسة تجريبية مخبرية مقارنة لدراسة فيم الاحتكاك السكوني لأربع مجموعات مختلفة ، كل مجموعة تضم خمس ثنائيات (حاصرة/سلك) مختلفة، باستخدام جهاز قياس الشد الموجود في معمل النسيج في محافظة اللاذقية (Zweigle F 427).

عيّنة البحث (Research Sample) : تكوَّنت عينة البحث من (20) حاصرة ناب علوي أيمن وفق نظام MBT أبعاد الشق (0.028 inch ×0.022) الشكل (1)، توزعت كالتالي :(10) حاصرة خزفية أحادية البلورة (MCA) (GLOSS,Sapphire Brackets, Orthosmiles) و (10) حاصرة معدنية مصنوعة من الستانلس ستيل (SS) (T-series Brackets, Orthosmiles) الشكل (1)، و (20) سلك معدني مستقيم قياس 0.025-inch × 0.017 توزعت كالتالي: (10) أسلاك تقليدية و (10) أسلاك مغطاة بالتفلون.

تم اختيار حاصرة الناب أسوةً بمعظم الدراسات السابقة نظراً لأن الناب هو أكثر الأسنان عرضةً لتطبيق التقنية الانزلاقية بعد إقرار خطة العلاج التي تتضمن قلع الضواحك الأولى. { 28 }

بعد أن تم تحديد حجم العينة لهذا البحث بالاعتماد على برنامج G power (الإصدار 3.1.2) عند مستوى ثقة 95% و كانت قوة المعاينة المرغوب بها 95% ، قُسِّمَت العينة بالتساوي إلى أربع مجموعات وفق ما يلي :

المجموعة الأولى : (5) حاصرة معدنية ss و (5) سلك معدني ss .

المجموعة الثانية : (5) حاصرة معدنية ss و (5) سلك معدني ss مغطى بالتفلون .

المجموعة الثالثة : (5) حاصرة خزفية أحادية البلورة MCA و (5) سلك معدني ss .

المجموعة الرابعة : (5) حاصرة خزفية أحادية البلورة MCA و (5) سلك معدني ss مغطى بالتفلون.

تم استخدام عشرين سلك ربط مسبق التشكيل مصنوع من الستانلس ستيل قياس 0.009-inch.

الشكل (1) على اليمين الحاصرة المصنوعة من الستانلس ستيل وعلى اليسار الحاصرة الخزفية وحيدة البلورة

طريقة التجربة :

أجريت الاختبارات بتتالي عشوائي للثنائيات (حاصرة / سلك) للحد من تأثير الخطأ التجريبي (Experimental Error) على نتائج الاختبار (دراسة Michelberger 2000) {29}، وتحت ظروف موحدة في الوضع الجاف (الهواء) وبدرجة حرارة الغرفة، باستخدام جهاز (Zweigle F 427) ارتفاع الجهاز (1585mm) ووزنه (60 kg) وهو يحتوي على ذراعين علوي متحرك وسفلي ثابت وهو موصول إلى حاسوب مزوَّد ببرنامج خاص بمعايرة الجهاز وقراءة النتائج. الشكل (2)

تم تثبيت كل حاصرة على حلقة معدنية قطرها الخارجي 28mm بواسطة Cyano Acrylate Glue Adhesive (Alteco) حيث تم حمل الحاصرات من علبتها الأصلية باستخدام ملقط حامل للحاصرات Bracket mounting apparatus (RMO) وإلصاق كل حاصرة في مكانها المخصص على الحلقة المعدنية السفلية بحيث تضبط الزاوية بين الحاصرة والسلك على الزاوية (0 درجة) أي أن الإلصاق تم بحيث يمر كل سلك تقويمي مدروس من المحور الطولي لشق الحاصرة التي ستشكل معه ثنائية بشكل حيادي تماماً وللحد من الاختلافات المحتملة في مكان الحاصرة في الاختبارات المختلفة ومنع تشكل زاوية بين الحاصرة والسلك تم الإلصاق بمساعدة سلك تقويمي ثخين قياس (0.021×0.028–inch) يدخل ضمن شق الحاصرة، وبرسم علامات مساعدة على الحلقة التي ستلصق عليها الحاصرة مع السيطرة على الحلقة وتثبيتها بعد التأكد من توازي محور السلك مع شق الحاصرة وقطر الحلقة المعدنية وبعد إلصاق الحاصرة قمنا بإزالة السلك. الشكل (3)

