

## دراسة مخبرية لتقييم فعالية تقنية الانزلاق المنحني في إرجاع الأنياب العلوية

الدكتور محمد تيزيني \*

الدكتور محمد بشار مسيلمانى \*\*

محمد معتوق \*\*\*

(تاريخ الإبداع 3 / 10 / 2010. قُبل للنشر في 30 / 5 / 2011)

### □ ملخص □

**مقدمة:** يعتبر إرجاع الأنياب مرحلة هامة في العديد من الحالات التقويمية المعالجة بالقلع.  
**هدف البحث:** مقارنة المقاومة الاحتكاكية بين تقنية الانزلاق المنحني المطورة و تقنية الانزلاق التقليدية، واختبار فعالية التقنية الجديدة في إرجاع الأنياب العلوية على جهاز التايبودونت. **المواد و الطرق:** تكونت عينة اختبار الاحتكاك من 20 سلكاً مستقيماً 0.019×0.025-inch فولادياً لا صدئاً (مجموعة السلك المستقيم)، و 20 سلكاً منحنيّاً 0.019×0.025-inch فولادياً لا صدئاً تشكل قوساً من دائرة نصف قطرها 4 سم (مجموعة السلك المنحني). و تكونت عينة الاختبار على جهاز التايبودونت من 24 جهازاً لإرجاع الأنياب باستخدام تقنية الانزلاق المنحني قسمت إلى مجموعتين متساويتين، استخدم في المجموعة الأولى الإرساء المطلق و في المجموعة الثانية تم التزليق بشكل اعتيادي. **النتائج:** مقدار الاحتكاك في مجموعة السلك المنحني أقل مما هو في مجموعة السلك المستقيم، و كان الفرق ذا دلالة إحصائية ( $P < 0.1$ ). أظهر اختبار التايبودونت في مجموعة الإرساء المطلق حدوث إمالة وحشية بسيطة لجذور الأنياب ( $-1.44^\circ$ ) مع غرز للأنياب بمقدار 2.07 mm. بينما أظهرت مجموعة التزليق الاعتيادي حركة جسمية للأنياب مع المحافظة على الوضعية العمودية. وحققت كلتا المجموعتين سيطرة تامة على انفعال الأنياب. **الاستنتاجات:** الحركة الانزلاقية المنحنية (نصف قطر دائرة الحركة 4 سم) أقل احتكاكاً من الحركة الانزلاقية المستقيمة عندما يشكل محور القوة المطبقة  $10^\circ$  مع مستوى الأنبوب. حققت تقنية الانزلاق المنحني فعالية جيدة في إرجاع الأنياب العلوية.

**الكلمات المفتاحية:** إرجاع الأنياب ، الغرز ، الحركة الجسمية ، الاحتكاك ، تقنية الانزلاق.

\* مدرس - قسم تقويم الأسنان - كلية طب الأسنان - جامعة تشرين - سورية

\*\* أستاذ - قسم تقويم الأسنان - كلية طب الأسنان - جامعة تشرين - سورية

\*\*\* طالب دراسات عليا - قسم تقويم الأسنان - كلية طب الأسنان - جامعة تشرين - سورية

## An In-Vitro Study to Evaluate the Efficiency of a Curved Sliding Technique in Upper Canine Retraction

Dr. Mohammed Tizini\*

Dr. Mohammad Bashar Muselmani\*\*

Mohammad Maatouk\*\*\*

(Received 3 / 10 / 2010. Accepted 30 / 5 / 2011)

### □ ABSTRACT □

**Introduction:** Canine retraction is an important stage in many orthodontic cases treated with extraction.

**Aim of study:** Compare the friction between a curved sliding technique and conventional sliding mechanics, and evaluate the efficiency of the new technique in canine retraction on a typodont.

**Materials and methods:** The friction test sample consisted of 20 0.019 × 0.025-inch stainless steel straight archwires (straight archwire group) and 20 0.019×0.025-inch stainless steel archwires which formed an arc of a circle (with a radius of 4 cm) (curved archwire group). The typodont test sample consisted of 24 canine retractors using curved sliding technique. They were divided into two equal groups, absolute anchorage was used in the first group while usual sliding was done in the second group.

**Results:** The friction in (curved archwire group) was less than in (straight archwire group) and the difference was significant ( $P<0.1$ ). The typodont test showed, in absolute anchorage group, slight distal tipping of canine roots ( $-1.44^\circ$ ) and canine intrusion (2.07mm), while usual sliding group showed bodily movement of the canine with maintain of the vertical position. Both groups showed perfect rotational control of the canines.

**Conclusions:** Curved sliding movement (with a radius of movement circle equals 4 cm) was less fricative than straight sliding movement when force axis formed  $10^\circ$  with tube level. Curved sliding technique showed a good efficiency in canine retraction.

**Keywords:** Canine Retraction, Intrusion, Bodily Movement, Friction, Sliding Mechanics.

---

\*Assistant Professor, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

\*\*Professor, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

\*\*\*postgraduate Student, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

**مقدمة:**

يعتبر إرجاع الأنياب مرحلة هامة في كثير من الحالات التقويمية التي تعالج بالقلع، و إن الحصول على الحركة الجسمية يعتبر هدفا أساسيا في هذه العملية.

تعددت التقنيات المستخدمة في إرجاع الأنياب ، ففي عام 1974 قدم Ricketts تقنيته المعروفة بالمعالجة الحيوية المتدرجة و طور النوابض المجزأة المستخدمة في إرجاع الأنياب و التي يتم تشكيلها من أسلاك الإيجيلوي الأزرق 0.016×0.016-inch مع إضافة طية 90° قبل تنشيط النوابض ، يؤدي تنشيط نوابض الإرجاع المجزئة 2-3 مم إلى إنتاج قوى تتراوح بين 100-150 غرام تعتبر مناسبة حسب الباحث Ricketts لإرجاع الأنياب [1,2].

و في عام 1976 استخدم Burstone لإرجاع الأنياب طية V المصنوعة من سلك 0.016-inch ستانلس ستيل في حاصرات 0.018-inch أو من سلك 0.020-inch ستانلس ستيل في حاصرات 0.022-inch ، مع تطبيق المطاط أو نوابض إغلاق المسافة من الخطاف الأنسي للرحى إلى الجناح الوحشي أو خطاف حاصرة الناب، مقدار القوة المطبقة بين 150-200 غ [3].

و من النوابض الجزئية المستخدمة في عملية إرجاع الأنياب نابض PG الذي قدمه Poul Gjessing عام 1985، حيث يتضمن عروتين بيضويتين تدعيان Danish loops مع عروة إطباقية أصغر حجما، و يشكل النابض من سلك 0.016×0.022-inch ستانلس ستيل [4].

و في عام 1997 طور Darendeliler نابض Drum Spring (DS) Retractor ، الذي يطبق قوة ثابتة و مستمرة بدون الحاجة إلى إعادة التنشيط خلال إرجاع الناب ، حيث يرى Darendeliler أن القوة الثابتة والمستمرة تؤمن حركة أسرع للناب من القوة المتخامدة و المستمرة [5].

