

## تغير الأبعاد العظمية حول الزرعات الزيركونية التشريحية الفورية (دراسة شعاعية)

محمد يامن أيمن الشرجي المزيك<sup>1</sup>، عصام الخوري<sup>2</sup>

<sup>1</sup> طالب دكتوراة في قسم جراحة الفم والوجه والفكين - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.  
<sup>2</sup> أستاذ في قسم جراحة الفم والوجه والفكين - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

### الملخص:

**المقدمة:** قُدمت الزرعات الزيركونية بشكل ناجح كمادة جيدة تستخدم في مجال التعويضات الخزفية الثابتة وفي صنع الدعائم والزرعات السنية حيث تتميز هذه المادة بخواص ميكانيكية جيدة إضافة لتقبلها الحيوي العالي.

يشكو الزرع الفوري باستخدام الزرعات السنية بشكل البرغي من مشكلة عدم تطابق شكل الزرعة مع شكل السنخ وتمت معالجة هذه المشكلة عبر استخدام زرعات سنية مصنعة خصيصاً لتطابق شكل الجذر المقطوع ووضعها في السنخ مكان القلع. تأتي الزرعات التشريحية الزيركونية الفورية لتقدم الحل لمشكلتي وجود المعدن في الزرعة ووجود الفراغ بين سطح الزرعة والتجويف السنخي في الزرع الفوري ولمعرفة تغيرات عرض وارتفاع الحافة السنخية حول هذا النوع من الزرعات كانت هذه الدراسة.

**المواد والطرائق:** تألفت عينة البحث من 27 زرعة زيركونية تشريحية فورية عند 21 مريض من الجنسين، تم تصميم وتصنيع الزرعة ابتداء من صورة CBCT قبل إجراء القلع السني وتعديلها باستخدام برمجيات خاصة ومن ثم معالجتها لتهيئتها للعمل الجراحي حيث يتم القلع وإدخال الزرعة بشكل فوري أما التعويض فبعد فترة 3 أشهر على الأقل، وجرى المتابعة الشعاعية لتقييم الامتصاص العظمي العمودي وعرض الحافة السنخية في مرحلة التعويض وبعده لمدة سنة.

**النتائج:** بلغ المتوسط الحسابي للامتصاص العظمي العمودي الحاصل لجميع الجهات  $0.61 \pm 0.70$  مم بين مرحلة الإجراء الجراحي والتعويض، في حين بلغ  $1.15 \pm 1.38$  مم بين مرحلة التعويض والمتابعة بعد سنة إلا أن الفرق في الامتصاص بين الفترتين لم يكن ذو دلالة إحصائية.

كان المتوسط الحسابي لعرض الحافة السنخية عند التعويض أقل منه عند الجراحة بمقدار  $0.09 \pm 0.18$  مم، وعند المتابعة بعد سنة أقل منه عند التعويض بمقدار  $0.16 \pm 0.12$  مم مع وجود دلالة إحصائية.

**الاستنتاجات:** لا يوجد للزرعات الزيركونية التشريحية الفورية دور مثبت في منع أو إنقاص الامتصاص العظمي الحفافي العمودي التالي للقلع السني، إلا أنها تنقص من الامتصاص العظمي الأفقي.

**الكلمات المفتاحية:** زرع فوري، زرعات تشريحية، زيركونيا، امتصاص عظمي.

تاريخ القبول: 2022/4/13

تاريخ الإيداع: 2022/2/22

حقوق النشر: جامعة دمشق - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب CC BY-NC-SA

ISSN: 2789-7214 (online)

<http://journal.damascusuniversity.edu.sy>



## Changes in Bone Dimensions around Immediate Anatomic Zirconia Implants (Radiographic study)

Mohammed Yamen Al-Shurbaji Al-Mozaiek<sup>1</sup>, Issam Alkhouri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Phd Student in department of oral and maxillofacial surgery, Faculty of dentistry, Damascus University.

<sup>2</sup> Professor in department of oral and maxillofacial surgery, Faculty of dentistry, Damascus University.

### Abstract:

**Introduction:** Zirconia was introduced successfully in the field of fixed prosthetics as well as in implants and their abutments since it has good mechanical properties and biocompatibility.

On the other hand, immediate screw-shape implants have different shape and dimensions compared to the extraction socket, therefore, a gap will still exist. Custom-made implants were introduced to match the shape of the extracted root and fill the socket without gaps.

Immediate anatomic zirconia implants may provide a good solution to both having metal in implants and having a gap between the socket and implants in immediate implantation. Vertical and horizontal bone loss around this type of implants is still unknown and this study aims to cover this topic.

**Materials and Methods:** The sample consisted of 27 immediate anatomic zirconia implants for 21 patients from both genders. Implants were designed and manufactured starting from CBCT image and prior to extraction. Specialized software applications were used to modify implants design. Implants went through different processing procedures to make them ready for insertion immediately after tooth extraction. Restorations were made after a period of 3 months minimum, radiographic follow ups were performed after 1 year from restoring the implants in order to evaluate the vertical and horizontal bone loss in both time points.

**Results:** The average for vertical bone loss in all directions between implant restoring and implant insertion was  $0.70 \pm 0.61$ mm. The average became  $1.38 \pm 1.15$ mm between implant restoring and the 1 year follow up with no statistical significance between the two periods. The average for horizontal bone dimension at the restoring time point was less than at implants insertion by  $0.18 \pm 0.09$ mm. The average at the 1 year follow up was less than at the restoring time point by  $0.12 \pm 0.16$ mm with statistical significance.

**Conclusions:** Immediate anatomic zirconia implants have no proved role in stopping or reducing vertical bone loss after tooth extraction, whereas they reduce horizontal bone loss.

**Keywords:** Immediate Implants, Anatomical Implants, Zirconia, Bone Loss.



Submitted: 22/2/2022

Accepted: 13/4/2022

Copyright: Damascus University Syria.

The authors retain copyright under CC BY-NC-SA

**المقدمة النظرية:**

مع تقدم الوقت والتطور الملحوظ في مجال زراعة الأسنان أصبحت الفترة الزمنية ما بين قلع السن والتعويض عنه بزراعة سنوية أقصر، حيث كانت فترة الشفاء الموصى بها في السابق من 6 إلى 9 أشهر قبل وضع الزرعة السنوية (الزرع المتأخر)، لاحقاً أصبح بالإمكان وضع الزرعة السنوية مكان السن المقلوع بعد 2-3 أشهر من عملية القلع السني (الزرع المبكر)، وحديثاً أجريت عمليات زرع سني فورية بعد قلع الأسنان مباشرة أو بعد أيام قليلة من قلع السن (الزرع الفوري) ولكن فقط لحالات سريرية منتقاة بعناية ( Tolman and Keller, 1991, 24-28).

أجريت مقارنات عديدة بين الزرع السني بعد القلع مباشرة والزرع المتأخر، تعتبر الفائدة الرئيسية للزرع الفوري هي إنقاص الفترة الزمنية للمعالجة وإنقاص التداخلات الجراحية وبالتالي تخفيض التكلفة المادية على المريض، بالإضافة إلى ذلك تجنب امتصاص العظم السنخي و انحسار النسيج الرخوة أو الإنقاص منها إلى حد كبير (Beagle, 2006, 375-389).

استخدم التيتانيوم النقي خلال الأربعين السنة الماضية كخيار مفضل في صنع الزرعات والدعامات السنوية، نظراً لتقبله الحيوي من قبل العضوية بالإضافة إلى خواصه الفيزيائية الجيدة (Knaus et al., 2020).

وعلى الرغم من نسب النجاح العالية لاستخدام التيتانيوم النقي في الزرع السني، فقد كانت له نقاط سلبية كالمظهر المعدني الأسود الذي يشف عبر الغشاء المخاطي أو يصبح مرئي بشكل مباشر بسبب تراجع النسيج الرخوة المحيطة به؛ علاوة على ذلك يرى بعض الباحثين وجود مخاطر صحية محتملة في جزيئات التيتانيوم المتأكلة ( Stejskal and Stejskal, 1999, 351-364 Valentine-Thon and Schiwara, ) (2003, 57-64)، حيث تم الكشف عن تراكيز عالية

للتيتانيوم في الأنسجة المغشية لسطوح الزرعات وفي العقد اللمفية في المنطقة المحيطة ( Bianco et al., Weingart et al., 1994, 450-227-234 )؛ وعلى الرغم من أن التأثيرات السريرية لهذا الإكتشاف ما تزال غير واضحة، فإن أعداداً متزايدة من المرضى أصبحت تسأل عن خيارات المعالجة بزرعات سنوية خالية من المعدن.