بالنسبة للأسلاك المختبرة قمنا بقطع كل سلك بطول (5cm) واستخدامه لتشكيل ثنائية مع الحاصرة المستخدمة ويتم إدخاله بشق الحاصرة الملصقة على الحلقة العلوية وتثبيته عن طريق حقن الكومبوزيت السيال ومن ثم ثنيه بزاوية قائمة ليدخل ضمن ميزاب مصنوع بالحلقة العلوية.

وبالنسبة لطريقة الربط تم إتباع طريقة كل من Khambay و Bazakidou {30} {31} حيث يتم مسك سلك الربط مسبق التشكيل من رأس العروة باستخدام حامل إبر من نموذج Mathieu إنتاج شركة (ios)، بعد ذلك يعلق سلك الربط في مكانه تحت أجنحة الحاصرة مشدودا وجاهزا للربط وبوضع أفقي وموازي للسلك التقويمي ليتم فتله بمقدار (10) لفات كاملة، من أجل توحيد القوة الناظمة على جميع ثنائيات العينة كونها تأثر بشكل مباشر على قيم الاحتكاك السكوني.

بعد تثبيت كل ثنائية يتم تشغيل الجهاز بحيث يتحرك الذراع العلوي (Crosshead) بمقدار (0.5mm/min) وقد تم اختيار هذه السرعة بناء على دراسة سابقة ل (Ireland) أشرات انه لا يوجد فروق جوهرية في النتائج عندما تكون السرعة من (0.05) إلى (50 mm per mim).

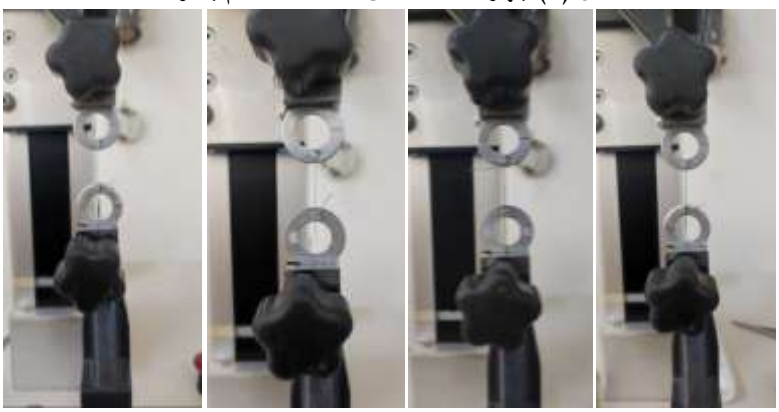
وبعد كل اختبار تزال الحاصرة والسلك المختبرين ويتم تثبيت حاصرة مع سلك اختبار جديد في الجهاز ويعاد ضبط الجهاز ليبدأ اختبار جديد .....وهكذا دواليك.

بعد تبويب نتائج الاختبارات أجريت الدراسة الإحصائية باستخدام برنامج SPSS حسب المخطط التالي:

1-من اجل مقارنة قوى الاحتكاك السكوني الناتجة عن أنواع مختلفة لمادة الحاصرة اجري اختبار t-student لإظهار الاختلافات الإحصائية.

2-من اجل مقارنة قوى الاحتكاك السكوني الناتجة عن اختلاف طبيعة سطح مادة السلك تم إجراء اختبار t-student لإظهار الاختلافات الإحصائية.