و من النوابض الحديثة النابض المطور من قبل Ferreira و زملائه، و الذي تم ابتكاره استنادا إلى عروة T. النابض مصنوع من سلك 0.016×0.022-inch أو titanium-molybdenum 0.017×0.025-inch ، النابض قادر على تطبيق قوة تتراوح بين 34-230 g، مع عزم قوة يتراوح بين 33.1-43.9 gf/mm ، تختلف هذه القيم حسب ( مسافة التنشيط ، قطر السلك المستخدم و الزوايا المصنوع وفقها النابض ) [6].

و من المعروف أن نوابض إغلاق المسافة التي تعتمد على مبدأ عرا الإغلاق تحتاج لوقت إضافي لإجراء طيات السلك، كما أن هناك ميلاً لانتهاء مسافة التنشيط بعد 2-3 تنشيطات و عندها سنحتاج لتعديل القوس أو تغييره [7].

و تعتبر تقنيات الانزلاق أفضل من تقنيات العرى في السيطرة على دوران الناب خلال الإرجاع ، إلا أنه لا زال هنالك غموض حول مستويات القوى المطلوبة في تقنيات الانزلاق ، و إن استخدام القوى المستمرة والشديدة مع تقنيات الانزلاق خلال إغلاق المسافات الكبيرة قد يحدث إمالة وحشية للناب خلال الإرجاع و الذي قد ينجم عنه زيادة في عمق العضة الأمامية [8,9].

و من المتفق عليه أن حركة الإمالة غير المسيطر عليها تسبب تركزا في الضغوط ضمن الرباط ما حول السني و الذي يمكن أن يكون مؤذيا للأنسجة ما حول السنية خاصة عند البالغين، لذلك يجب أن تكون مستويات القوى المطبقة مدروسة لإنقاص الإمالة [10-12]، حيث تزداد إمالة الناب المرافقة للإرجاع مع ازدياد مستويات القوة التقويمية المطبقة [13].

وفتح دخول أجهزة الإرساء الهيكلية مجالا جديدا في تقويم الأسنان السريري ، حيث أنها أحدثت ثورة في مجال السيطرة على الإرساء ، و مكنت مقوم الأسنان من التغلب على الصعوبات المتعددة التي تطرأ خلال المعالجة التقويمية كفقْدان الإرساء و الحاجة لتعاون المريض [14,15]. و يحقق استخدام الزريعات التقويمية مقدارا وسرعة أكبر في إرجاع الأنياب مقارنة مع وسائل الدعم التقليدية [16] ، كما أن التحديد المناسب لمواضع الزريعات التقويمية و أطوال أذرع القوة المستخدمة يتيح إمكانية السيطرة على محور القوة المطبقة و بالتالي التحكم بنموذج الحركة السنية خلال عملية إرجاع الأنياب [17].

### أهمية البحث وأهدافه:

- اختبار تقنية الانزلاق المنحني المطورة في هذا البحث على جهاز خاص لاختبار الاحتكاك بحيث تتم المقارنة بين المقاومة الاحتكاكية المتولدة في التقنية الجديدة و تلك المتولدة في تقنية الانزلاق التقليدية.
- اختبار التقنية الجديدة في عملية إرجاع الأنياب على جهاز التايبودونت بهدف تقييم التبدلات التي تطرأ على الأسنان بعد الإرجاع باستخدام الصور الشعاعية الجانبية و التقييم المباشر على الجهاز.

### طرائق البحث ومواده:

تركزت الآراء النظرية الأولية (من أجل تطوير تقنية جديدة لإرجاع الأنياب) على أن يتم الإرجاع على محور حركة مائل بزوايا معينة مع مستوى الإطباق الأفقي لتلافي مشكلة زيادة عمق العضة المرافقة لعملية الإرجاع ، و قد أظهرت الدراسة النظرية الهندسية لإحدى الزوايا ما يلي :

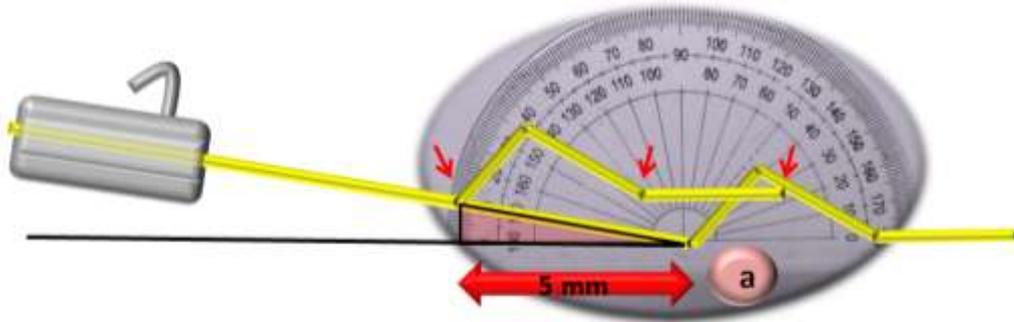
عندما يشكل محور الحركة زاوية  $10^\circ$  مع المستوى الأفقي و مع افتراض أن مقدار الإرجاع = 5 mm، يمكننا تقدير مقدار العزز النظري على النحو التالي :

$$\cos(a) = \cos(10) = \text{adjacent} / \text{hypotenuse} = 0.984^\circ$$

$$\text{The hypotenuse} = \text{adjacent} / \cos(a) = 5 / 0.984 = 5.08 \text{ mm}$$

$$\text{The opposite} = (5.08)^2 - (5)^2 = 0.806 \text{ mm}$$

النتيجة : ( عندما يشكل محور الحركة زاوية  $10^\circ$  مع المستوى الأفقي ، فإن الحركة الوحشية بمقدار 5mm سيرافقها نظريا عزز بمقدار 0.806 mm (الشكل 1).



الشكل (1) تجربة الإرجاع لمسافة 5 ملم عندما يشكل محور الحركة زاوية مقدارها  $10^\circ$  مع المستوى الأفقي.

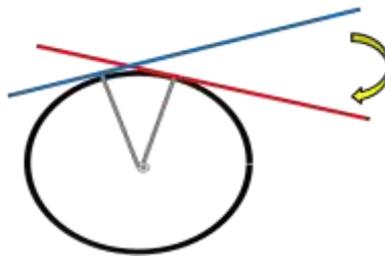
و لكن إمالة الأنبوب الموجود على الرحي بحيث يشكل هذا الأنبوب زاوية مقدارها عشر درجات مع مستوى الإطباق يعتبر إجراء صعب التحقيق و نحتاج كبديل لذلك إلى تصميم خاص للأنبوب أو الطوق . فقمنا

بالتعديل التالي : القسم الخلفي من السلك أصبح يشكل قوساً من دائرة ، و كنتيجة لذلك فإن الحركة الخلفية أصبحت مترافقة مع العرز ( الشكل 2).



الشكل (2) الحركة الانزلاقية المنحنية لسلك يأخذ شكل قوس من دائرة داخل أنبوب مستقيم.

و إن زيادة نصف قطر هذه الدائرة ينقص الزاوية النظرية (الإمالة الوحشية للجذر) التي يكتسبها الناب بعد الإرجاع ، و يمكن نظرياً حساب هذه الزاوية من خلال دراسة هندسية لحركة نقطة على قوس من دائرة بنصف قطر محدد ، حيث يتم قياس مقدار التغير الزاوي الذي يطرأ على مماس الدائرة في هذه النقطة عند تحركها مسافة معينة ، الشكل (3) و الجدول (1).