استخدمت حديثاً مادة الزركونيا في صنع الزرعات والدعامات السنوية بهدف الحصول على نتائج تجميلية مثالية على مستوى النسيج المخاطية اللثوية. حيث تتميز هذه المادة بخواص ميكانيكية جيدة كالمرونة العالية والقساوة الممتازة وتحملها الجيد للإنبساط لفترات طويلة (Silva et al., 2002, 583-590)، إضافة لتقبلها الحيوي العالي من قبل العضوية وقدرتها العالية على تحريض عملية الإندماج العظمي مقارنة مع زرعات التيتانيوم بالإضافة إلى أن تراكم اللويحة الجرثومية يكون أقل على مادة الزركونيا مقارنة مع معدن التيتانيوم (Ozkurt and Scarano et al., 2003, 8-12) (Kazazoglu, 2011, 367-376).

يعاني الزرع الفوري باستخدام الزرعات بشكل البرغي screw shaped implants من مشكلة عدم تطابق شكل الزرعة مع شكل السنخ في منطقة القلع مما يؤدي إلى وجود فراغ بينهما، وذلك يستدعي استخدام طعم عظمي وغشاء موجه للحؤول دون نمو النسيج الضام أو البشري بين الزرعة والسنخ في منطقة الفراغ (Gap space)، خاصة عندما تزيد المسافة بين الحافة العظمية وعنق الزرعة عن 2م (Becker, 1999, 19-29).

وتمت معالجة هذه المشكلة عبر استخدام زرعات سنوية مصنعة خصيصاً لتطابق شكل الجذر المقلوع ووضعها في السنخ مكان القلع (Hodosh et al., 1969, 371-380).

قام Kohal باختبار زرعات مطابقة لشكل الجذر مصنوعة من كل من التيتانيوم والزركونيا أجراها على

تم اختيار مرضى البحث وفق مجموعة من الشروط والمعايير كما يلي:

#### معايير التضمين:

1. المرضى ممن تزيد أعمارهم عن 18 سنة.
2. وجود استطباب واضح للقلع السني مثل :  
\* نخر جذري عميق  
\* سن متهدمة غير قابلة للترميم  
\* كسر عمودي أو أفقي  
\* وجود آفة ذروية مزمنة بحجم أقل من 1سم وقد فشلت المعالجة اللبية التقليدية في شفاؤها.
3. التوضع الطبيعي للسن المراد قلعه ضمن القوس السنية.
4. وجود الأسنان المقابلة مع عدم وجود إطباق رضي.
5. سلامة واستمرارية العظم السنخي الحاضن للسن المراد قلعه.

6. صحة فموية جيدة (قيمة مشعر اللويحة الجرثومية أقل أو تساوي 1).

7. موافقة المريض الخطية على الانضمام لعينة البحث مع التعهد بالالتزام بمتابعة الزيارات الدورية وفقاً لبروتوكول العمل.

#### معايير الاستبعاد:

1. وجود أمراض جهازية عامة تمنع إجراء العمل الجراحي أو تعيق الشفاء وحدوث الاندماج العظمي كالكسري غير المضبوط والأمراض الاستقلابية الأخرى غير المسيطر عليها
2. الحمل أو التخطيط لحدوث حمل خلال فترة العمل والمتابعة
3. التعرض لأي معالجة كيميائية أو شعاعية خلال السنوات الخمس الماضية
4. وجود التهاب حاد في منطقة القلع
5. الأرحاء الثالثة في كل من الفكين
6. وجود أمراض حول سنية مثل التهاب نسج داعمة يؤدي إلى :

القرود، وأعطت هذه الدراسة أدلة واضحة على حدوث الاندخال العظمي والثبات السريري للزرعات (Kohal et al., 2004, 1262-1268).

فالزرعات التشريحية الزيركونية الفورية قد تكون الحل الأمثل لمشكلتي وجود المعدن في الزرعة ووجود الفراغ بين سطح الزرعة والتجويف السنخي في الزرع الفوري إلا أنها لا تزال بحاجة لدراسة موسعة لمعرفة رد فعل العضوية لهذا النوع من الزرعات ومعرفة إنذارها واختلاطاتها، ومن هنا جاءت فكرة هذا البحث في دراسة التغير الحاصل في أبعاد العظم المحيط بالزرعات الزيركونية التشريحية الفورية.

#### الهدف من البحث:

- دراسة تأثير الزرعات الزيركونية التشريحية الفورية المصممة والمصنعة خصيصاً باستخدام الحاسوب على تغيرات عرض الحافة السنخية.

- دراسة تأثير الزرعات الزيركونية التشريحية الفورية المصممة والمصنعة خصيصاً باستخدام الحاسوب على تغيرات ارتفاع الحافة السنخية.

#### المواد والطرائق:

##### عينة الدراسة:

تألفت عينة البحث من 27 زرعة زيركونية تشريحية فورية عند 21 مريض من الجنسين لديهم استطباب لإجراء قلع لسن أو أكثر ومحققين لمعايير محددة لإجراء الزرع الفوري لهم باستخدام زرعة زيركونية تشريحية مصممة ومصنعة خصيصاً باستخدام الحاسوب، تم إجراء هذا البحث في قسم جراحة الفم والوجه والفكين في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق وجرى مقارنة النتائج مع نتائج الدراسات حول الزرعات الفورية التقليدية الموجودة في الأدب الطبي.

شروط اختيار العينة

\* فحص السن المراد قلعه من ناحية وجود حركة أو عمق النخر ومقدار التهدم

\* تقييم حالة النسيج الداعمة للسن المراد قلعه عن طريق السبر حول السني وتقييم معدل النزف على السبر وقياس مشعر اللويحة الجرثومية

\* تقييم حالة الأسنان المجاورة

\* تقييم الحالة الإطباقية وملاءمتها للتعويض لاحقاً

- ثم يجرى للمريض صورة شعاعية مقطعية محوسبة ذات حزمة مخروطية CBCT تستعمل في التقييم الشعاعي ثلاثي الأبعاد للسن المراد قلعه وتصميم النموذج ثلاثي الأبعاد للزرعة التشريحية باستخدام برنامج Mimics ثم يتم استخدام برنامجي 3-Matic و Meshmixer لإضافة مثبتات كبيرة Macro retentions بشكل نتوءات بحجم 0.5 مم على السطوح الملاصقة الأنسية والوحشية لذلك الجذر، وتحضير القسم التاجي للسن ليشكل دعامة سنية محضرة بخط إنهاء على شكل كتف (Pirker and Kocher, 2009, 1127-1132).

- بعد ذلك يتم تصنيع الزرعة من الزيركونيا المستخدمة طبيياً (Y-TZP) ومن ثم يعالج سطح الزرعة بالترميل sandblasting باستخدام مسحوق أكسيد الألومنيوم بحجم جزيئات 50 ميكرون وبضغط 1.5 بار لمدة 0.5 ثانية، ثم يتم وضع الزرعة في الفرن بدرجة حرارة 1500 درجة مئوية لمدة 8 ساعات لإتمام التلييد Sintering للزيركون لتحقق الخواص الميكانيكية المطلوبة. (Durakbasa et al., 2012)

- تنظف الزرعة بالأمواج فوق الصوتية في حمام كحول إيثيلي 99% لمدة 10 دقائق ثم بالماء المقطر منزوع الشوارد لمدة 10 دقائق.

- غمر القسم الجذري من الزرعة في المحلول المائي لحمض الفلور HF بتركيز 70% لمدة 24 ساعة بدرجة

\* نرف لثوي شديد إلى أن تتم معالجته

\* وجود حركة في السن أكثر من 1مم قبل القلع.

