Evaluation of the accuracy of 2D cephalometric analysis in the measurement of bucculingual incisors inclination

Dr. Abdulkarim Hassan*

(Received 14 / 6 / 2024. Accepted 1 / 8 / 2024)

□ ABSTRACT □

Aim: To study the accuracy of angular measurements of incisors in the sagittal plane when measured using lateral cephalometric radiographs and comparing them with measurements made on CBCT images.

Materials and Methods This study was designed as a retrospective radiographic study and the study sample included 30 CBCT images of patients with skeletal class I. Three-dimensional cephalometric analysis was used to measure the bucculingual inclination of the incisors from which lateral cephalometric radiographs were derived and the same measurements were repeated.

Results: There were no statistically significant differences in the bucculingual inclination values of the incisors measured using 2D analysis on derived cephalometric radiographs when compared with those measured using 3D cephalometric analysis on CBCT radiographs.

Conclusions: The study concluded that the accuracy of 2D cephalometric analysis and conventional cephalometric measurements derived from CBCT images were sufficient for measuring the bucculingual inclination of the incisors.

Keywords: Bucculingual Inclination, Cephalometric Analysis, Cone Beam Computed Tomography, Incisors.

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

* **Assistant Professor – Faculty of Dentistry – Tishreen University – Lattakia – Syria**

دقة التزوي الدهليزي اللساني للقواطع في التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد مقارنة بثلاثي الأبعاد

د. عبد الكريم حسن*

(تاريخ الإيداع 14 / 6 / 2024. قبل للنشر في 1 / 8 / 2024)

□ ملخّص □

هدف الدراسة: دراسة دقة القياسات الزاوية للقواطع في المستوى السهمي عند قياسها باستخدام الصورة السيفالومترية الجانبية ومقارنتها بالقياسات المجراة على الصور المقطعية المحوسبة CBCT.

المواد و الطرق: تضمنت عينة الدراسة 30 صورة CBCT لمرضى من الصنف الأول الهيكلي، استخدم التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد لقياس التزوي الدهليزي اللساني للقواطع ثم اشتقت منها صور سيفالومترية جانبية وأعيد إجراء نفس القياسات عليها.

النتائج: تبين عدم وجود فروق هامة إحصائياً في قيم التزوي الدهليزي اللساني للقواطع المقاسة باستخدام التحليل ثنائي الأبعاد المجرى على الصور السيفالومترية المشتقة عند مقارنتها مع تلك المقاسة باستخدام التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد المجرى على صور CBCT.

الاستنتاجات: خلصت الدراسة إلى أن دقة التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد والقياسات السيفالومترية التقليدية المشتقة من صور CBCT كافية لقياس التزوي الدهليزي اللساني للقواطع.

الكلمات المفتاحية: تزوي دهليزي لساني، تحليل سيفالومتري، تصوير مقطعي محوسب، قواطع.

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

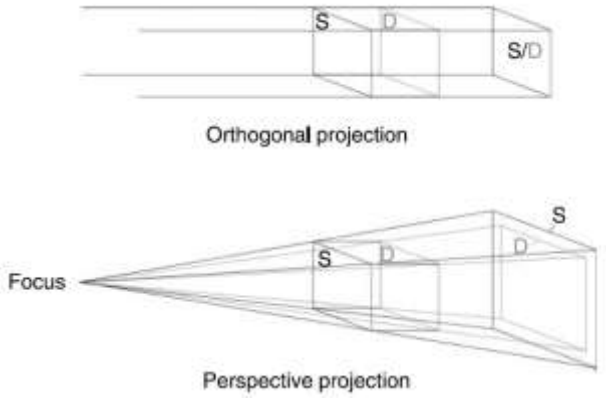
* **أستاذ مساعد_ قسم تقويم الأسنان والفكين _ كلية طب الأسنان _ جامعة تشرين _ اللاذقية_ سورية.**

مقدمة:

أُدخل التصوير الشعاعي السيفالومتري عام 1934 من قبل Hofrath في ألمانيا و Broadbent في الولايات المتحدة كأداة بحثية وسريرية لدراسة سوء الإطباق والاختلالات الهيكلية.[1] وتعتبر الصورة السيفالومترية Cephalogram إسقاطاً ثنائي الأبعاد للجمجمة وتتضمن ثلاثة أنواع أمامية وجانبية ومائلة. يشمل التحليل السيفالومتري Cephalometric analysis قياسات ووصف وتقييم التكوين المورفولوجي وتغيرات النمو في الجمجمة من خلال التحقق من الخطوط والزوايا والمستويات بين نقاط العلام للقياسات البشرية التي أنشأها علماء الأنثروبولوجيا الفيزيائية والنقاط المختارة من قبل أخصائيي تقويم الأسنان".[2]

يتكون التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية من قمع أشعة سينية مخروطي الشكل يتم توجيهه عبر رأس المريض، ويتم التقاط المعلومات على مستشعر مسطح ثنائي الأبعاد على شكل مجموعة من الشرائح خلال دوران قمع الأشعة السينية بشكل جزئي أو كامل حول المريض وتحركه عمودياً بنفس الوقت. الفائدة الرئيسية للتصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية مقارنة بالصور التقليدية هو القدرة على معاينة البنى من كل المستويات الفراغية الثلاث بدون اي تراكب وتشوهات هندسية، كما يمكن انتاج صور سيفالومترية وبانورامية تصنيعية من صور CBCT. [1]

أظهرت الدراسات السابقة التي قارنت بين الصور السيفالومترية التقليدية والصور السيفالومترية المشتقة من التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية CBCT بعض الفروق ذات الدلالة الإحصائية التي لم تصل إلى الأهمية السريرية.[3]، [4] يبدأ الإجراء من خلال توجيه رأس المريض في الفضاء الإفتراضي بشكل مشابه لما يقوم به فني التصوير باستخدام Cephalostat. استخدام Cattaneo في دراسته خوارزميتي تخليق لاستخراج الصور السيفالومترية الجانبية من صور CBCT الإسقاط الأقصى للكثافة (MIP) و إطلاق الشعاع (Raycast)،[4] كما يمكن استخدام نوعين من الإسقاطات: الإسقاطات المتعامدة Orthogonal و المنظورية Perspective. لا يحدث تكبير لعناصر الجسم ثلاثي الأبعاد في المسقط العمودي. بينما في المسقط المنظوري، يحدث تكبير بدرجات مختلفة.[5]



الشكل (1): الإسقاطات المستخدمة في اشتقاق الصور السيفالومترية.

يمكن استخدام الصور السيفالومترية المشتقة من التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية CBCT بنجاح لإجراء التحليل السيفالومتري وكانت التحاليل السيفالومترية المجراة بتقنية RayCast أكثر قابلية للتكرار من القياسات التي أجريت على كل من الصور السيفالومترية التقليدية و المجراة بتقنية MIP. [4]

قدم Park وزملاؤه أول تحليل سفالومتري ثلاثي الأبعاد عام 2006.[6]

قد يقدم التحليل ثلاثي الأبعاد حلاً للتغلب على كل مشاكل التحليل السيفالومتري التقليدي. ان التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد لا يعني ببساطة إضافة بعد ثالث إلى التحليل السيفالومتري التقليدي ثنائي الأبعاد، فهناك الكثير من التعقيدات المتعلقة بالنظام المرجعي والحجم والموضع والشكل إضافة إلى توجيه الصورة. حيث يتطلب تحديد المكان ثلاثي الأبعاد للمعالم السيفالومترية و تقييم القياسات عمليات حاسوبية معقدة.[7]