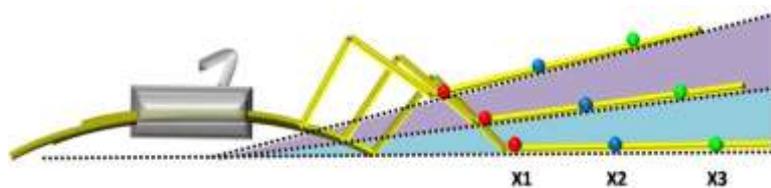


الشكل (3) قياس التغير الزاوي لمماس نقطة متحركة لمسافة معينة على قوس من دائرة بنصف قطر محدد.

الجدول (1) العلاقة بين نصف قطر دائرة الحركة والزاوية التي يكتسبها الناب نظرياً بعد الإرجاع مسافة 5 mm.

Radius	Gaining angle
3 cm	10°
3.5 cm	7.5°
4 cm	7°
4.5 cm	6°

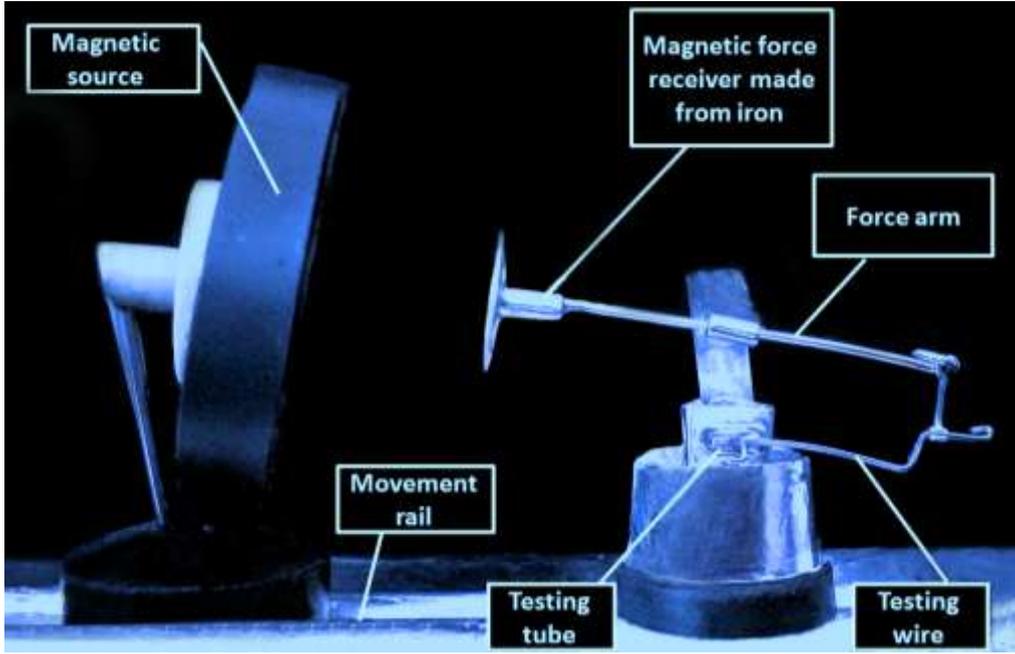
تبدلات القسم الأمامي أثناء الحركة الانزلاقية المنحنية : مع حركة الإرجاع و دخول السلك المنحني داخل أنبوب الرحي ، يكتسب القسم الأمامي من السلك و المرتبط بالحاصرات زاوية مع المستوى الأفقي تزداد بشكل تدريجي و يترافق ذلك مع ارتفاع تدريجي عن مستوى الإطباق، يزداد هذا الارتفاع كلما كانت النقطة التي يتم دراسة حركتها أبعد عن مقدمة أنبوب الرحي، و كلما زاد انحناء القسم الخلفي من السلك ( أي كلما تناقص نصف قطر الدائرة التي يشكل القسم الخلفي قوساً منها) ، ( الشكل 4).



الشكل (4) يزداد الارتفاع المرافق لحركة النقاط (X1, X2, X3) المتوضعة على القسم الأمامي من السلك كلما كانت النقطة أبعد عن مقدمة أنبوب الرحي و كلما زاد انحناء القسم الخلفي من السلك.

**اختبار الاحتكاك Friction Test:**

يهدف هذا الاختبار إلى المقارنة بين الحركة الانزلاقية المنحنية ( نصف قطر دائرة الحركة 4 سم ) والحركة الانزلاقية المستقيمة. تكونت عينة الاختبار من 20 سلكاً مستقيماً 0.019×0.025-inch فولادياً لا صدناً (American Orthodontics®) ( مجموعة السلك المستقيم ) ، و 20 سلكاً منحنيّاً 0.019×0.025-inch فولادياً لا صدناً (American Orthodontics®) تشكل قوساً من دائرة نصف قطرها 4 سم ( مجموعة السلك المنحني ) ، و تم اختبار احتكاك هذه الأسلاك داخل أنبوب فولاذي لا صدئ مستقيم 0.022×0.028-inch (American Orthodontics®) ، محور القوة المطبقة يشكل زاوية 10° مع مستوى الأنبوب. و استخدام جهاز اختبار الاحتكاك المغناطيسي الذي تم تصميمه خصيصاً لهذا البحث من قبل اختصاصيين في الهندسة الميكانيكية (الشكل 5).

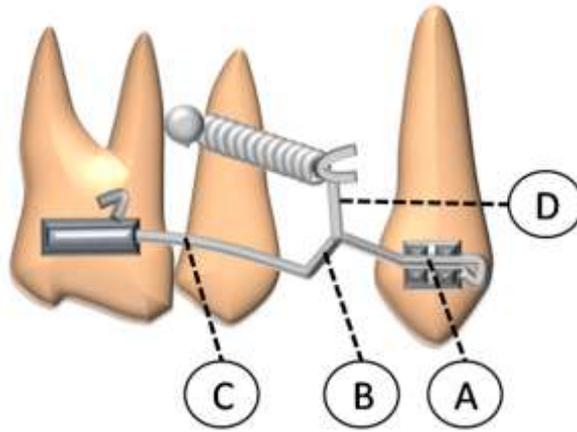


الشكل (5) جهاز اختبار الاحتكاك المغناطيسي.

آلية عمل الجهاز The mechanism of the apparatus: يهدف الجهاز إلى تحديد مقدار القوة اللازمة للتغلب على الاحتكاك ( قوة الاحتكاك الساكنة ) وإحداث الحركة الأولية في سلك الاختبار . يولد الجهاز قوة مغناطيسية مستمرة تزداد شدتها بشكل تدريجي كلما اقترب مستقبل القوة (force receiver (FR) (المصنوع من الحديد ) من المنبع المغناطيسي (magnetic source (MS) ، حيث يتم قياس المسافة FR-MS ( بالملم ) و هي المسافة التي تفصل بين مستقبل القوة و المنبع المغناطيسي و تعتبر مؤشراً لمستوى القوة المغناطيسية المتولدة. وكلما تناقصت المسافة بين مستقبل القوة و المنبع المغناطيسي ( حتى حدوث الحركة الأولية في السلك ) كان سلك الاختبار بحاجة لقوة أكبر لبدء الحركة، و التغلب على الاحتكاك مما يعني وجود قوة احتكاكية أكبر بين السلك والأنبوب. و تم تكرار الاختبار 10 مرات لكل سلك و من ثم حساب قيم المتوسط الحسابي (Mean) مقاسة الملم والانحراف المعياري (SD) كذلك فقد تم تطبيق اختبار Independent-samples t test من أجل مقارنة النتائج بين المجموعتين و تحديد مستوى الدلالة الإحصائية عند 0.01 و ذلك باستخدام برنامج الحاسوب SPSS 17.0.