7. وجود شق عظمي (Dehiscence) أو نافذة عظمية (Fenestration) في الحافة السنخية عند الفحص السريري أو الشعاعي

8. وجود عادات فموية سيئة أو اضطرابات وظيفية كالصرير الليلي

9. التدخين و الكحولية

#### المواد:

أدوات تصميم وتصنيع الزرعات الزيركونية:

- جهاز تصوير مقطعي محوسب ذو حزمة مخروطية CBCT

- جهاز حاسب محمول

- مجموعة برمجيات لتحرير صورة CBCT وتصميم الزرعة وتحويلها إلى نظام التصنيع المساعد حاسوبياً CAM ، من هذه البرامج : Materialise Mimics , Materialise 3Matic , AutoCAD Meshmixer

- مخرطة زيركون تعمل بنظام CAD-CAM: CORiTEC 250i من شركة imes-icore الألمانية

- أقراص الزيركونيا المستخدمة طبيياً (Y-TZP) من شركة imes-icore الألمانية

- جهاز ترميل ورميل أكسيد الألومنيوم بحجم 50 ميكرومتر من شركة Renfert الألمانية.

- جهاز تنظيف بالأمواج فوق الصوتية

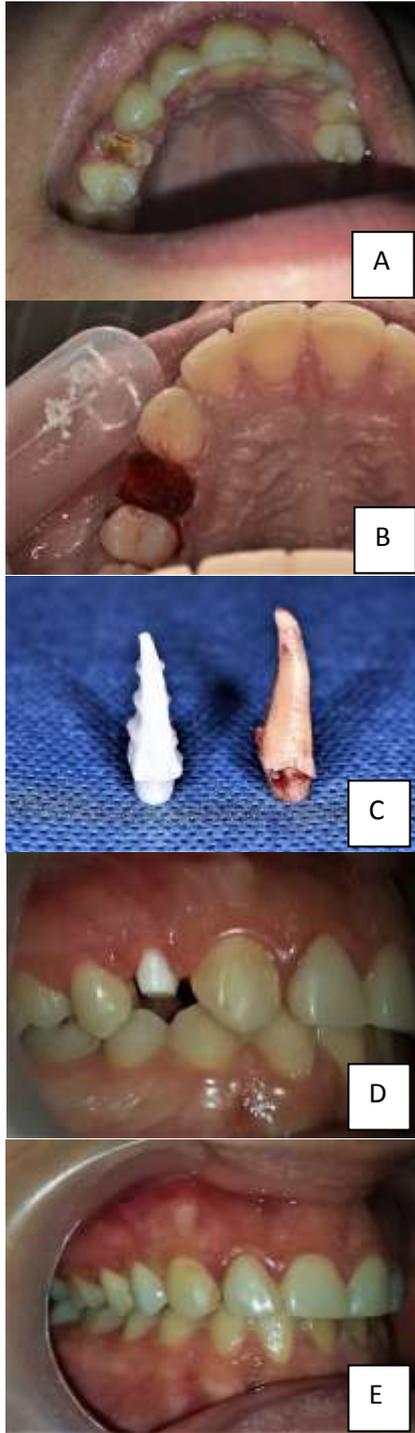
- أدوات فحص والأدوات الجراحية والتعويضية.

طريقة العمل

تم تنظيم استمارة بحث علمي خاصة بهذا البحث تتضمن المعلومات العامة للمريض ومعلومات عن المنطقة المراد إجراء عملية القلع والزرع الفوري فيها بالإضافة إلى جدول خاص بالمناوبة.

- في البداية يجرى للمريض فحص سريري يشمل:

\* فحص المخاطية الفموية واللثة.



الشكل (1): المراحل السريرية لوضع الزرعة التشريحية الزيركونية مكان السن الطبيعي بعد قلعه. (A) قبل القلع (B) بعد القلع مباشرة. (C) السن الطبيعية مقابل الزرعة التشريحية الزيركونية. (D) الزرعة التشريحية الزيركونية الفورية في موقعها ضمن السنخ (E) بعد التعويض.

حرارة الغرفة للحصول على التخريش المجهري للسطح (Wang *et al.*, 2014).

- بعد إزالة الزرعة من الحمض يتم وضعها مرة ثانية في جهاز الأمواج فوق الصوتية ضمن حمام كحول إيثيلي 99% لمدة 10 دقائق ثم بالماء المقطر منزوع الشوارد لمدة 10 دقائق وذلك بهدف تنظيف سطحها بشكل تام من بقايا حمض الفلور، ثم يتم تغليف الزرعة وتعقيمها بأشعة غاما RAD 2.5 في وحدة التعقيم ببيئة الطاقة الذرية (Pirker and Kocher, 2008, 293-295).

- المرحلة الجراحية: بعد تطهير الحفرة الفموية باستخدام مضامض الكلورهكسيدات يتم قلع السن بشكل غير راض باستخدام الروافع والكلابات الملائمة، بعدها يتم تجريف السنخ بشكل جيد بالمجارف الجراحية الصغيرة وغسله بالمصل الفيزيولوجي المعقم.

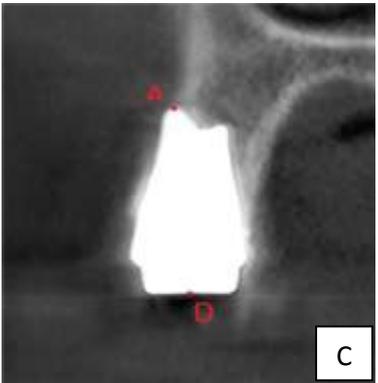
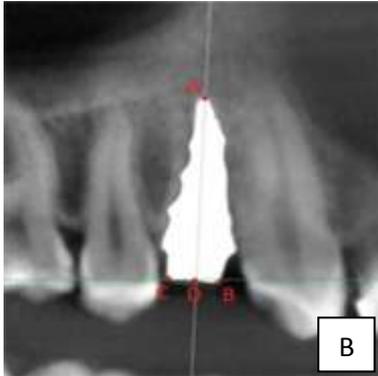
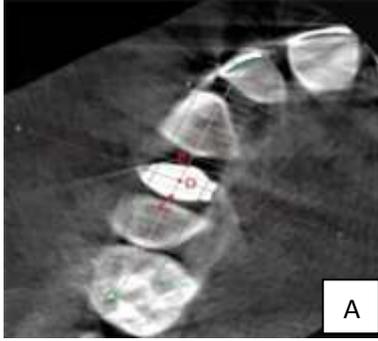
ثم يجري إدخال الزرعة الزيركونية التشريحية بواسطة الضغط الإصبعي أو بالمطرقة الجراحية باستخدام ضربات خفيفة وحذرة حتى إدخال الزرعة ضمن السنخ بشكل كامل، يتم تقييم الثبات الأولي للزرعة بواسطة الجس والقرع.

بعدها يتم إعطاء المريض وصفة دوائية تشمل مسكن Paracetamol 500mg 4 مرات يومياً إضافة للتعليمات ما بعد الجراحة وتجرى صورة CBCT تشمل مكان الزرعة بعد الزرع مباشرة.

- يتم التعويض على الزرعة بعد فترة لا تقل عن ثلاثة أشهر ويكون بأخذ طبعة باستخدام المطاط بعد إنهاء تحضير الدعامة بالسنايل الماسية إن لزم الأمر ويصنع تاج دائم خزفي مناسب ويثبت بإسمنت الإلصاق (الشكل 1).

## 1. دراسة تغير العرض الدهليزي اللساني للحافة

السنخية :



- جرى قياس عرض الحافة السنخية في المقاطع الدهليزية اللسانية لموقع الزرعة الزيركونية في الأزمنة الأربعة وذلك في مستوى يبعد 3 مم عن قمة العظم السنخي ذروبياً (الشكل 3).

## المتابعة والاختبارات:

تم تقسيم مراحل المتابعة السريرية والشعاعية في هذه الدراسة زمنياً إلى أربع أزمنة كالتالي:

\* مرحلة ما قبل الجراحة

\* مرحلة ما بعد الزرع مباشرة (الزمن T0)

\* مرحلة التعويض (الزمن T1) ، تراوحت مدتها بين

3-4.5 شهراً بعد T0

\* مرحلة المتابعة (الزمن T2) ، تراوحت مدتها بين

10-13.5 شهراً بعد T1

## الدراسة الشعاعية:

تم إجراء التصوير الشعاعي المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية CBCT لكل مريض في كل من الأزمنة الأربعة، يهدف التقييم الشعاعي إلى:

1. دراسة العرض الدهليزي اللساني للحافة السنخية ومقدار التغير الحاصل فيه في كل زمن للمتابعة.