التزوي الدهليزي اللساني

عرف Andrews ميلان التاج Crown inclination (الإمالة الدهليزية اللسانية the bucculingual inclination) على أنه تزوي أو إمالة المحور الطولي للتاج وليس تزوي المحور الطولي لكامل السن.[8] حتى الآن غالبا ما يتم تجاهل الجذور التي تشكل نصف السن تقريبا، لذلك قد نحتاج لتقييم الجذور من أجل تحقيق تزوي وميلان مثالي لكامل السن.[9] قيم الباحث Badiee في دراسته عام 2019 التزوي من خلال الزاوية بين المحور الطولي للسن و المستوى الحنكي بالنسبة للأسنان العلوية، ومن خلال الزاوية بين المحور الطولي للسن ومستوى الفك السفلي بالنسبة للأسنان السفلية. [10]

تعرض التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد للمساءلة بسبب محدوديات منها إنشاء صورة ثنائية الأبعاد من بنية ثلاثية الأبعاد وتراكب الجهتين اليمنى واليسرى على المستوى السهمي الأوسط وتكبير وتشوه الصورة إضافة إلى تأثير وضعية الرأس خلال التصوير.[11] ومن هنا تكمن أهمية هذه الدراسة في اختبار قدرة التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد على قياس التزوي الدهليزي اللساني للقواطع لتحديد امكانية الاعتماد عليه في التشخيص والتخطيط للمعالجة.

أهمية البحث وأهدافه

دراسة دقة التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد و الصورة الشعاعية السيفالومترية الجانبية في قياس التزوي الدهليزي اللساني للقواطع عند مقارنته مع التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد المجرى على صور ال CBCT.

طرائق البحث ومواده

عينة البحث study sample:

تضمنت عينة الدراسة (30) صورة CBCT من أرشيف مركز تصوير شعاعي نفسه، والمحولين من قبل أطباء آخرين لأغراض تشخيصية وعلاجية وليس بهدف إجراء هذه الدراسة.

و تم قبولهم وفق معايير الإدخال التالية:

1. مرضى من الصنف الأول الهيكلي.
2. مرضى إطباق دائم وجميع الأسنان مكتملة البزوغ عدا الأرحاء الثالثة.

وتم استبعاد المرضى الذين لديهم معايير الإخراج الآتية:

1. مرضى الخلل الهيكلي السهمي الشديد.
2. وجود ازدحامات سنّية شديدة ، أو فراغات معمّمة.
3. وجود أسنان زائدة أو فقدان أحد الأسنان عدا الأرحاء الثالثة.
4. مرضى التشوهات الفكية والوجهية والكسور الفكية وشقوق الشفة وقبة الحنك الظاهرة على الصورة الشعاعية.

الأجهزة المستخدمة في البحث (appliances that used in study):

جهاز التصوير

استخدم جهاز Carestream CS 9300 (Verona Street, Rochester NY) لالتقاط الصور المقطعية المحوسبة ذات الحزمة المخروطية وفقاً للإعدادات التالية: FOV (17x13.5 cm) ، Scanning Time (28 sec) ، Resolution/Voxel size (0.3 mm) ، Kv (85) ، mA (16).