## دراسة التبدلات التي تطرأ على الأنياب و الأرحاء بعد إرجاع الأنياب باستخدام تقنية الانزلاق المنحني وذلك على جهاز التايبودونت :

جهاز إرجاع الأنياب باستخدام تقنية الانزلاق المنحني (CST Canine Retractor) و الذي سوف نرسم له ب(CST<sub>CR</sub>): يتم تشكيله من سلك 0.019×0.025-inch فولاذي لا صدئ و يتكون من الأقسام التالية: (A) القسم المرتبط مع حاصرة الناب و يتم تثبيته باستخدام سلك ربط معدني، (B) الطية : يهدف هذا القسم إلى السماح بانخفاض بداية محور الحركة قليلاً تحت مستوى أنبوب الرحي للتمكن من إعطاء السلك الانحناء المطلوب، (C) القسم المنحني: ويشكل قوس من دائرة نصف قطرها 4 سم و يتم التأكد من دقة تشكيل هذا القسم من خلال مطابقته مع دائرة بنصف قطر 4 سم مرسومة على ورقة بيضاء بقلم ذي رأس فائق الدقة، (D) ذراع قوة بطول 7 ملم ، ويستخدم نابض إغلاق مسافة من النايتينول من أجل تطبيق القوة التقويمية (150 غرام) ، الشكل (6). ولا يتم وضع حاصرات على الضواحك الثانية عند استخدام CST<sub>CR</sub> ، و يمكن أن تتم عملية الإرجاع مع الإرساء بالزريعات التقويمية أو مع وسائل الإرساء التقليدية.



الشكل (6) جهاز إرجاع الأنياب باستخدام تقنية الانزلاق المنحني. A: القسم المرتبط مع حاصرة الناب. B: الطية. C: القسم المنحني. D: ذراع قوة بطول 7 ملم .

يتكون جهاز التايبودونت المستخدم في الاختبار من: المفصل الخاص YS-802-A من شركة YDM<sup>®</sup>، (Japan)، الأسنان الصناعية : Dental Model, B9-500D(28S) من شركة (Nissin<sup>®</sup>, Japan) ، الشمع: Wax, DN3-TR.220 من شركة (Nissin<sup>®</sup>, Japan) ، وصفة الحاصرات المستخدمة كانت (Roth, 0.022-inch) من الفولاذ اللاصدئ من شركة (Ortho Matrix<sup>®</sup>, USA) ، و نوابض النايتينول المستخدمة كانت من شركة (Jiscop, South Korea). قبل البدء بالتجارب يتم إجراء عملية الرصف و التسوية الكاملة للقوس العلوية على سلك 0.019×0.025-inch فولاذي لا صدئ من خلال وضع الجهاز ضمن ماء بحرارة 45 درجة مئوية (محددة من قبل الشركة المصنعة) حيث يتم رصف الأسنان على القوس السلوكية من خلال الاستفادة من الليونة الحادثة في الشمع . تكونت العينة من 24 CST<sub>CR</sub> قسمت إلى مجموعتين :

1 - مجموعة الإرساء المطلق : تتألف من  $CST_{CR} 12$  ، تستخدم لإرجاع الأنياب بحيث يشكل محور القوة المطبقة زاوية  $10^\circ$  مع مستوى الإطباق و يتم تطبيقها اعتبارا من ذراع خلفي جانبي ثابت تمت إضافته إلى جهاز التايبودونت ( الشكل 7 ).

2 - مجموعة التزليق الاعتيادي : تتألف من  $CST_{CR} 12$  ، تستخدم لإرجاع الأنياب بحيث يتم ربط نابض إغلاق المسافة مع خطاف الرحي ( الشكل 8 ).

و تمت إزالة الضواحك الأولى من الشمع قبل عملية الإرجاع ، وكان مقدار القوة المطبقة 150 غرام في كلتا المجموعتين. و تم إجراء هذه التجارب مع وضع الجهاز ضمن ماء بحرارة 45 درجة مئوية علما أن كل تجربة تستغرق تقريبا 30-60 ثانية .



الشكل (7) إرجاع الأنياب على جهاز التايبودونت باستخدام  $CST_{CR}$  بحيث يشكل محور القوة المطبقة  $10^\circ$  مع مستوى الإطباق



الشكل (8) إرجاع الأنياب على جهاز التايبودونت باستخدام  $CST_{CR}$  ، بحيث يتم ربط نابض إغلاق المسافة مع خطاف الرحي.

أخذت صور أشعة جانبية للقاعدة العلوية لجهاز التايبودونت بعد فصلها عن بقية أجزاء الجهاز في مرحلتين: T1 ( قبل الإرجاع ) ، T2 ( بعد الإرجاع ).

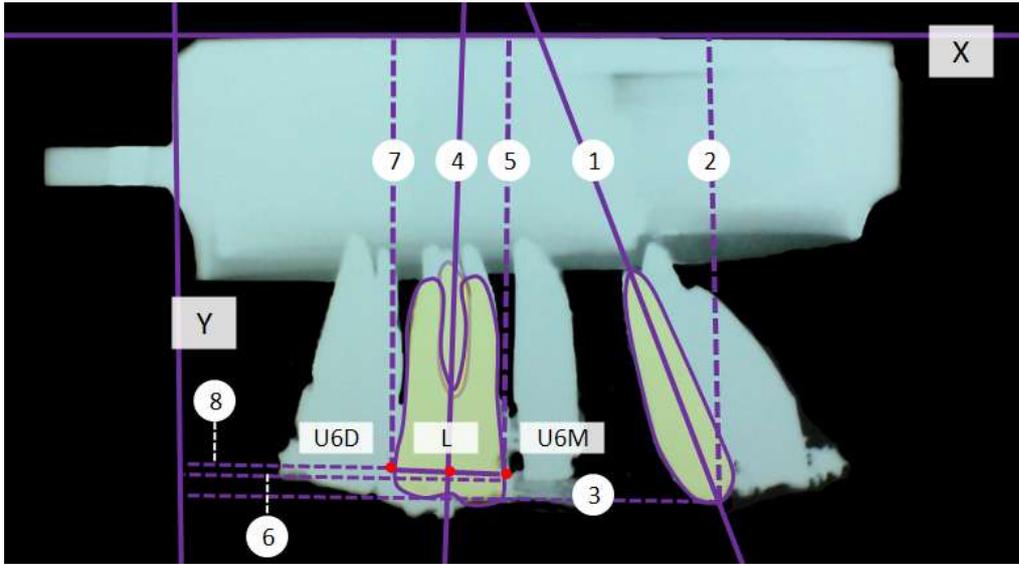
واستخدمت النقاط والمستويات والقياسات التالية في التقييم الشعاعي لعملية الإرجاع ، ( الشكل 9 ):

**النقاط المستخدمة :** U6M : أكثر نقطة أمامية على المحيط الأنسي لتاج الرحي الأولى العلوية . U6D : أكثر نقطة وحشية على المحيط الوحشي لتاج الرحي الأولى العلوية . L : مركز تاج الرحي الأولى العلوية (منتصف المسافة بين U6M و U6D ).