2. دراسة الامتصاص العظمي الحفافي حول الزرعات الزيركونية في كل من الزمنين T1 و T2.

- أجريت دراسة الصور الشعاعية باستخدام برنامج عرض الصور الشعاعية المقطعية Ez3D-i

- تم توحيد المقاطع المدروسة في جميع الصور المأخوذة لكل مريض عن طريق أخذ مستوي يمر من

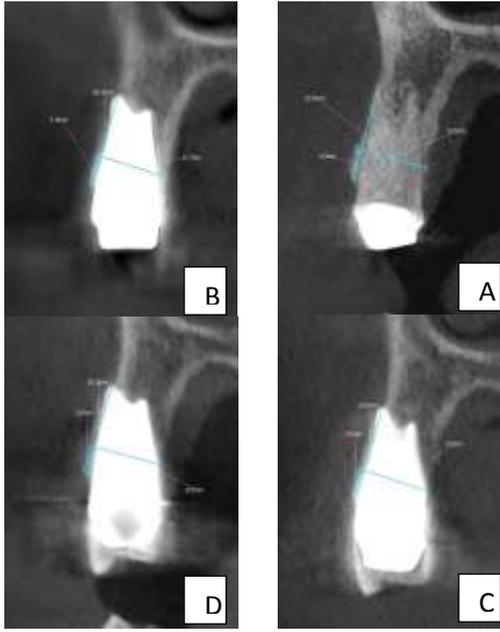
نقاط مرجعية ثابتة تشمل أكثر نقطة ذروية من الزرعة الزيركونية (النقطة A) مع النقطتين الأكثر أنسية

والأكثر وحشية (النقطتين B و C على الترتيب) من السطح الإطباق للدعامة المحضرة للزرعة، يمثل هذا

المستوي المقطع الأنسي الوحشي في جسم الزرعة. ثم تم إنشاء مقاطع عرضانية (Cross sectional) عمودية

على المستوي السابق واختيار المقطع الذي يمر من ذروة الزرعة الزيركونية ومن مركز سطح الدعامة

المحضرة (النقطة D) ليمثل المقطع الدهليزي اللساني لجسم الزرعة. (الشكل 2)



الشكل (3): قياس العرض الدهليزي اللساني للحافة السنخية في مستوى يبعد 3 مم ذروياً من قمة العظم في الزمن:

A- قبل الجراحة T0 -B T1 -C T2 -D

- حساب الامتصاص العظمي الحاصل على كل سطح من سطوح الزرعة كالتالي :

\* الامتصاص العظمي في الزمن T1 = مقدار العظم المغطى في الزمن T0 - مقدار العظم المغطى في الزمن T1

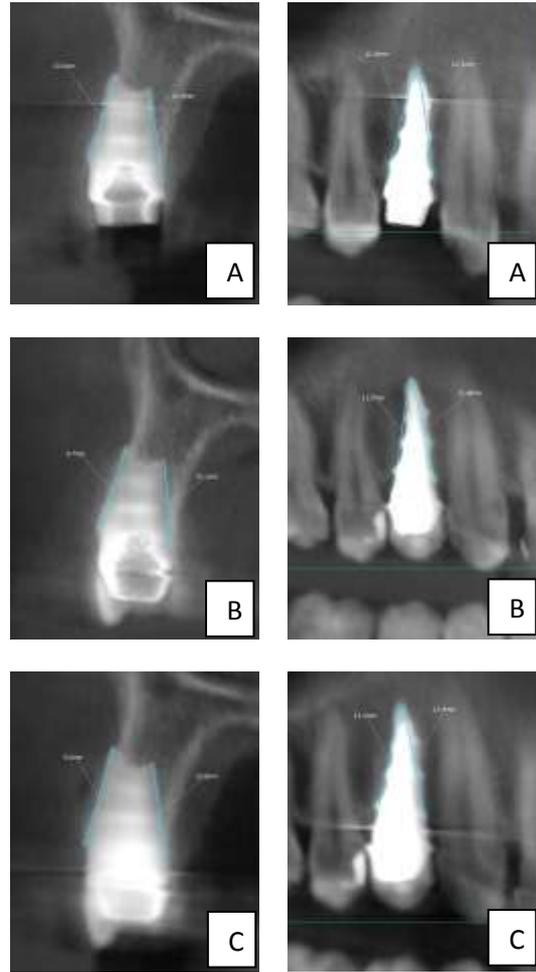
\* الامتصاص العظمي في الزمن T2 = مقدار العظم المغطى في الزمن T0 - مقدار العظم المغطى في الزمن T2

- حساب متوسط الامتصاص العظمي الكلي حول الزرعة الزيركونية في كل من الزمنين T1 و T2 كالتالي:

متوسط الامتصاص العظمي الكلي = الامتصاص العظمي في الجهة الدهليزية + الامتصاص العظمي في الجهة اللسانية + الامتصاص العظمي في الجهة الأنسية + الامتصاص العظمي في الجهة الوحشية ÷ 4  
- وقد تم حساب متوسط الامتصاص العظمي الحاصل بين T1 و T2 بالمعادلة:

2. دراسة الامتصاص العظمي الحفافي العمودي حول الزرعات الزيركونية:

تم تقييم الامتصاص العظمي الحفافي العمودي الحاصل حول الزرعات الزيركونية التشريحية في كل من الزمنين T1 (مرحلة التعويض) و T2 (مرحلة المتابعة) عن طريق حساب متوسط التغير الحاصل في ارتفاع العظم المغطي لكل سطح من سطوح الزرعة الزيركونية الأربعة، وقد جرى العمل كما يلي:

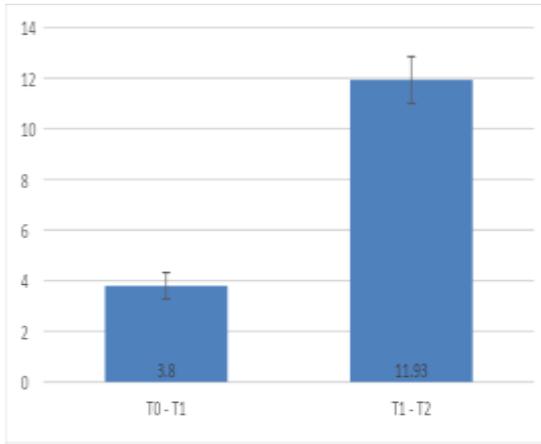


- قياس ارتفاع العظم المغطي للزرعة الزيركونية في كل من السطوح الأنسي والوحشي والدهليزي واللساني للزرعة وفي كل من الأزمنة T0 و T1 و T2 ، وذلك عن طريق قياس المسافة الخطية من أكثر نقطة ذروية للزرعة حتى الحافة العظمية (الشكل 4)

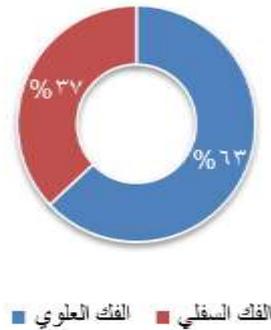
- تراوحت الفترة الزمنية بين الجراحة T0 والتعويض T1 من 3 - 4.5 شهر بمتوسط حسابي  $3.8 \pm 0.52$  شهراً. والفترة الزمنية بين التعويض T1 والمتابعة T2 بين 10 - 13.5 شهراً بمتوسط حسابي  $11.93 \pm 0.92$  شهراً.