الشكل (2) جهاز Zweigle F 427 المستخدم بالدراسة



الشكل (3) الحاصرات والأسلاك المثبَّتة على الحلقات المستخدمة عند اختبارها بواسطة الجهاز

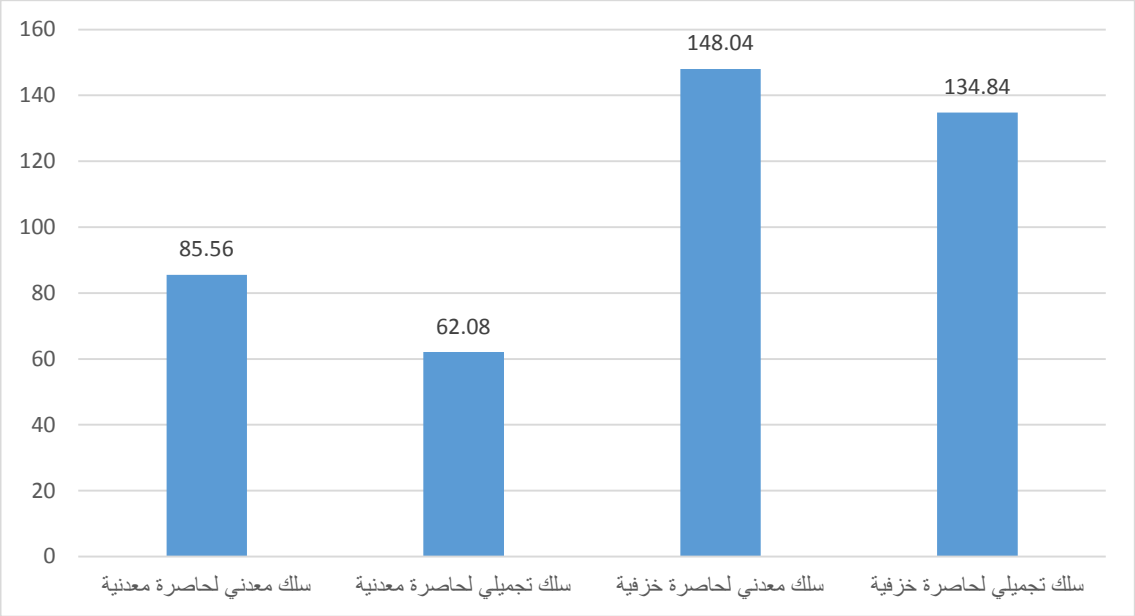
النتائج والمناقشة

النتائج :

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن قيم الاحتكاك السكوني للثنائية (حاصرة SS/سلك SS مغطى بالتفلون) كانت الأخفض بين الثنائيات المختبرة (جدول رقم 1)

جدول(1) يوضح قيم الإحصاء الوصفي لمجموعات الاختبار قيد التجربة						
المجموعة	المجموعة المقاسة	القيمة العليا (CN)	القيمة الدنيا (CN)	المتوسط	الانحراف المعياري	عدد العينات
سلك معدني لحاصرة معدنية	زاوية 0	90.10	80.30	85.5600	3.64938	5
سلك تجميلي لحاصرة معدنية	زاوية 0	67.50	58.10	62.0800	4.15596	5
سلك معدني لحاصرة خزفية	زاوية 0	153.30	144.20	148.0400	3.93611	5
سلك تجميلي لحاصرة خزفية	زاوية 0	137.40	130.60	134.8400	2.61782	5

وكانت متوسطات قيم الاحتكاك السكوني للثنائيات المختلفة متباينة فيما بينها (شكل رقم 4).