**المستويات المرجعية المستخدمة :** X-axis : يمثل السطح العلوي للقاعدة المعدنية لجهاز التايبودونت .

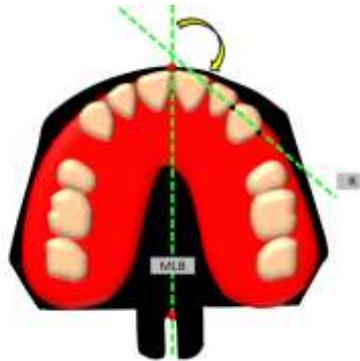
Y-axis : و هو الخط الذي يمس المستوى الخلفي لقاعدة التايبودونت المعدنية و بحيث يكون متعامدا مع المحور X.

القياسات الشعاعية : (1) X/U3 : الزاوية الأمامية بين المحور الطولي الناب العلوي و المحور X . (2) X-U3 : المسافة بين ذروة حذبة الناب العلوي و المحور X . (3) Y-U3 : المسافة بين ذروة حذبة الناب العلوي و المحور Y . (4) X/U6 : الزاوية الأمامية بين المحور الطولي للرحى الأولى العلوية و المحور X ( حيث يمثل محور الرحي الأولى العلوية الخط المار من مركز الرحي الأولى العلوية (L) و المتعامد مع الخط الواصل بين U6M و U6D ) . (5) X-U6M : المسافة بين النقطة U6M و المحور X . (6) Y-U6M : المسافة بين النقطة U6M و المحور Y . (7) X-U6D : المسافة بين النقطة U6D و المحور X . (8) Y-U6D : المسافة بين النقطة U6D و المحور Y .



الشكل (9) النقاط و المستويات و القياسات المستخدمة في التقييم الشعاعي لعملية إرجاع الأنياب على جهاز التايبودونت، شرح الأرقام الموجودة في الشكل موضح بالنص. ( الصور الشعاعية أخذت فقط للقاعدة العلوية لجهاز التايبودونت بعد فصلها عن بقية أجزاء الجهاز).

تم قياس التغيرات الدورانية الحادثة للأنياب على جهاز التايبودونت بشكل مباشر باستخدام طريقة Ziegler و Ingervall المعدلة حيث يتم قياس الزاوية MLB/R المتشكلة بين الخط R المار من نقاط التماس الأنسية والوحشية للنانب ، و الخط MLB الذي يعتبر الخط المنصف للقاعدة المعدنية لجهاز التايبودونت (الشكل 10) [18].



الشكل (10) قياس التغيرات الدورانية الحادثة للأنياب باستخدام طريقة Ziegler و Ingervall المعدلة.

و قد تم تطبيق اختبار Paired-samples  $t$  test من أجل تقييم التغيرات الحادثة ضمن كل مجموعة ، وتطبيق اختبار Independent-samples  $t$  test من أجل تحديد معنوية الاختلافات في النتائج بين المجموعتين وذلك باستخدام برنامج الحاسوب SPSS 17.0.

### النتائج والمناقشة:

الجدول 2 : يبين نتائج اختبار Independent-sample  $t$  test لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم المسافة FR-MS بين مجموعة السلك المستقيم و مجموعة السلك المنحني في اختبار الاحتكاك.

P	Mean Difference	مجموعة السلك المنحني (n=20)				مجموعة السلك المستقيم (n=20)				FR-MS (mm)
		Max	Min	SD	Mean	Max	Min	SD	Mean	
.002*	1.30	7.5	4.5	0.85	6.15	7	2	1.49	4.85	

نتائج اختبار الاحتكاك: يبين الجدول (2) أن قيمة مستوى الدلالة كانت أصغر من القيمة 0.01 بالنسبة للمتغير FR-MS أي أنه عند مستوى الثقة 99% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط المتغير FR-MS بين المجموعتين، و بدراسة قيم المتوسطات الحسابية نستنتج أن قيمة المتغير FR-MS في مجموعة السلك المنحني كانت أكبر مما هي عليه في مجموعة السلك المستقيم.

الجدول (3) يبين نتائج اختبار paired-samples  $t$  test لدراسة دلالة الفروق في متوسط المتغيرات المدروسة بين الفترتين الزمنيتين المدروستين (T1 ، T2) في مجموعة الإرساء المطلق من عينة الاختبار الذي أجري على جهاز التايبودونت.

P	مجموعة الإرساء المطلق				Parameters
	T2		T1		
	SD	Mean	SD	Mean	
.000***	0.94	68.65	0.82	70.09	X/U3 (°)
.000***	1.10	43.12	1.04	45.20	X-U3 (mm)
.000***	0.45	52.16	0.44	55.39	Y-U3 (mm)
.002**	1.87	92.84	2.05	91.93	X/U6 (°)
.002**	0.93	44.49	0.88	44.16	X-U6M (mm)
.000***	0.25	36.26	1.03	36.69	Y-U6M (mm)
.000***	1.04	44.60	0.96	44.31	X-U6D (mm)
.000***	1.08	25.51	1.09	25.99	Y-U6D (mm)
.596 <sup>NS</sup>	0.87	135.63	0.68	135.54	MLB/R (°)

<sup>NS</sup> indicates non significant; \* P<.05; \*\* P<.01; \*\*\* P<.001

نتائج الاختبار على جهاز التايبودونت (مجموعة الإرساء المطلق): يبين الجدول (3) أن قيمة مستوى الدلالة كانت أكبر من القيمة 0.05 بالنسبة للمتغير MLB/R ، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية في متوسط المتغير MLB/R بين الفترتين الزمنيتين T1 و T2 ، و لا تأثير لعملية الإرجاع على قيمة هذا المتغير. و بالنسبة للمتغيرين (X-U6M ، X/U6) فيلاحظ أن مستوى الدلالة كانت أصغر من القيمة 0.01 ، أي أنه عند مستوى الثقة 99% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط كل من المتغيرين المذكورين بين الفترتين الزمنيتين T1 و T2 ، و بدراسة قيم المتوسطات الحسابية نستنتج أن قيمتي المتغيرين بعد الإرجاع أكبر منهما قبل الإرجاع. أما بالنسبة لباقي المتغيرات المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة كانت أصغر من القيمة 0.001 ، أي أنه عند مستوى الثقة 99.9% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط كل من هذه المتغيرات بين الفترتين الزمنيتين T1 و

T2، و بدراسة قيم المتوسطات الحسابية نستنتج أن قيم المتغيرات (Y-U6M ، Y-U3 ، X-U3 ، X/U3) ، Y- (U6D بعد الإرجاع كانت أصغر منها قبل الإرجاع ، بينما كانت قيمة المتغير X-U6D بعد الإرجاع أكبر منها قبل الإرجاع.

الجدول (4) يبين نتائج اختبار paired-samples t test لدراسة دلالة الفروق في متوسط المتغيرات المدروسة بين الفترتين الزمنيتين المدروستين (T2 ، T1) في مجموعة التزليق الاعتيادي من عينة الاختبار الذي أجري على جهاز التايبودونت.