البرمجيات المستخدمة

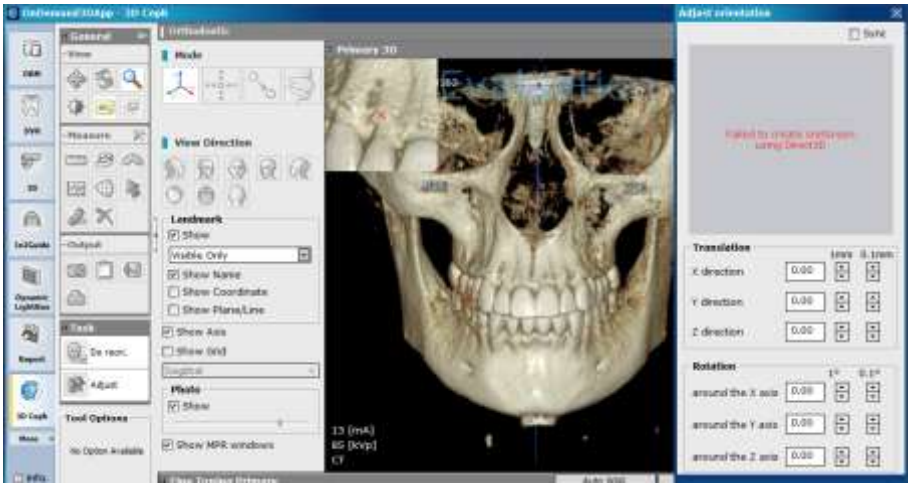
استخدم برنامج OnDemand3D™ Dental نسخة 1.0.10.5385 (Cybermed Inc, Seol, Korea) لمعاينة صور الCBCT واجراء التحاليل والقياسات السيفالومترية ثلاثية الأبعاد.

استخدم برنامج AudaxCeph Advantage نسخة 3.4.2.2710 (Audax d.o.o) لمعاينة الصور السيفالومترية المشتقة من صور الCBCT واجراء التحاليل والقياسات السيفالومترية ثنائية الأبعاد.

التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد (3D Cephalometric Analysis):

توجيه الصورة

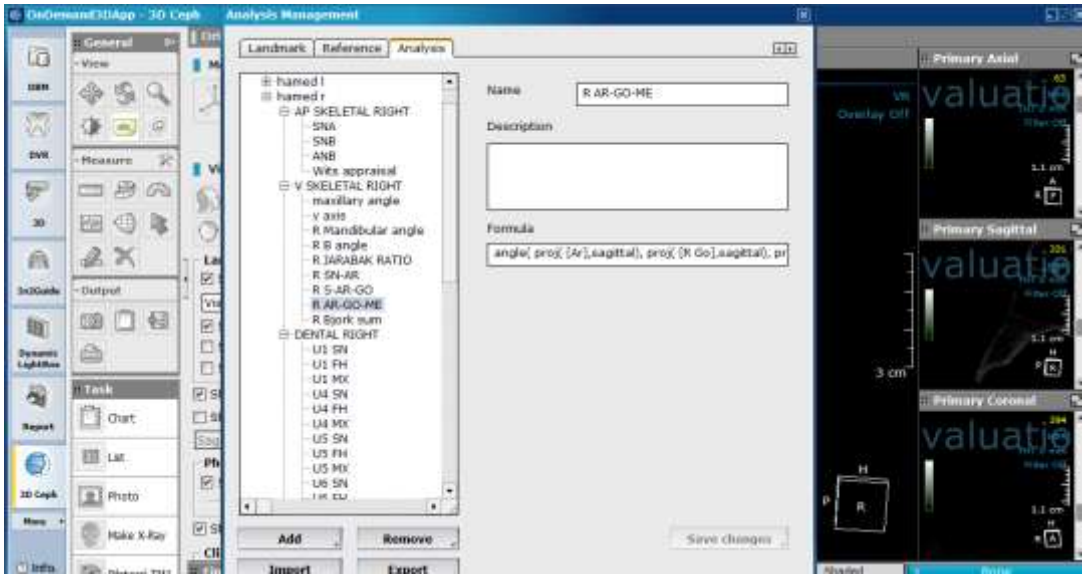
بعد تحميل صورة ال CBCT التي تكون بصيغة DICOM على برنامج OnDemand3D™ Dental ، أعيد توجيه الصورة واعتمدت النقطة Nasion كنقطة الأصل لنظام الإحداثيات، وتم تحديد المستوى الأفقي X من خلال النقطة Orbital في الجهتين اليمنى واليسرى والنقطة Porion اليسرى، بينما تم تحديد المستوى Y على أنه المستوى المار من النقطة Nasion والعمودي على المستوى الأفقي.[12]



الشكل (2): إعادة توجيه الرأس ونظام الإحداثيات.