شكل رقم (4) يوضح متوسط قوى الاحتكاك السكوني للمجموعات عند الزاوية 0

من أجل معرفة دلالة الفروق تم إجراء اختبار Independent Sample T test للعينات التي حققت شرط التوزع الطبيعي، ويوضح الجدول 2 قيم الاختبار:

جدول 2 يوضح قيم اختبار independent Sample T test للمجموعات عند الزاوية صفر						
المجموعة	independent Samples Test				Levene's Test	
	قيمة T	درجات الحرية	فرق المتوسط	Sig.	F	Sig.
سلك معدني لحاصرة معدنية بالمقارنة مع سلك تجميلي لحاصرة معدنية	9.493	8	23.48000	0.000	0.473	0.511
سلك معدني لحاصرة معدنية بالمقارنة مع سلك معدني لحاصرة خزفية	−26.028	8	−62.48000	0.000	0.095	0.766
سلك معدني لحاصرة معدنية بالمقارنة مع سلك تجميلي لحاصرة خزفية	−24.535	8	−49.28000	0.000	0.396	0.547
سلك تجميلي لحاصرة معدنية بالمقارنة مع سلك معدني لحاصرة خزفية	−33.580	8	−85.96000	0.000	0.134	0.724
سلك تجميلي لحاصرة معدنية بالمقارنة مع سلك تجميلي لحاصرة خزفية	−33.124	8	−72.76000	0.000	2.577	0.147
سلك معدني لحاصرة خزفية بالمقارنة مع سلك تجميلي لحاصرة خزفية	6.244	8	13.20000	0.000	1.047	0.336

يلاحظ من الجدول أن قيمة الاختبار قد بلغت 0.000 وهي أقل من مستوى الدلالة 0.05 ، مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين مجموعات الثنائيات المختبرة عند مستوى الثقة 95%.

المناقشة :

ان تكييف القوى التقويمية مع المتطلبات السريرية يعزز من الاستجابة المثلى للأنسجة وحركة الأسنان الفعالة، وخلال الميكانيكا التي تتضمن تحرك الحاصرة على طول السلك أو السلك عبر الحاصرة فان القوة الاحتكاكية التي تنشأ يمكن ان تمنع وصول مستوى القوة المثالي للنسج المحيطة بالسن، لذلك فان الفهم الدقيق للعوامل التي تؤثر على المقاومة الاحتكاكية يعتبر أمر هام يستطيع من خلاله الأخصائي أن يعدِّل من شدة القوة للوصول إلى مستوى مثالي يؤمن حركة مثالية للأسنان . { 32 }.

تم في هذه الدراسة دراسة تأثير اختلاف نوع مادة الحاصرة والسلك على المقاومة الاحتكاكية السكونية إذ أنها تتأثر بالغالب بهذه العوامل { 33 }، وقد تم استخدام حاصرات خزفية أحادية البلورة بدلا من متعددة البلورات لأنها تولد احتكاك أقل { 34 } { 35 } ، ومقارنتها مع الحاصرات المعدنية المصنوعة من الستانلس ستيل كونها تعتبر المعيار الذهبي.{ 36 }.

كما تم استخدام نوعين من أسلاك الستانلس ستيل المستقيمة قياس 0.025–inch × 0.017 ، النوع الأول تقليدي والثاني مغطى بالتفلون بدلا من أسلاك النيكل تيتانيوم لأنها تولد قوى احتكاك اقل عند استخدام التقنيات

الانزلاقية { 37}، كما تعتبر الأسلاك التجميلية من الأنواع المرغوبة بشكل كبير لتتشارك مع الحاصرات التجميلية بتامين الناحية الجمالية.{38 }.