الجدول (2): الإحصاء الوصفي للفترة الزمنية بين الجراحة والتعويض وبين التعويض والمتابعة

الحد الأعلى	الحد الأدنى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الفترة الزمنية
4.50	3.00	0.52	3.80	T0 - T1
13.50	10.00	0.92	11.93	T1 - T2



الشكل (6): الفترة الزمنية بين الجراحة والتعويض وبين التعويض والمتابعة



الشكل (7): توزيع الزراعات في عينة الدراسة حسب الفك

الامتصاص العظمي بين T1 و T2 = الامتصاص العظمي في T2 - الامتصاص العظمي في T1  
الدراسة الإحصائية:

- استخدم اختبار تحليل التباين للقياسات المتكررة (Repeated Measures ANOVA) لدراسة الاختلاف في تغير عرض الحافة السنخية بين فترات الدراسة T0 و T1 و T2.

- استخدم اختبار تحليل التباين للقياسات المتكررة (Repeated Measures ANOVA) لدراسة الاختلاف في تغير متوسط ارتفاع العظم المغطي بين فترات الدراسة.

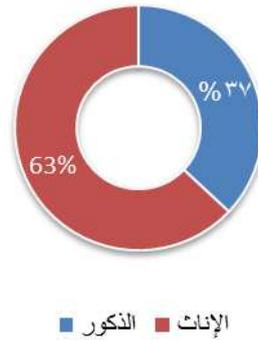
- استخدم اختبار t للعينات المترابطة لدراسة الفرق بين الامتصاص الحاصل بين الزمنين T0 و T1 والزمنين T1 و T2.

### النتائج:

- وصف العينة:

- تألفت عينة البحث من 21 مريضاً تم غرس 27 غرسة لديهم. بلغت نسبة الذكور 37% (10 مرضى) والإناث 63% (17 مريضة).

- وتراوحت أعمار المرضى بين 21 - 55 سنة بمتوسط حسابي  $37.24 \pm 9.71$  سنة.



الشكل (5): نسبة الذكور والإناث في مرضى الدراسة

الجدول (1): الإحصاء الوصفي لعمر مرضى البحث

العمر	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
37.24	9.71	21	55	

الجدول (4): الإحصاء الوصفي لارتفاع العظمي حسب الجهة والفترة الزمنية المدروسة

الحد الأدنى	الحد الأعلى	مجال الثقة 95% للمتوسط		أعلى قيمة	أدنى قيمة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد العينة	الجهة	الفترة الزمنية
		الحد الأدنى	الحد الأعلى							
11.24	12.57	11.24	12.57	14.60	7.80	1.69	11.90	27	أنسي	T0
11.14	12.27	11.14	12.27	13.80	8.10	1.42	11.70	27	وحشي	T0
10.65	11.66	10.65	11.66	13.20	8.20	1.29	11.16	27	دهليزي	T0
10.60	11.58	10.60	11.58	12.90	8.30	1.25	11.09	27	حنكي	T0
10.95	11.98	10.95	11.98	13.30	8.20	1.30	11.46	27	المتوسط	T0
10.54	11.98	10.54	11.98	14.20	7.40	1.66	11.26	23	أنسي	T1
10.40	11.56	10.40	11.56	13.30	7.60	1.35	10.98	23	وحشي	T1
9.83	10.85	9.83	10.85	12.90	8.00	1.18	10.34	23	دهليزي	T1
9.86	10.86	9.86	10.86	12.60	8.00	1.16	10.36	23	حنكي	T1
10.21	11.26	10.21	11.26	12.80	7.98	1.21	10.73	23	المتوسط	T1
9.76	11.32	9.76	11.32	13.90	7.30	1.76	10.54	22	أنسي	T2
9.61	10.93	9.61	10.93	12.90	7.20	1.49	10.27	22	وحشي	T2
9.06	10.25	9.06	10.25	12.20	7.30	1.34	9.65	22	دهليزي	T2
9.16	10.30	9.16	10.30	11.90	7.20	1.28	9.73	22	حنكي	T2
9.45	10.65	9.45	10.65	12.38	7.40	1.36	10.05	22	المتوسط	T2

كما توزعت الزراعات في البحث إلى 17 زرعة في الفك العلوي (63%) و 10 زراعات في الفك السفلي (37%).  
- تراوح طول الزراعات المستخدمة في عينة الدراسة بين 13.1 - 20 مم بمتوسط حسابي  $16.96 \pm 2.19$  مم.

الجدول (3): الإحصاء الوصفي لطول الزراعات المستخدمة

الحد الأدنى	الحد الأعلى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	طول الزرعة
13.1	20	2.19	16.96	20

- وقد تناقص حجم العينة المدروسة من 27 في الزمن T0 إلى 23 في الزمن T1 ثم إلى 22 في الزمن T2 وذلك بسبب فشل 4 زراعات في المرحلة ما قبل التعويض وفشل زرعة واحدة في المرحلة ما بعد التعويض خلال فترة المتابعة.

#### دراسة ارتفاع الحافة السنخية:

- تراوحت المتوسطات الحسابية للعظم المغطي لكل سطح من السطوح الأربعة للزراعات الزيركونية في الزمن T0 بين 11.09 مم (من الجهة الحنكية) و 11.90 مم (من الجهة الأنسية) بمتوسط حسابي لجميع الجهات  $11.46 \pm 1.30$  مم.

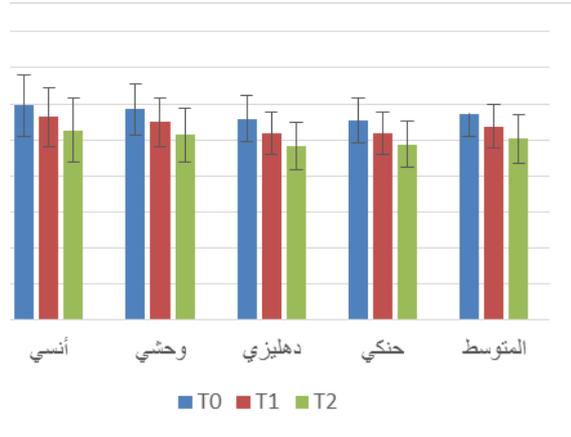
- وفي الزمن T1 تراوحت المتوسطات الحسابية بين 10.34 مم (من الجهة الدهليزية) و 11.26 مم (من الجهة الأنسية) بمتوسط حسابي لجميع الجهات  $10.73 \pm 1.21$  مم.

- وفي الزمن T2 تراوحت المتوسطات الحسابية بين 9.65 مم (من الجهة الدهليزية) و 10.54 مم (من الجهة الأنسية) بمتوسط حسابي لجميع الجهات  $10.05 \pm 1.36$  مم.

الجدول (5): اختبار ANOVA للقياسات المتكررة مع المقارنات الثنائية للتغير في الارتفاع العظمي بين فترات الدراسة

p	مجال الثقة %95 للمتوسط		أعلى قيمة	أدنى قيمة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الجهة	الفترة الزمنية
	الحد الأعلى	الحد الأدنى						
0.000	0.95	0.41	2.40	0.20	0.61	0.68	أسي	T0 - T1
	1.01	0.43	2.50	0.10	0.66	0.72	وحشي	
	1.03	0.47	2.50	0.00	0.64	0.75	دهليزي	
	0.92	0.38	2.50	0.00	0.60	0.65	حنكي	
0.000	0.97	0.43	2.45	0.08	0.61	0.70	المتوسط	T0 - T1
	1.00	0.45	2.30	0.10	0.62	0.72	أسي	
	0.98	0.43	2.40	0.20	0.63	0.70	وحشي	
	0.93	0.41	2.20	0.10	0.59	0.67	دهليزي	
0.000	0.86	0.38	2.00	0.10	0.54	0.62	حنكي	T1 - T2
	0.94	0.42	2.20	0.18	0.58	0.68	المتوسط	
	1.94	0.87	4.60	0.50	1.20	1.40	أسي	
	1.97	0.87	4.90	0.40	1.24	1.42	وحشي	
0.000	1.93	0.91	4.60	0.10	1.15	1.42	دهليزي	T0 - T2
	1.75	0.79	4.50	0.10	1.09	1.27	حنكي	
	1.89	0.87	4.65	0.30	1.15	1.38	المتوسط	
	1.89	0.87	4.65	0.30	1.15	1.38	المتوسط	

> Repeated-Measures ANOVA test: p  
0.0005



الشكل (8): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للارتفاع العظمي حسب الجهة والفترة الزمنية المدروسة

دراسة الامتصاص العظمي الحفافي العمودي خلال فترات الدراسة:

- تراوحت المتوسطات الحسابية للامتصاص العظمي العمودي الحاصل على كل سطح من السطوح الأربعة للزرعات الزيركونية في الفترة بين الزمنين T0 و T1 بين 0.65 مم (من الجهة الحنكية) و 0.75 مم (من الجهة الدهليزية) بمتوسط حسابي لجميع الجهات  $0.70 \pm 0.61$  مم.