تصميم التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد

يتيح برنامج OnDemand3D™ Dental لمستخدميه تصميم وبرمجة تحاليلهم الخاصة، وبناءاً عليه أنشئت تعليمات برمجية من قبل الباحث لتصميم تحليل سيفالومتري ثلاثي الأبعاد يحتوي على جميع النقاط و القياسات الزاوية التي نحتاجها للحصول على البيانات اللازمة للبحث.

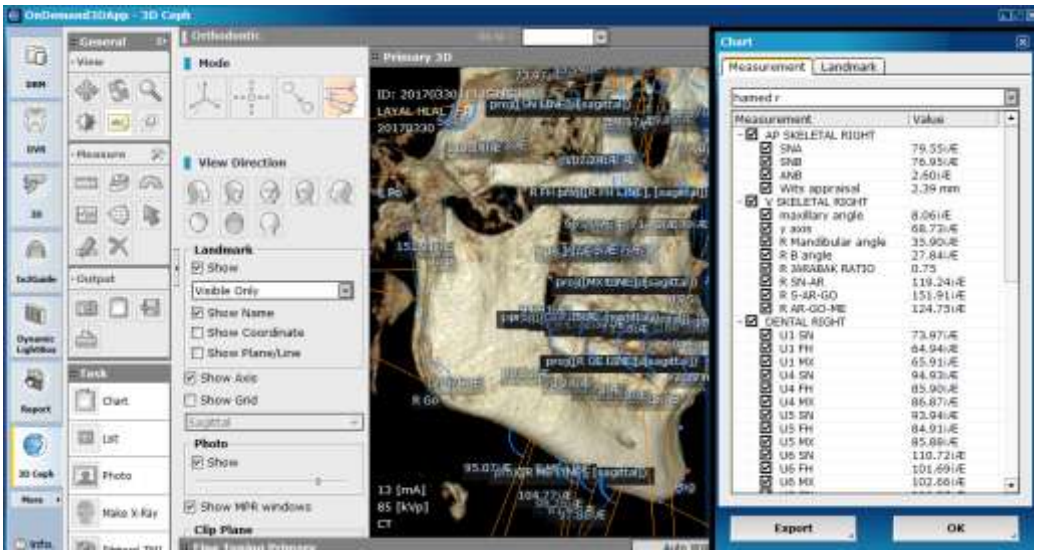


الشكل (3): التعليمات البرمجية والتحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد المصمم من قبل الباحث.

حددت نقاط الاستدلال ثلاثية الأبعاد على شرائح ال MPR في المستويات الثلاثة المحورية والسهمية والتاجية و وعلى الصورة الممثلة حجمياً volume rendered image كما هو موضح في الشكل (4) .[13].

الشكل (4): تحديد نقاط الاستدلال على شرائح ال MPR يمين الشكل، و الصورة الممثلة حجميا في وسط الشكل .

وبعدها يقوم برنامج OnDemand3D™ Dental بإجراء القياسات السيفالومترية ثلاثية الأبعاد بناءاً على التحليل المصمم من قبل الباحث. وتم إجراء القياسات على الجهة اليمنى من وجه المريض كونها الجهة الأوضح في الصورة السيفالومترية الجانبية المشتقة تبعا لاعدادات الاشتقاق المستخدمة.



الشكل (5): إجراء القياسات والتحليل ثلاثي الأبعاد من قبل البرنامج .