أظهرت الحاصرات الخزفية قيم احتكاك سكوني أعلى بشكل هام إحصائيا بالمقارنة مع الحاصرة المعدنية، التفسير المحتمل يعزى لمعامل الاحتكاك المرتفع بالمقارنة مع الحاصرة المعدنية وذلك بسبب زيادة خشونة السطح والقساوة والصلابة ومسامية سطح المادة إضافة إلى ان عملية التصنيع والإنهاء والتلميع تكون أصعب وهذا قد يفسر وجود السطح الحبيبي لحاصرة الخزف ، وهذا ما أثبتته العديد من الدراسات التي استخدمت المجهر الالكتروني. { 39 } {40 }

ويمكن تفسير ذلك من خلال الأخذ بعين الاعتبار الاختلاف بين منطقة التماس الظاهرة والحقيقية بين سطحين وقد اظهر كل من F.Phillip Bowden و David Tapor ان منطقة التماس الحقيقية في المستوى المجهري عبارة عن جزء صغير جدا من المنطقة الظاهرة تزداد هذه المنطقة الفعلية من التماس الناتجة عن ما يسمى بالنتوءات بزيادة الضغط وهي تشرح التناسب بين ما يعرف باسم القوة الناظمة وقوة الاحتكاك وتعرف المنطقة الفعلية بأنها منطقة المجموع من التماسات بين السطوح غير المنتظمة مجهريا (الخشونات والنتوءات) لكلا السطحين والتي يجب على القوة المطبقة ان تتمكم من كسر التداخلات بينها من اجل ان يبدأ الانزلاق. { 41 }

تتوافق النتائج التي تم الحصول عليها في بحثنا مع نتائج الدراسات الأخرى مما يدل على ان نوع المادة وعلى وجه الخصوص خصائص سطحها له تأثير كبير على تنوع قيم الاحتكاك السكوني. { 42 } { 43 }

في هذا السياق هناك اتفاق شبه جماعي أن الحاصرات المصنوعة من الستانلس ستيل تسبب قوى احتكاك سكوني اقل من الحاصرات الخزفية. هذه النتائج يمكن أن تعزى للخصائص الميكانيكية للحاصرات المعدنية التي تسمح بإنهاء أفضل مع خشونة سطح منخفضة لشق الحاصرة. { 44} { 45}

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن وجود التفلون كمادة مغطية للسلك ينقص من قيم الاحتكاك السكوني بشكل هام إحصائيا بغض النظر عن نوع الحاصرة المستخدم وهذا يتفق مع Rafiuddin S and Abraham R 2014. {46}.

التفسير المحتمل هز أن الخواص الاحتكاكية للأسلاك التجميلية تعتمد بشكل كبير على خشونة السطح حسب Choi et all 2015 , Rudge 2015 { 47} { 48}، إذ أن تغطية السلك بمادة التفلون يحسن من الخواص الميكانيكية للسلك ويقلل من المقاومة الاحتكاكية السكونية وذلك لأنه يزيد من نعومة السطح وهذا ما تم إثباته باستخدام المجهر الالكتروني، كما أنه يقلل من معامل الاحتكاك للمادة وهذا من شانه ان يحسن من انزلاق السلك عبر شق الحاصرة. {17} {20 } {49}.

اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج الباحث Mostafa Shahabi عام (2017) حيث وجد أن الأسلاك التجميلية المغطاة بالتفلون تسبب زيادة بقيم المقاومة الاحتكاكية عند استخدامها بالمشاركة مع الحاصرات الخزفية المقواة بالسيليكا والحاصرات المعدنية المصنوعة من الستانلس وقد يعزى هذا الاختلاف في النتائج إلى الاختلاف بتصميم الدراسة وطريقة إجراء البحث ، كما أن الشركات المصنعة للأسلاك التجميلية تختلف عن بعضها بالمواد المستخدمة لتغليف تلك الأسلاك وبثخانة الطبقة المغلفة وبطريقة تطبيقها مما يؤثر على خواصها الميكانيكية حسب Aksakalli and Malkoe 2013 {50}.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات :

1- تعطي الحاصرة الخزفية وحيدة البلورة قوى احتكاك سكوني أعلى من الحاصرة المعدنية المصنوعة من الستانلس ستيل عند مشاركتها مع أسلاك الستانلس ستيل المضلعة .

2- استخدام التفلون كمادة مغطية للأسلاك يساهم في تحسين الخواص التجميلية و الاحتكاكية لتلك الأسلاك عند استخدامها مع الحاصرات المعدنية والخزفية أحادية البلورة على حدٍّ سواء.