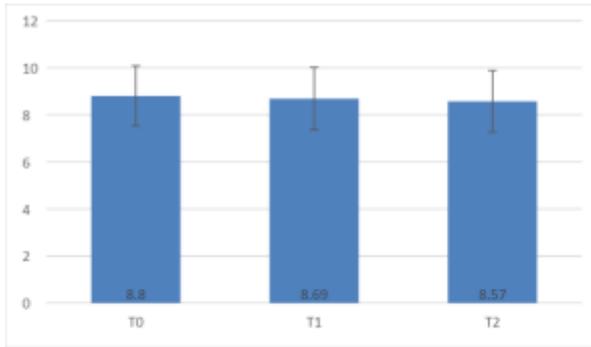
- وبين الزمنين T1 و T2 تراوحت المتوسطات الحسابية بين 0.62 مم (من الجهة الحنكية) و 0.72 مم (من الجهة الأنسية) بمتوسط حسابي لجميع الجهات  $0.68 \pm 0.58$  مم.

- وبين الزمنين T0 و T2 تراوحت المتوسطات الحسابية بين 1.27 مم (من الجهة الحنكية) و 1.42 مم (من الجهتين الوحشية والدهليزية) بمتوسط حسابي لجميع الجهات  $1.15 \pm 1.38$  مم.

- تم استخدام اختبار تحليل التباين للقياسات المتكررة (Repeated Measures ANOVA) لدراسة الاختلاف في متوسط الامتصاص العظمي

الجدول (7): الإحصاء الوصفي لعرض الحافة السنخية خلال فترات الدراسة

الحد الأعلى	الحد الأدنى	مجال الثقة %95 للمتوسط		أعلى قيمة	أدنى قيمة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الفترة الزمنية
		الحد الأعلى	الحد الأدنى					
9.30	8.29	9.30	8.29	12.00	6.50	1.28	8.80	T0
9.26	8.11	9.26	8.11	11.70	6.40	1.33	8.69	T1
9.14	8.00	9.14	8.00	11.50	6.30	1.31	8.57	T2



الشكل (10): المتوسطات الحسابية لعرض الحافة السنخية خلال فترات الدراسة

دراسة تغير عرض الحافة السنخية خلال فترات الدراسة:

- استخدم اختبار تحليل التباين للقياسات المتكررة (Repeated Measures ANOVA) لدراسة الاختلاف في تغير عرض الحافة السنخية بين فترات الدراسة، أظهر الاختبار وجود فروق جوهرية إحصائياً ( $p > 0.0005$ ).

- أظهرت المقارنات الثنائية باستخدام تصحيح بونفيروني Bonferroni Correction أن المتوسط الحسابي لعرض الحافة السنخية في الزمن T1 كان أقل

بين فترات الدراسة للحالات التي لم يحدث فيها فشل. أظهر الاختبار وجود فروق جوهرية إحصائياً بين فترات الدراسة لذلك تم إجراء المقارنات الثنائية باستخدام تصحيح بونفيروني. وأظهر الاختبار أن الفروق بين كل من الفترات الزمنية كانت جوهرية إحصائياً ( $p > 0.0005$ ).



الشكل (9): المتوسطات الحسابية للامتصاص العظمي بين الفترات الزمنية حسب الجهة المدروسة

- كما تم إجراء اختبار t للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفرق بين الامتصاص الحاصل في الفترة T0 - T1 والفترة T1 - T2. لم يظهر الاختبار وجود فرق جوهرية إحصائياً في الامتصاص بين الفترتين هاتين ( $p = 0.758$ ).

الجدول 6: اختبار t للعينات المترابطة لدراسة الفرق بين الامتصاص الحاصل بين الزمنين T0 و T1 والزمنين T1 و T2

مجال الثقة %95	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة p
الحد الأعلى	الحد الأدنى	المتوسط الفرق	المتوسط الفرق	المتوسط الفرق
0.16	0.12-	0.31	0.02	0.758

دراسة عرض الحافة السنخية:

- بلغ المتوسط الحسابي لعرض الحافة السنخية في الزمن T0 8.80 مم، وفي الزمن T1 8.60 مم، وفي الزمن T2 8.57 مم.

وتحسين الانطباع النفسي عند المرضى تجاه زرع الأسنان، بالإضافة إلى دور مقترح للزرع الفوري في الحفاظ على أبعاد النسيج الرخوة المحيطة بالزرعة بعد قلع السن والحد من الامتصاص العظمي التالي لذلك القلع (Mangano et al., 2012, 1241-1245) (Koh et al., 2010, 98-108).

قد يؤدي استخدام السنايل الدوارة في تحضير مهد الزرعة إلى رفع درجة حرارة العظم وتموت الخلايا العظمية، بالإضافة إلى إمكانية حدوث الاختلالات الإثنائية خصوصاً عند استخدام تقنيات التجدد النسيجي الموجه، ترتبط جميع هذه التحديات بمواصفات الزرعات التقليدية المصنعة بشكل براغي ذات أطوال وأقطار محددة مسبقاً. كما تمتلك الزرعات السنوية التقليدية شكلاً هندسياً أسطوانياً أو مستديراً مع وجود حلزونات محيطة على طول البرغي، وبسبب هذا التصميم الهندسي تقدم الشركات خيارات محدودة من الزرعات المتاحة من جهة الطول والقطر وخواص الحلزونات، وبالتالي لا يمكنها أن تغطي كامل الاحتياجات الخاصة عند كل مريض بشكل إفرادي (Chen et al., 1993-1998, 2012) بشكل إفرادي (Chen et al., 2014, 1088-1095).

تقدم الزرعات التشريحية فوائد عديدة منها أن الشكل التشريحي للزرعة مشابه للسن المقلوعة مما يلغي الحاجة لاستخدام سنايل الحفر العظمية والإجراءات الرضاة الأخرى اللازمة لتحضير مسكن الزرعة تقليدياً، كما أن التطبيق المباشر للزرعات التشريحية بعد القلع يسمح بالدعم الفوري للنسيج الرخوة مع حمل وظيفي محدود جداً مما ينتج عنه حفاظ مثالي على السنخ مع امتصاص عظمي أصغري. بالإضافة إلى إلغاء الحاجة إلى استخدام الطعوم العظمية لملء الفراغ Gap المشكل بين الزرعة التقليدية وجدران العظم السنخي (Pirker and Kocher, 2009, 1127-1132).

منه في الزمن T0 بمقدار  $0.09 \pm 0.18$  مم، وفي الزمن T2 أقل منه في الزمن T1 بمقدار  $0.12 \pm 0.16$  مم، وفي الزمن T2 أقل منه في الزمن T0 بمقدار  $0.23 \pm 0.30$  مم، وكانت كل هذه الفروق جوهرياً إحصائياً ( $p > 0.05$ ).