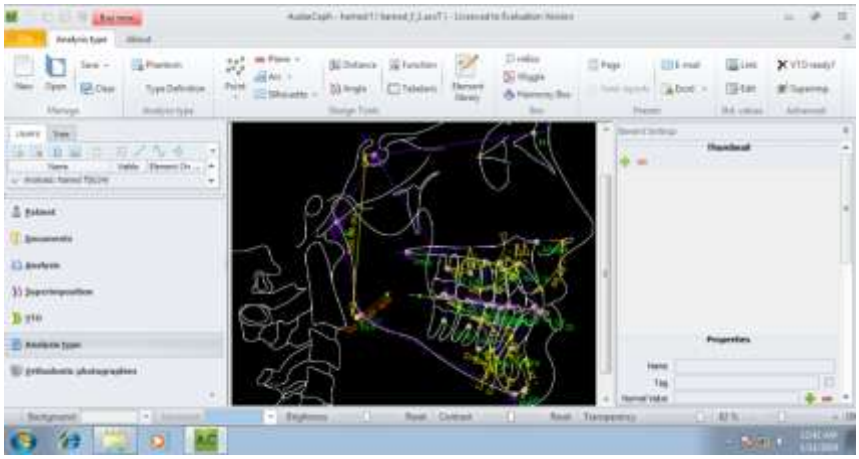
التحليل السيفالومتري التقليدي ثنائي الأبعاد (2D Cephalometric Analysis):

اشتقاق الصورة السيفالومترية

اشتقت الصور السيفالومترية من الصور المقطعية المحوسبة ذات الحزمة المخروطية CBCT على نفس الوضعية التي تمت إعادة توجيه الصورة على أساسها في التحليل ثلاثي الأبعاد، واستخدمت تقنية RayCast مع الإسقاطات المتعامدة Orthogonal لاشتقاق الصور السيفالومترية.

تصميم التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد

اعتمدت طريقة الترسيم الحاسوبي للصور الشعاعية السيفالومترية الجانبية باستخدام برنامج AudaxCeph، حيث تمّ تصميم تحليل خاصّ بالباحث (الشكل7) مشابه للتحليل ثلاثي الأبعاد يحتوي على جميع النقاط و القياسات الزاوية اللازمة للبحث، ليتم بعدها إعادة القياسات الخاصة بالبحث على الصورة السيفالومترية المشتقة من صورة ال CBCT من أجل تقييم دقة الصورة السيفالومترية المشتقة في قياس الزوايا الخاصة بالبحث.



الشكل (7): التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد المصمم من قبل الباحث.

نقاط الاستدلال السيفالومترية المستخدمة في الدراسة (cephalometric landmarks used in the study):

جدول (1): نقاط الاستدلال السيفالومترية المستخدمة.

النقطة	الوصف
S	مركز الحفرة النخامية للعظم الوتدي في المستوى السهمي الناصف ، أو مركز السرج التركي (Moyers) [14]
N	النقطة القحفية حيث يتقاطع المستوى السهمي الناصف مع النقطة الأكثر أمامية للدرز الأنفي الجبهي (Broadbent) [15]، [16]
A	نقطة في المستوى السهمي الناصف حيث تلتقي الحافة الأمامية السفلية لشوك الأنفي الأمامي مع الجدار الأمامي للناتئ السنخي العلوي (Downs) [15]، [16]
B	أعمق نقطة على الفك السفلي بين النقطة تحت السنّية و pogonion في المستوى السهمي الناصف (Downs) [15]، [16]
ANS	ذروة الناتئ العظمي الحاد المتوسط للفك العلوي في المستوى السهمي المنصف، عند الحافة السفلية للفتحة الأنفية الأمامية (SASSOUNI) [16]، [17]
PNS	النقطة الأكثر الخلفية على الحنك الصلب في المستوى السهمي المنصف (SASSOUNI) [16]، [17]
OR	النقطة الأكثر انخفاضاً على الحافة السفلية للحجاج (Downs) [14]
Po	أعلى نقطة على الحافة العلوية لمجرى السمع الظاهر(Bjork) [14]
GO	النقطة المتوسطة لزاوية الفك السفلي، و نحصل عليها بتنصيف الزاوية المتشكلة بين مماس الحافة الخلفية للرأد والحافة السفلية للفك السفلي. (Broadbent) [15]، [16]
Me	أخفض نقطة على الارتفاق الذقني للفك السفلي في المستوى السهمي الناصف(Broadbent) [15]، [16]
U1CP	منتصف الحد القاطع للقاطعة العلوية (اسم النقطة خاصّ بالباحث)
U1RP	ذروة جذر القاطعة العلوية (اسم النقطة خاصّ بالباحث)
L1CP	منتصف الحد القاطع للقاطعة السفلية (اسم النقطة خاصّ بالباحث)
L1RP	ذروة جذر القاطعة السفلية (اسم النقطة خاصّ بالباحث)