Reference

1- Maria-Angelica Bencze 1,* , Adriana Vasilache 1 , Elina Teodorescu 1 , Cristina-Crengut,a Albu 2,*, Nicoleta Olivia Popoviciu 1 and Ecaterina Ionescu 1 . Reducing Friction in Orthodontic Brackets: A Matter of Material or Type of Ligation Selection? In-Vitro Comparative Study Anca-Oana Dragomirescu 1, Materials 2022, 15, 2640.

2-. Natt, A.S.; Sekhon, A.K.; Munjal, S.; Duggal, R.; Holla, A.; Gupta, P.; Gandhi, P.; Sarin, S. A comparative evaluation of static frictional resistance using various methods of ligation at different time intervals: An in vitro study. Int. J. Dent. 2015, 407361.

3-Tarek El-Bialy1,2,4 · Ahmad Alobeid2, Comparison of force loss due to friction of different wire sizes and materials. Cornelius Dirk2 2018

4- Li, Y.; Jacox, L.A.; Little, S.H.; Ko, C.C. Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. Kaohsiung J. Med. Sci. 2018, 34, 207–214.

5 – المنجد، خليل، قبلان.دراسة مقارنة لقوى الاحتكاك السكوني الناتجة عن أربعة أنواع مختلفة من طرق الربط خلال مرحلة الرصف والتسوية . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدارسات العلمية ، سلسلة العلوم الصحية، العدد (1) المجلد.(35) 2013 .

6- Charles J. Burstone, Kwangchul Choy. The Biomechanical Foundation of Clinical Orthodontics. 2015,453-476.

7- Haoyan LI*, Thomas STOCKER Effect of different media on frictional forces between tribological systems made from self-ligating brackets in combination with different stainless steel wire dimensions , Dental Materials Journal 2021; 40(5): 1250–1256

8- Jakob SR, Matheus D, Jimenez-Pellegrin MC, Turssi CP, Amaral FL: Comparative study of friction between metallic and conventional interactive self-ligating brackets in different alignment conditions. Dental Press J Orthod. 2014, 19:82-9. 10.1590/2176-9451.19.3.082-089.oar

9- Nigel, H. Self-ligating brackets increase treatment efficiency. Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop. 2013, 143, 10–18.

10- Kusy RP, Whitley JQ: Frictional resistances of metal-lined ceramic brackets versus conventional stainless steel brackets and development of 3-D friction maps. Angle Orthod. 2001, 71:364-74. 10.1043/0003- 3219(2001)0712.0.CO;2

11- Jena AK, Duggal R, Mehrotra A: Physical properties and clinical characteristics of ceramic brackets: a comprehensive review. Trends Biomater Artif Organs. 2007, 20:101

12- Ghafari J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. Angle Orthod 1992; 62(2):145-52. (IVSL).

13- Doshi U, Bhad Patil W. Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:74-9.