مجموعة التزليق الاعتيادي					Parameters
P	T2		T1		
	SD	Mean	SD	Mean	
.264 <sup>NS</sup>	1.50	71.13	1.54	70.93	X/U3 (°)
.064 <sup>NS</sup>	1.00	46.48	1.09	46.37	X-U3 (mm)
.000***	1.02	48.93	1.17	54.12	Y-U3 (mm)
.093 <sup>NS</sup>	2.26	92.69	2.17	92.44	X/U6 (°)
.186 <sup>NS</sup>	0.89	44.86	0.85	44.75	X-U6M (mm)
.000***	1.13	37.12	1.06	35.71	Y-U6M (mm)
.080 <sup>NS</sup>	1.09	44.74	1.03	44.58	X-U6D (mm)
.000***	0.91	25.74	1.06	24.35	Y-U6D (mm)
.288 <sup>NS</sup>	0.67	136.14	0.38	135.96	MLB/R (°)

<sup>NS</sup> indicates non significant; \* P<.05; \*\* P<.01; \*\*\* P<.001

نتائج الاختبار على جهاز التايبودونت ( مجموعة التزليق الاعتيادي): يبين الجدول (4) أن قيمة مستوى الدلالة كانت أكبر من القيمة 0.05 بالنسبة للمتغيرات (X/U6 ، X-U3 ، X/U3) ، (X-U6M ، X-U6D ، MLB/R) ، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط المتغيرات المذكورة بين الفترتين الزمنيتين T1 و T2 ، و لا تأثير لعملية الإرجاع على قيم هذه المتغيرات. أما بالنسبة لباقي المتغيرات المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة كانت أصغر من القيمة 0.001 ، أي أنه عند مستوى الثقة 99.9% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط كل من هذه المتغيرات بين الفترتين الزمنيتين T1 و T2 ، و بدراسة قيم المتوسطات الحسابية نستنتج أن قيمة المتغير Y-U3 بعد الإرجاع هي أقل منها قبل الإرجاع ، بينما كانت قيمتا المتغيرين (Y-U6M ، Y-U6D) بعد الإرجاع أكبر منهما قبل الإرجاع.

الجدول (5) يبين نتائج اختبار Independent-sample t test لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في قيم المتغيرات المدروسة بين مجموعة الإرساء المطلق و مجموعة التزليق الاعتيادي في الاختبار الذي أجري على جهاز التايبودونت.

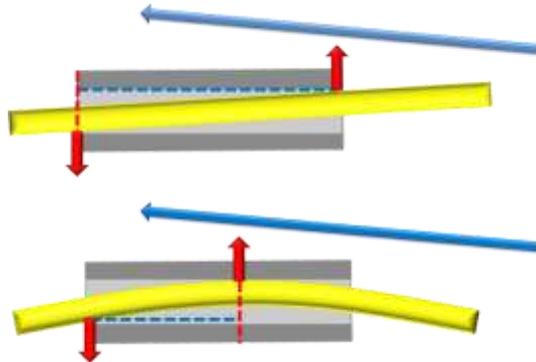
P	مجموعة التزليق الاعتيادي		مجموعة الإرساء المطلق		Parameters
	SD	D	SD	D	
.000***	0.58	0.20	0.51	-1.44	X/U3 (°)
.000***	0.18	0.11	0.22	-2.07	X-U3 (mm)
.000***	0.41	-5.19	0.32	-3.23	Y-U3 (mm)
.022*	0.47	0.25	0.79	0.91	X/U6 (°)
.072 <sup>NS</sup>	0.28	0.11	0.27	0.33	X-U6M (mm)
.000***	0.63	1.40	0.25	-0.43	Y-U6M (mm)
.185 <sup>NS</sup>	0.28	0.15	0.18	0.29	X-U6D (mm)
.000***	0.35	1.39	0.21	-0.47	Y-U6D (mm)
.658 <sup>NS</sup>	0.56	0.18	0.52	0.08	MLB/R (°)

<sup>NS</sup> indicates non significant; \* P<.05; \*\* P<.01; \*\*\* P<.001

نتائج الاختبار على جهاز التايبودونت ( المقارنة بين المجموعتين ) : يبين الجدول (5) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 بالنسبة لكل من المتغيرات ( X-U6D ، X-U6M ، MLB/R ) أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير في قيم كل من المتغيرات المذكورة بين مجموعة الإرساء المطلق و مجموعة التزليق الاعتيادي. بينما كانت قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 بالنسبة للمتغير (X-U6) أي أنه عند مستوى الثقة 95% يوجد فرق ذو دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير للمتغير (X-U6) بين مجموعة الإرساء المطلق و مجموعة التزليق الاعتيادي. أما بالنسبة لباقي المتغيرات المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة كانت أصغر من القيمة 0.001 ، أي أنه عند مستوى الثقة 99.9% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير في كل من المتغيرات المعنية بين مجموعة الإرساء المطلق و مجموعة التزليق الاعتيادي.

**اختبار الاحتكاك:** أظهر اختبار الاحتكاك أن متوسط المسافة الفاصلة بين المستقبل FR و المنبع المغناطيسي MS في مجموعة السلك المنحني هي (FR-MS, 6.15 mm) و التي كانت أكبر مما هي عليه في مجموعة السلك المستقيم (FR-MS, 4.85 mm) ، و كان هذا الفرق ذا دلالة إحصائية ( $P < .01$ )، مما يشير إلى أن مقدار القوة اللازمة لإحداث الحركة ( التغلب على الاحتكاك) في مجموعة السلك المنحني هي أقل مما هي عليه في مجموعة السلك المستقيم ، أي أن مقدار الاحتكاك في مجموعة السلك المنحني أقل مما هو في مجموعة السلك المستقيم. بالتالي : فإن السلك المنحني 0.019×0.025-inch الفولاذي اللاصدئ الذي يشكل قوساً من دائرة نصف قطرها 4 سم أقل احتكاكاً من السلك المستقيم 0.019×0.025-inch الفولاذي اللاصدئ داخل الأنبوب المستقيم 0.022×0.028-inch المصنوع من الفولاذ اللاصدئ عند تطبيق قوة يشكل محوراً 10° مع مستوى الأنبوب. و يمكن تفسير هذه النتيجة بأن استخدام سلك يشكل قوساً من دائرة نصف قطرها 4 سم يؤدي إلى تراجع في نقطة التماس الأمامية داخل الأنبوب مما يؤدي إلى نقصان في طول ذراع المزدوجة المتولدة داخل أنبوب الرحى، وبالتالي نقصان في شدة هذه المزدوجة و تناقص الاحتكاك ، كما يمكن لطبيعة القوة المطبقة [19] أن تكون قد لعبت دوراً في اختلاف الاحتكاك بين مجموعتي الدراسة، حيث أن محور القوة المطبقة يتجه نحو الخلف و الأعلى، وبالتالي أحدثت حركة أقل احتكاكية في مجموعة السلك المنحني حيث أن حركة السلك المنحني هي أيضاً باتجاه الخلف و الأعلى، الشكل (11) .

هذا و لم يتم العثور على دراسات سابقة تناولت موضوع الاحتكاك بين الأسلاك و الأنابيب التقييمية.



الشكل (11) : نقصان الاحتكاك في مجموعة السلك المنحني مقارنة مع مجموعة السلك المستقيم (تلاحظ عدم حدوث تماس في مقدمة

الأنبوب عند استخدام السلك المنحني الذي يشكل قوس من دائرة نصف قطرها 4 سم).