الجدول (8): اختبار ANOVA للقياسات المتكررة مع المقارنات الثنائية للتغير في عرض الحافة السنخية بين فترات الدراسة

p	مجال الثقة %95 للمتوسط		أعلى قيمة	أدنى قيمة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	التغير في عرض الحافة السنخية
	الحد الأعلى	الحد الأدنى					
0.000	0.22	0.14	0.30	0.00	0.09	0.18	T0 - T1
0.007	0.19	0.05	0.70	0.00	0.16	0.12	T1 - T2
0.000	0.40	0.20	1.00	0.10	0.23	0.30	T0 - T2
> Repeated-Measures ANOVA test: p 0.0005							

### المناقشة:

ينطور علم زراعة الأسنان بشكل مستمر باتجاه تبسيط الإجراءات السريرية والإنقاص من مدة المعالجة والرض الجراحي، ويعتبر الزرع الفوري Immediate Implant Placement أحد وجوه هذا التطور حيث يتم وضع الزرعة السنوية في نفس جلسة قلع السن، وتتخلص مزايا الزرع الفوري بإنقاص زمن المعالجة الكلي عن طريق اختصار مدة الشفاء العظمي بعد قلع السن وتجنب الحاجة لإجراء مداخل جراحية ثانية لوضع الزرعة، وبالتالي انخفاض التكلفة المادية لكامل المعالجة

شملت المتغيرات الشعاعية المدروسة كلاً من:  
\* دراسة الامتصاص العظمي الحفافي العمودي خلال فترات الدراسة :

اعتمدت أغلب الدراسات التي قيمت الامتصاص الحفافي حول الزرعات على استخدام الصور الشعاعية حول الذروية، وتعتبر الصور الذروية جيدة وذات مصداقية في تقييم المستوى العظمي الحفافي الملاصق الأنسي والوحشي ولكن هناك معوقات يجب التغلب عليها للوثوق في القياسات المجراة على الصور الذروية مثل تحقيق التوازي الجيد وحفظ وضعية التصوير وصعوبة التمكن من تكرار الصور بنفس الوضعية وصعوبة معرفة تزوي الزرعة بالنسبة للمستوى الدهليزي اللساني كما أن السطح الدهليزي للعظم لا يمكن تقييمه على الصور الذروية وهو السطح العظمي الأهم في النواحي التجميلية، ولتقييم مستوى العظم دهليزياً تعتبر صور CBCT هي الحل المناسب، وتتميز صور CBCT بأنها ثلاثية الأبعاد وواضحة وتعتبر دقيقة في إجراء القياسات ويمكن تكرار القياسات عليها بدقة وأقل تشويشاً من صور CT التقليدي. كما أنه لا يوجد فرق في تقييم المستوى الحفافي الملاصق بين الصور الذروية وصور CBCT (Kaminaka et al., 2015, 576-585) (Schropp and Wenzel, 2016, 107-122).

تم في هذه الدراسة قياس الامتصاص العظمي العمودي عند كل سطح من سطوح الزرعة الأربعة: الدهليزي والحنكي والأنسي والوحشي، ثم حساب متوسط الامتصاص العظمي الكلي لجميع الجهات.

بحسب الدراسة الإحصائية ازدادت قيم الامتصاص العظمي العمودي الكلي في T2 عنها في T1، اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Böse وزملاؤه حول الزرعات التشريحية الفورية ذات الجذر المصنوع من التيتانيوم والدعامة المصنوعة من الزيركونيا (Bose et al., 2020)،

وبالإمكان اختيار تصنيع الزرعات التشريحية المشابهة لشكل السن من الزيركونيا بسبب كون الزيركونيا تحسن من الناحية التجميلية خصوصاً في المنطقة الأمامية، بالمقارنة مع تلون النسيج الرخوة باللون الرمادي الذي تسببه زرعات ودعامات التيتانيوم.

إضافة لمتنع الزيركونيا بخواص مرغوبة حيث تظهر ألفة ضعيفة لتجمع اللويحة الجرثومية مع كمية أقل من الرشاحة الالتهابية في النسيج المجاورة مقارنة بالتيتانيوم كما تُظهر النسيج الرخوة تكييفاً أفضل حول الزيركونيا، مما يخفف من خطورة الإصابة بأمراض ما حول الزرعة (Cionca et al., 2017, 241-258)، كما أنها ذات تقبل حيوي عالي وتتمتع بخواص ميكانيكية جيدة في الزرعات وذات نواحي تجميلية متفوقة (Pirker and Kocher, 2009, 1127-1132).

تم تصميم الزرعات الزيركونية التشريحية في هذه الدراسة بالاعتماد على صورة شعاعية CBCT قبل إجراء القلع السني ليتم استعمالها بشكل فوري ضمن السنخ الطازج Fresh socket في نفس جلسة القلع بخلاف ما كان يتبع سابقاً في أغلب الدراسات حول الزرعات الزيركونية التشريحية حيث كان يجري القلع قبل تصنيع الزرعة، ثم توضع الزرعة التشريحية في جلسة منفصلة بعد القلع بعدة أيام (Kohal et al., 2004, 1262-1268) (Pirker and Kocher, 2009, 1127-1132) (Patankar et al., 2016, 270-3) (Pirker et al., 2011, 212-216).

كما تمت إضافة برورات على السطوح الملاصقة للزرعة لتلعب دور مثبتات كبيرة Macro Retentions تمنح الزرعة ثباتاً أولياً عبر اشتباكها بالعظم في المسافات الملاصقة، وتم إنقاص القطر الدهليزي-اللساني/الحنكي للزرعة بمقدار 0.1-0.2 مم لحماية الصفيحة الدهليزية الرقيقة من الانكسار والامتصاص (Pirker and Kocher, 2009, 1127-1132).

أظهرت النتائج قيمةً منخفضة بشكل كبير لمتوسط الامتصاص العظمي الأفقي عند مقارنتها مع الدراسات التي تناولت الزرع الفوري بالزرعات التقليدية دون استخدام الطعوم العظمية (Lee et al., 2013, 815-823) (Rossi et al., 2014, 914-926)، وأيضاً مع تلك التي درست تغيرات أبعاد العظم السنخي بعد القلع وعدم وضع زرعات سنخية (Tan et al., 2012, 1-21).

وقد اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة Fujita حول الزرع الفوري باستخدام الزرعات التقليدية مع تطبيق الطعوم العظمية ضمن الفراغ المتشكل بين الزرعة والجدران العظمية (Fujita et al., 2021, 59)، ودراسة Barakat قامت بتطبيق الزرع الفوري مع تقنية الدرع السنخي Socket Shield للحفاظ على الجدار العظمي الدهليزي من الامتصاص (Barakat et al., 2017, 155-161). وعليه يمكن القول بأن لاستخدام الزرعات الزيركونية التشريحية الفورية دور في الإنقاص أو الحد من حدوث الامتصاص الأفقي للعظم السنخي التالي للقلع والزرع الفوري.

### الاستنتاجات:

- ضمن محدوديات هذه الدراسة يمكن أن نستنتج:
- لا يوجد للزرعات الزيركونية التشريحية الفورية دور مثبت في منع أو إنقاص الامتصاص العظمي الحفافي العمودي التالي للقلع السنخي.
- لهذه الزرعات دور في الإنقاص أو الحد من الامتصاص العظمي الأفقي التالي للقلع السنخي.
- تحافظ هذه الزرعات على البعد الدهليزي اللساني للسنخ بعد القلع السنخي.

في حين اختلفت مع دراسة Mangano وزملائه حول الزرعات التشريحية المصنوعة من التيتانيوم بتقنية التليد الليزري المباشر للتيتانيوم (Mangano et al., 2014, 1321-1328)، يمكن أن يعزى هذا الاختلاف إلى اختلاف تقنية التصنيع ومعالجة السطح أو المادة المختارة لتصنيع الزرعة أو تطبيق معايير استبعاد أكثر صرامة في تلك الدراسة من ناحية المحافظة على الصحة الفموية عند مرضى العينة في تلك الدراسة.

توافقت قيمة متوسط الامتصاص العظمي الحفافي العمودي في هذه الدراسة مع الدراسات التي تناولت الزرع الفوري باستخدام زرعات تيتانيوم تقليدية بشكل البرغي دون إجراءات تطعيم عظمي أو رفع شريحة ودون تحميل مباشر للزرعة (Rossi et al., 2013, 815-823) (Barakat et al., 2017, 155-161) (Tonetti et al., 2017, 215-224).

بالمقابل اختلفت نتائج هذه الدراسات مع دراسات أخرى حول الزرع الفوري باستخدام الزرعات التقليدية شملت على متغيرات إضافية كاستخدام الطعوم العظمية أو تطبيق التحميل الفوري الوظيفي للزرعات (Cooper et al., 2014, 914-926) (Lee et al., 2014, 914-926) (Van Nimwegen et al., 2016, 709-717) (2014, 709-717)، مما يقترح دوراً لتلك المتغيرات في الإنقاص من الامتصاص العظمي العمودي.