14- Mendes K, Rossouw P. Friction: validation of manufacturer's claim. Semin Orthod. 2003, 9: 236-50
15-Jabbari,Y.S., Fehrman, J., Barnes, A.C., Zapf, A.M. Zinelis,S.2012. Titanium nitride and nitrogen ion implanted coated dental materials. Coatings,2(3),160-178.
16- De Franco, D.J.; Spiller, R.E., Jr.; von Fraunhofer, J.A. Frictional resistances using Teflon-coated ligatures with various bracket-archwire combinations. Angle Orthod. 1995, 65, 63–72.
17- Mousavi SM, Shamohammadi M, Rastegaar Z, Skini M, Rakhshan V: Effect of esthetic coating on surface roughness of orthodontic archwires. Int Orthod. 2017, 15:312-21. 10.1016/j.ortho.2017.06.019.
18- Farah Gh. Agha, B.D.S. Frictional resistance of aesthetic brackets. (J Bagh Coll Dentistry 2014; 26(3):118-121)
19- Cha JY, Kim KS, Hwang CJ: Friction of conventional and silica-insert ceramic brackets in various bracketwire combinations. Angle Orthod. 2007,
20-. Bacela J, Labowska MB, Detyna J, Ziety A and Michalak I. Functional coatings for Orthodontic Arch-wires. Mat. And biomed. Engineering, Faculty of Mech. Eng., Wroclaw Univ. of science and tech. 2020;13:20-26.
21- Reem Mohamed Helmy Nouman Saleh1 , Walaa Elsayed Mohamed El Gemaey2 & Ahmed Abdel Fattah Ramadan3. EFFECT OF ARCH-WIRE COATING ON FRICTION OF CERAMIC BRACKETS LABORATORY STUDY .Official Dental Journal Of Suez Canal University. DSU — Vol. 3, No. 1, April (2022) — PP. 25:31
22- Mostafa Shahabi1 , Soheil Salari2 , Maryam Poosti3 , Mostafa Abtahi4 .Static and kinetic frictional forces of silica-insert ceramic brackets with coated archwires in artificial saliva. Dental Research Journal. / Volume 14 / Issue 6 / November-December 2017
23- Alavi, S . Hosseini,N.2012. Load-deflection and surface properties of coated and conventional superelastic orthodontic arch wires in conventional and metalinsert ceramic brackets. Dent Res J (Isfahan),9(2),133-138.
24-Brandley,T.G.,Berzins,D.W,.Valeri,N.,Pruszynski,J.,Eliades,T.KatsarosC.2014. An investigation into the mechanical and aesthetic properties of new generation coated nickel-titanium wires in the as-received state and after clinical use. Eur J Orthod ,36(3),290-296.
25- Elayyan, F., Silikas, N. Bearn, D.2008. Ex vivo surface and mechanical properties of coated orthodontic archwires. Eur J Orthod , 30, 661-7.
26- Pop, S,I., Dudescu, M., Bratu,D.C., Merie, V.V. Pacurar,M., 2015. Effect of Esthetic Coating on the Load Deflection and Surface Characteristics of the NiTi Orthodotic Archwires. REV.CHIM,66(3),364-67.
27- Tang,YC., Peh,XL., Zakaria,NN.Radzi,Z.2017. Mechanical and surface properties of initial and working aesthetic orthodontic archwires. ADUM, University of Malaya,23 (1),1-12.
28- MANTEL, A. R. Friction Testing of a New Ligature. A Thesis Submitted to the Faculty of the Graduate School, Marquette University, in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science, 2011, 50-70.
29- Michelberger D, Eadie L, Faulkner M. The friction and wear patterns of orthodontic brackets and archwires in the dry state. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;118(6);662-674.
30- Khambay B, Millett D, Mchugh S. Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. Eur J Orthod 2004; 26(3);327-332.