التغيرات الملحوظة على مستوى الأنابيب في الاختبار الذي تم على جهاز التايبودونت :

أظهرت نتائج مجموعة الإرساء المطلق حدوث إمالة وحشية بسيطة على مستوى جذور الأنياب ( $X/U3, -1.44^\circ$ ) أي أن الحركة كانت جسمية تقريبا ، و كان هذا التغير ذا دلالة إحصائية ( $P < .001$ ) ، ويمكن أن تفسر هذه النتيجة بالاستناد إلى آلية الحركة الانزلاقية المنحنية ، حيث تتوافق حركة الإرجاع و دخول السلك المنحني داخل أنبوب الرحي مع اكتساب القسم الأمامي من السلك و المرتبط بحاصرة الناب زاوية مع المستوى الأفقي ، كما أن استخدام سلك  $0.019 \times 0.025$ -inch فولاذي لاصدئ مع ذراع قوة بطول 7 ملم ساهم في السيطرة على محور الناب خلال عملية الإرجاع [9,14] ، بالتالي فإن مجموع هذه العوامل جعلت نظام القوة المطبق في هذه المجموعة يحقق نسبة عزم/قوة أحدثت إمالة وحشية بسيطة على مستوى جذور الأنياب [17].

أما في مجموعة التزليق الاعتيادي فقد أظهرت النتائج حدوث حركة جسمية للناب خلال عملية الإرجاع باعتبار أن التغير في محور الناب ( $X/U3, 0.20^\circ$ ) لم يكن ذا دلالة إحصائية ( $P > .05$ )، و تعود هذه السيطرة على محور الناب إلى نفس العوامل السابقة التي ذكرت في مجموعة الإرساء المطلق ، إلا أن الاختلاف البسيط بين نتيجتي المجموعتين و الذي كان ذا دلالة إحصائية ( $P < .001$ ) يمكن أن يفسر باختلاف اتجاه محور القوة المطبقة، حيث أن محور القوة المطبقة في مجموعة الإرساء المطلق يتجه نحو الخلف و الأعلى (يشكل زاوية  $10^\circ$  مع مستوى الإطباق) أي أنه كان موافقا للحركة الانزلاقية المنحنية للسلك الذي يتحرك باتجاه الخلف و الأعلى، بينما كان محور القوة المطبقة في مجموعة التزليق الاعتيادي متجها نحو الخلف و الأسفل (حيث يتم ربط نابض إغلاق المسافة مع خطاف الرحي) و بالتالي خففت قليلا من تأثير الحركة الانزلاقية المنحنية على محور الناب.

و قد ترافقت عملية إرجاع الأنياب في مجموعة الإرساء المطلق مع غرز مرافق للإرجاع بمقدار ( $X-U3, -2.07 \text{ mm}$ ) ، و كان هذا التغير ذا دلالة إحصائية ( $P < .001$ ) ، و يمكن أن تفسر هذه النتيجة بالاستناد إلى آلية الحركة الانزلاقية المنحنية التي تتوافق مع ارتفاع تدريجي عن مستوى الإطباق للقسم الأمامي من السلك و المرتبط مع حاصرة الناب ، و نظرا لأن محور القوة المطبقة يتجه نحو الخلف و الأعلى بشكل موافق للحركة الانزلاقية المنحنية للسلك فقد ترافقت عملية الإرجاع مع الغرز.

أما في مجموعة التزليق الاعتيادي فلم يكن التغير في الوضعية العمودية للأنياب ذا دلالة إحصائية ( $X-U3, 0.11 \text{ mm}$ ) ( $P > .05$ ) ، بالتالي فقد تم الحفاظ على التوضع العمودي للأنياب، و يمكن أن تفسر هذه النتيجة بأن محور القوة المطبقة في هذه المجموعة يتجه نحو الخلف و الأسفل، و بالتالي يعاكس التأثير الغازز للحركة الانزلاقية المنحنية مما جعل محصلة القوى كافية فقط للسيطرة على محور الناب و منع حدوث تزيغ مرافق لعملية الإرجاع ، و كان الفرق ذا دلالة إحصائية هامة بين المجموعتين ( $P < .001$ ).

و أظهرت نتائج الاختبار سيطرة تامة على انفعال الأنياب في كلتا المجموعتين باعتبار أن التغير في قيمة الزاوية ( $MLB/R$ ) لم يكن ذا دلالة إحصائية هامة ( $P > .05$ ). يمكن أن تفسر هذه النتائج بالعودة إلى التصميم الخاص ل  $CST_{CR}$  (سلك  $0.019 \times 0.025$ -inch فولاذي لاصدئ يربط مع حاصرة الناب بسلك ربط معدني).

#### التغيرات الملاحظة على مستوى الأرجاء في الاختبار الذي تم على جهاز التايبودونت :

أظهرت نتائج مجموعة الإرساء المطلق حدوث إمالة وحشية بسيطة على مستوى الأرجاء العلوية ( $X/U6, 0.91^\circ$ ) و كان هذا التغير ذا دلالة إحصائية ( $P < .01$ ) ، أما التغيرات العمودية على مستوى الرحي العلوية فكانت على الشكل التالي : ( $X-U6M, 0.33 \text{ mm}$ ;  $X-U6D, 0.29 \text{ mm}$ ) و كانت هذه التغيرات ذات دلالة

إحصائية ( $P < 0.01$  و  $P < 0.001$  على التوالي) ، يمكن تفسير هذه التغيرات بحدوث رد فعل على مستوى الأرجاء كنتيجة للقوة الغازية المطبقة على مستوى الأنابيب [17].

أما في مجموعة التزليق الاعتيادي فلم تحدث تغيرات زاوية أو تغيرات في الوضعية العمودية للأرجاء الأولى العلوية ( $P > 0.05$ ) ، و يمكن أن يعزى ذلك لعدم ترافق عملية إرجاع الأنابيب مع حدوث غرز، و بالتالي عدم حدوث رد فعل معاكس على مستوى الأرجاء الأولى ، و كان الاختلاف بين المجموعتين بالنسبة للمتغير X/U6 ذا دلالة إحصائية ( $P < 0.05$ ) بينما لم تكن هنالك اختلافات ذات دلالة إحصائية في قيم المتغيرات الخاصة بالتغيرات العمودية بين المجموعتين ( $P > 0.05$ ) .

و أظهرت نتائج مجموعة الإرساء المطلق حدوث حركة وحشية على مستوى الرحى الأولى العلوية بمقدار 0.45 mm تقريباً ( $Y-U6M, -0.43 \text{ mm}; Y-U6D, -0.47 \text{ mm}$ ) و كانت التغيرات ذات دلالة إحصائية ( $P < 0.001$ ) ، و يمكن أن تفسر الحركة الوحشية للرحى الأولى العلوية في هذه المجموعة إلى انتقال جزء من قوة الإرجاع المطبقة على الناب إلى الرحى الأولى بواسطة جهاز الإرجاع حيث تم استخدام الإرساء المطلق ولا توجد قوة شد أنسية على مستوى الأرجاء [17] ، بينما أظهرت نتائج مجموعة التزليق الاعتيادي حدوث حركة أنسية للرحى بمقدار 1.4 mm تقريباً ( $Y-U6M, 1.40 \text{ mm}; Y-U6D, 1.39 \text{ mm}$ ) و كانت التغيرات ذات دلالة إحصائية هامة ( $P < 0.001$ ) ، و تعزى الحركة الأنسية إلى ربط نابض إغلاق المسافة مع خطاف الرحى ، و كانت الفروقات بين المجموعتين ذات دلالة إحصائية ( $P < 0.001$ ) .