كما تم في هذه الدراسة تقييم التغيرات في عرض الحافة السنخية بالاتجاه الدهليزي الحنكي : وذلك في مستوى يبعد 3 مم ذروباً عن قمة العظم السنخي من الجهة الدهليزية، حيث تعبر هذه التغيرات عن الامتصاص الأفقي الحاصل للعظم السنخي بعد القلع والزرع الفوري. بحسب الدراسة الإحصائية ازدادت قيم الامتصاص العظمي الأفقي الكلي في T2 عنها في T1، وقد

**التمويل:** هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

## References:

- 1 . Tolman D. E. & Keller E. E. 1991. Endosseous implant placement immediately following dental extraction and alveoloplasty: preliminary report with 6-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 6, 24-28.
- 2 . Beagle J. 2006. The immediate placement of endosseous dental implants infresh extraction sites. *Dent Clin North Am*, 50, 375-389.
- 3 . Knaus J., Schaffarczyk D. & Cölfen H. 2020. On the Future Design of Bio-Inspired Polyetheretherketone Dental Implants. *Macromolecular bioscience*, 20.
- 4 . Stejskal J. & Stejskal V. D. 1999. The role of metals in autoimmunity and the link to neuroendocrinology. *Neuro Endocrinol Lett*, 20, 351-364.
- 5 . Valentine-Thon E. & Schiwara H. W. 2003. Validity of MELISA for metal sensitivity testing. *Neuro Endocrinol Lett*, 24, 57-64.
- 6 . Bianco P. D., Ducheyne P. & Cuckler J. M. 1996. Local accumulation of titanium released from a titanium implant in the absence of wear. *J Biomed Mater Res*, 31, 227-234.
- 7 . Weingart D., Steinemann S., Schilli W., Strub J. R., Hellerich U., Assenmacher J. & Simpson J. 1994. Titanium deposition in regional lymph nodes after insertion of titanium screw implants in maxillofacial region. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 23, 450-452.
- 8 . Silva V. V., Lameiras F. S. & Lobato Z. I. 2002. Biological reactivity of zirconia-hydroxyapatite composites. *J Biomed Mater Res*, 63, 583-590.
- 9 . Scarano A., Di Carlo F., Quaranta M. & Piattelli A. 2003. Bone response to zirconia ceramic implants: an experimental study in rabbits. *J Oral Implantol*, 29, 8-12.
- 10 . Ozkurt Z. & Kazazoglu E. 2011. Zirconia dental implants: a literature review. *J Oral Implantol*, 37, 367-376.
- 11 . Becker M. J. 1999. Ancient "dental implants": a recently proposed example from France evaluated with other spurious examples. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 14, 19-29.
- 12 . Hodosh M., Povar M. & Shklar G. 1969. The dental polymer implant concept. *J Prosthet Dent*, 22, 371-380.
- 13 . Kohal R. J., Weng D., Bachle M. & Strub J. R. 2004. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment. *J Periodontol*, 75, 1262-1268.
- 14 . Durakbasa M. N., Demircioglu P., Bas G. & Pirker W. 2012. Micro-examination of dental samples to enable the quality characteristics required by the clinical experience using biomedical metrology. *Biomed met* [Online]. Available: <http://www.bioimplant.at/wp-content/uploads/2016/06/2012microCAD2012.pdf>.
- 15 . Wang S.-F., Yang C.-K., Yang J.-C. & Lee S.-Y. 2014. *Method of surface treatment for zirconia dental implants*. United States patent application No. US8883032 B2.
- 16 . Pirker W. & Kocher A. 2008. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implant in single tooth replacement. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 37, 293-295.
- 17 . Mangano F. G., Cirotti B., Sammons R. L. & Mangano C. 2012. Custom-made, root-analogue direct laser metal forming implant: a case report. *Lasers Med Sci*, 27, 1241-1245.
- 18 . Koh R. U., Rudek I. & Wang H. L. 2010. Immediate implant placement: positives and negatives. *Implant Dent*, 19, 98-108.
- 19 . Chen X., Xie L., Du R. & Feilong Den 2012. Design and fabrication of custom-made dental implants. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26(7), 1993-1998.
- 20 . Chen J., Zhang Z., Chen X., Zhang C., Zhang G. & Xu Z. 2014. Design and manufacture of customized dental implants by using reverse engineering and selective laser melting technology. *J Prosthet Dent*, 112, 1088-1095.
- 21 . Pirker W. & Kocher A. 2009. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implants placed into single-rooted extraction sockets: 2-year follow-up of a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 38, 1127-1132.

- 22 . Cionca N., Hashim D. & Mombelli A. 2017. Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading? *Periodontol* 2000, 73, 241-258.
- 23 . Patankar A., Kshirsagar R., Patankar S. & Pawar S. 2016. Immediate, Non Submerged Root Analog Zirconia Implant in Single Rooted Tooth Replacement: Case Report with 2 years Follow Up. *J Maxillofac Oral Surg*, 15, 270-3.
- 24 . Pirker W., Wiedemann D., Lidauer A. & Kocher A. A. 2011. Immediate, single stage, truly anatomic zirconia implant in lower molar replacement: a case report with 2.5 years follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 40, 212-216.
- 25 . Kaminaka A., Nakano T., Ono S., Kato T. & Yatani H. 2015. Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue: A 1-Year Prospective Clinical Study. *Clin Implant Dent Relat Res*, 17, 576-585.
- 26 . Schropp L. & Wenzel A. 2016. Timing of single implant placement and long-term observation of marginal bone levels. *Eur J Oral Implantol*, 9, 107-122.
- 27 . Bose M. W. H., Hildebrand D., Beuer F., Wesemann C., Schwerdtner P., Pieralli S. & Spies B. C. 2020. Clinical Outcomes of Root-Analogue Implants Restored with Single Crowns or Fixed Dental Prosthesis: A Retrospective Case Series. *J Clin Med*, 9.
- 28 . Mangano F. G., De Franco M., Caprioglio A., Macchi A., Piattelli A. & Mangano C. 2014. Immediate, non-submerged, root-analogue direct laser metal sintering (DLMS) implants: a 1-year prospective study on 15 patients. *Lasers Med Sci*, 29, 1321-1328.
- 29 . Rossi F., Romanelli P., Ricci E., Marchetti C. & Botticelli D. 2013. A cone beam tomographic evaluation of hard tissue alterations at immediate implants: a clinical prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 33, 815-823.
- 30 . Barakat D. A., Hassan R. S. & Eldibany R. M. 2017. Evaluation of the socket shield technique for immediate implantation. *Alexandria Dental Journal*, 42, 155-161.
- 31 . Tonetti M. S., Cortellini P., Graziani F., Cairo F., Lang N. P., Abundo R., Conforti G. P., Marquardt S., Rasperini G., Silvestri M., Wallkamm B. & Wetzel A. 2017. Immediate versus delayed implant placement after anterior single tooth extraction: the timing randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*, 44, 215-224.
- 32 . Lee C. T., Chiu T. S., Chuang S. K., Tarnow D. & Stoupe J. 2014. Alterations of the bone dimension following immediate implant placement into extraction socket: systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*, 41, 914-926.
- 33 . Cooper L. F., Reside G. J., Raes F., Garriga J. S., Tarrida L. G., Wilfang J., Kern M. & De Bruyn H. 2014. Immediate provisionalization of dental implants placed in healed alveolar ridges and extraction sockets: a 5-year prospective evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 29, 709-717.
- 34 . Van Nimwegen W. G., Goene R. J., Van Daelen A. C., Stellingsma K., Raghoobar G. M. & Meijer H. J. 2016. Immediate implant placement and provisionalisation in the aesthetic zone. *J Oral Rehabil*, 43, 745-752.
- 35 . Tan W. L., Wong T. L., Wong M. C. & Lang N. P. 2012. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res*, 23 Suppl 5, 1-21.
- 36 . Fujita Y., Nakano T., Ono S., Shimamoto T., Mizuno K., Yatani H. & Ishigaki S. 2021. CBCT analysis of the tissue thickness at immediate implant placement with contour augmentation in the maxillary anterior zone: a 1-year prospective clinical study. *Int J Implant Dent*, 7, 59.