31- Bazakidou E, Nanda R, et al. Evaluation of frictional resistance in aesthetic brackets. Am J Orthod 1997;112;138-144.
32- Cacciafesta, V.; Sfondrini, M.F.; Scribante, A.; Klersy, C.; Auricchio, F. Evaluation of friction of conventional and metal-insert ceramic brackets in various bracket-archwire combinations. Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop. 2003, 124, 403–409.
33- Bhat K R, Ahmed N, Joseph R, et al. (April 15, 2022) Comparative Evaluation of Frictional Resistance Between Different Types of Ceramic Brackets and Stainless Steel Brackets With Teflon-Coated Stainless Steel and Stainless Steel Archwires: An In-Vitro Study. Cureus 14(4): e24161. DOI 10.7759/cureus.24161
34- Arash V, Rabiee M, Rakhshan V, Khorasani S and Sobouti F. In vitro evaluation of frictional forces of two ceramic orthodontic brackets versus a stainless-steel bracket in combination with two types of arch-wires. J Orthod Sci.2015; 4:42-46.
35- Tecco, S.; Tete, S.; Festa, M.; Festa, F. An in vitro investigation on friction generated by ceramic brackets. World J. Orthod. 2010, 11, e133–e144.
36-Jakob SR, Matheus D, Jimenez-Pellegrin MC, Turssi CP, Amaral FL: Comparative study of friction between metallic and conventional interactive self-ligating brackets in different alignment conditions. Dental Press J Orthod. 2014, 19:82-9. 10.1590/2176-9451.19.3.082-089.oar
37- Chen H, Han B, Xu T. Effect of different combinations of bracket, archwire and ligature on resistance to sliding and axial rotational control during the first stage of orthodontic treatment: An in-vitro study. Korean J Orthod. 2019 Jan;49(1):21-31
38- Brantley, W.A., Eliades,T.2001. Orthodontic materials, scientific and clinical aspects. Stuttgard, Thieme,91-9.
39- Sukh, R.; Singh, G.K.; Tandon, P.; Singh, G.P.; Singh, A. A comparative study of frictional resistance during simulated canine retraction on typodont model. J. Orthod. Sci. 2013, 2, 61–66. [CrossRef] [PubMed]
40- Kanagasabapathy, B.; Varadharaja, M.M.; Saravanan, R.; Kumar, V.V.; Mahalakshmi, R.; Ninan, R.L.; Vigneswari, A.S.; Dwaragesh, S. Frictional Forces Produced by Three Different Ligation Methods in Two Different Types of Brackets in 0.016 Nickel-Titanium Wire: An in vitro Study. J. Pharm. Bioallied. Sci. 2021, 13, S1624–S1627.
41-BRAUCHLI,L.M;SENN,C;WICHELHAUS,A. Active and Passive Self-Ligation- a Myth. Angle Orthodontist, Vol.81,2011,312-318.
42- Sarul, M.; Mikulewicz, M.; Kozakiewicz, M.; Jurczyszyn, K. Surface Evaluation of Orthodontic Brackets Using Texture and Fractal Dimension Analysis. Materials 2022, 15, 2071.
43- Arango, S.; Peláez-Vargas, A.; García, C. Coating and Surface Treatments on Orthodontic Metallic Materials. Coatings 2013, 3, 1–15.
44- Ahmed Mohamed Hussein Hassanen1*, Saad Eldin Sadek Elgezawy 2 , Mohammed Abbas Masoud3. EVALUATION OF FRICTIONAL RESISTANCE FOR DIFFERENT TYPES OF TOOTH COLORED ORTHODONTIC BRACKETS (AN IN-VITRO STUDY). Al-Azhar Journal of Dental Science. Vol. 25- No. 1- 91:98- January 2022
45- Yousif, Atia A.; Abdel Karim, Usama M. Assessment of friction resistance of four orthodontic arch wires using three ligation methods in dry and wet conditions. Egyptian Orthodontic Journal, 2020, 50.December 2016: 85-102.
46- Rafiuddin S and Abraham R. Metal free orthodontics: A review. Int J Clin Prev Dent 2014;1:100-106.

47-Rudge, P., Sherriff , M. Bister,DA.2015. comparison of roughness parameters and friction coefficients of aesthetic archwires. Eur J Orthod,37,49-55.
48-Choi,S., Park,D.J., Kim, K.A., Park, K.H., Park,H.K. Park,Y.G.2015. In vitro sliding – driven morphological changes in representative aesthetic NiTi archwire surfaces.Micro Res Tech,78,926-934.
49-. Farronato G, Maijer R, Carìa MP, Esposito L, Alberzoni D, Cacciatore G: The effect of Teflon coating on the resistance to sliding of orthodontic archwires. Eur J Orthod. 2012, 34:410-7. 10.1093/ejo/cjr011
50-Aksakalli, S. Malkoc, S. 2013. Aesthetic orthodontic arch wires, Literature review. J Orthod Res, (1)1,2-4.