هذا و لم يتم العثور على دراسات سابقة لإرجاع الأنابيب على جهاز التايبودونت.

إن تصنيع  $CST_{CR}$  لا يتطلب جهداً أو وقتاً كبيراً من اختصاصي التقويم مقارنة مع نوابض إغلاق المسافة التي تعتمد على تقنية العرا و التي تحتاج لوقت إضافي لإجراء الطيات في السلك [7]، كما أن مسافة تنشيط  $CST_{CR}$  غير منتهية أما عند استخدام النوابض التي تعتمد تقنية عرا الإغلاق فإن هنالك ميلاً لانتهاء مسافة التنشيط بعد 2-3 تنشيطات و عندها سنحتاج لتعديل القوس أو تغييره [7] ، كما تتميز تقنية الانزلاق المنحني بكونها منخفضة الاحتكاك مقارنة مع تقنية الانزلاق التقليدية و التي يعتبر الاحتكاك أهم المشاكل التي تواجه هذه التقنية [20] ، و تعود ميزة انخفاض الاحتكاك في تقنية الانزلاق المنحني لإلغاء استخدام حاصرة الضاحك الثاني ( حيث أن متوسط قوة الاحتكاك لسلك  $0.019 \times 0.025$ -inch فولاذي لا صدئ داخل شق فولاذي لا صدئ  $0.022 \times 0.028$ -inch يساوي 0.4 نيوتن أي 40.8 غرام [21]) و لأن الحركة الانزلاقية المنحنية ( بنصف قطر دائرة = 4 سم ) أقل احتكاكاً من الحركة الانزلاقية المستقيمة داخل أنبوب  $0.022 \times 0.028$ -inch عندما يشكل محور القوة المطبقة  $10^\circ$  مع مستوى الأنبوب كما أظهر اختبار الاحتكاك.

### الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال نتائج البحث يمكن استخلاص ما يلي :

- أظهر اختبار الاحتكاك أن السلك المنحني  $0.019 \times 0.025$ -inch فولاذي لا صدئ الذي يشكل قوساً من دائرة نصف قطرها 4 سم أقل احتكاكاً من السلك المستقيم  $0.019 \times 0.025$ -inch فولاذي لا صدئ داخل الأنبوب المستقيم  $0.022 \times 0.028$ -inch عند تطبيق قوة يشكل محورها  $10^\circ$  مع مستوى الأنبوب.

- أظهر اختبار التايبودونت فعالية جيدة لتقنية الانزلاق المنحني في إرجاع و غرز الأنياب عندما يشكل محور القوة المطبقة  $10^\circ$  مع مستوى الإطباق . كما أن التقنية الجديدة فعالة في إرجاع الأنياب بحركة جسمية مع المحافظة على الوضعية العمودية عندما يتم ربط نابض إغلاق المسافة مع خطاف الرحى . و تتميز تقنية الانزلاق المنحني بالسيطرة التامة على الانفتال خلال عملية إرجاع الأنياب.  
و نوصي بإجراء دراسات سريرية لاستكمال تقييم فعالية تقنية الانزلاق المنحني في عملية إرجاع الأنياب وذلك مع استخدام وسائل الإرساء التقليدي و الإرساء الهيكلي.

### المراجع:

1. RICKETTS, R.M. *Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs*, Part I. Am. J. Orthod. Vol 70, 1976, 241-68.
2. RICKETTS RM.: *Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs*, Part II. Am. J. Orthod. Vol 70, 1976, 359-97.
3. SIATKOWSKI, R.E. *Force system analysis of V-bend sliding mechanics*. J. Clin. Orthod. Vol 28, 1994, 539-46.
4. GJESSING, P. *Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine retraction spring*. Am. J. Orthod. Vol 87, 1985, 353-362.
5. DARENDELILER, M.A.; DARENDELILER, H. and UNER, O. *The Drum spring (DS) retractor: a constant and continuous force for canine retraction*. Eur. J. Orthod. Vol 19, 1997, 115-130.
6. FERREIRA, M.D.A.; DE OLIVEIRA, F.T.; IGNÁCIO, S.A. and BORGES, P.C. *Experimental Force Definition System for a New Orthodontic Retraction Spring*. Angle. Orthod. Vol 75, 2005, 368-377.
7. BENNETT, J. and MCLAUGHLIN, R.: *The transition from standard edgewise to preadjusted appliance systems*, in *Orthodontic Treatment Mechanics and The Pre Adjusted Appliance*. Mosby, Wolf Company, Barcelona ES, 1993, 74.
8. HAYASHI, K.; UECHI, J.; MURATA, M. and MIZOGUCHI, I. *Comparison of maxillary canine retraction with sliding mechanics and a retraction spring : a three dimensional analysis based on a mid palatal orthodontic implant*. Eur. J. Orthod. Vol 26, 2004, 585-589.
9. MCLAUGHLIN, R.; BENNETT, J and TREVISI, H. *Arch leveling and overbite control*, in *Systemized Orthodontic Treatment Mechanics*. Mosby Company, Barcelona ES, 2001, 139.
10. KUMAR, Y.M.; RAVINDRAN, N.S. and BALASUBRAMANIAM, M.R. *Holographic analysis of the initial canine displacement produced by four different retraction springs*. Angle. Orthod. Vol 79, 2008, 368-372.
11. ROBERTS, W.E. *Bone physiology and metabolism and biomechanics in orthodontics*, in *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 4th ed, Elsevier Inc, St Louis, 2005, 263-275.
12. THILANDER, B.; RYGH, P.; and REITAN, K. *Tissue reactions in orthodontics*, in *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 4th ed., St Louis, Elsevier Inc, 2005, 174-178.

13. KOJIMA, Y.; and FUKUI, H. *Numerical simulation of canine retraction by sliding mechanics*. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. Vol 127, 2005, 542-51.
14. NANDA, R.; URIBE, F. *Temporary Anchorage Devices in Orthodontics*. Mosby Elsevier, China, 2009, 93-116.
15. MELSEN, B.; VERNA, C. *Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system*. Semin Orthod. Vol 11, 2005, 24-31.
16. THIRUVENKATACHARI, B.; AMMAYAPPAN, P.; KANDASWAMY, R. *Comparison of rate of canine retraction with conventional molar anchorage and titanium implant anchorage*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:30-5.
- 17-LEE J, KIM J, PARK Y. *Application of orthodontic mini-implants*. Quintessence Publishing, Chicago, USA, 2007, 179-185.
18. ZIEGLER, P.; and INGERVALL, B. *A clinical study of maxillary canine retraction with a retraction spring and with sliding mechanics*. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. Vol 95, 1989, 99-106.
19. TAYLOR, N. *Frictional resistance between orthodontic brackets and archwires in the buccal segments*. Angle. Orthod. Vol 66, 1996, 215-222.
20. NANDA, R. *Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics: Biomechanics basis of extraction space closure*. Elsevier Inc, USA, 2005, 194-210.
21. AL-MUNAJED, M.K. *A study and an assessment of the frictional forces between orthodontic brackets*. Tishreen University journal for research and scientific studies. Vol 30(2), 2008, 51-61.