المستويات المستخدمة في المستخدمة في الدراسة (Planes Used in the study):

جدول (2): المستويات المرجعية و الإنشائية المستخدمة.

رمز المستوى	اسم المستوى	الوصف
SN	قاعدة القحف الأمامية	الخط الواصل بين النقطتين Nasion و Sella . [16]، [17]
Spp	مستوى الفكّ العلوي	الخط الواصل الذي يصل بين ANS و PNS. [16]، [17]
Go-Me	مستوى الفكّ السفلي	الخط الواصل بين النقطتين Go-Me. [15]، [16]
رمز المستوى	اسم المستوى	الوصف
U1 AXIS	محور القاطعة العلوية	الخط الواصل بين النقطتين U1CP و U1RP. (خاصّ بالباحث)
L1 AXIS	محور القاطعة السفلية	الخط الواصل بين النقطتين L1CP و L1RP. (خاصّ بالباحث)

القياسات الزاوية المستخدمة في الدراسة (Angular measurements used in the study)

جدول (3): القياسات الزاوية المستخدمة.

الزاوية	الدلالة	الوصف
SNA	التوضّع النسبي للفكّ العلوي سهمياً (Riedel) [18]	الزاوية بين المستوى SN و النقطة A
SNB	التوضّع النسبي للفكّ السفلي سهمياً (Riedel) [18]	الزاوية بين المستوى SN و النقطة B
ANB	تعبر عن علاقة الفك العلوي بالنسبة للسفلي سهميا (الصنف الهيكلي) (Riedel) [18]	الفرق بين الزاويتين SNA و SNB
NS- GoMe	دوران الفكّ السفلي(Bjork) [14]	الزاوية بين (مستوى الفكّ السفلي GO – Me و قاعدة القحف SN)
NS- Spp	ميلان الفكّ العلوي (Downs) [14]	الزاوية بين (مستوى الفكّ العلوي Spp و قاعدة القحف SN)
U1 Angle	التزوّي الدهليزي اللساني للقاطعة العلوية بالنسبة لمستوى الفكّ العلوي (خاصّ بالباحث)	الزاوية الأمامية السفلية بين محور االقاطعة العلوية ومستوى الفكّ العلوي
L1 Angle	التزوّي الدهليزي اللساني للقاطعة السفلية بالنسبة لمستوى الفكّ السفلي (خاصّ بالباحث)	الزاوية الأمامية العلوية بين محور القاطعة السفلية ومستوى الفكّ السفلي

طرق الإحصاء Statistical methods:

استخدم برنامج (SPSS ver.26. Chicago, IL, USA) الإحصائي لإجراء التحاليل الإحصائية اللازمة، حيث تم إجراء تحليل (Kolmogorov–Smirnov) للعينات ذات الحجوم الصغيرة للتأكد من توزيع البيانات طبيعيا وبعد التأكد من تجانس البيانات والتوزع الطبيعي لها تم إجراء اختبار (Paired Samples T–test) للعينات المرتبطة الصغيرة لمقارنة أهمية فروقات متوسطات زوايا القياس بين التحليل ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد ومن ثم لمقارنة اختلافات القياسات بين الطريقتين.

أجريت الاختبارات عند مستوى ثقة (95%) ومستوى دلالة (α=0.05) حيث اعتبر الفرق جوهرياً عندما تكون قيمة P أقل من (0.05) و عند مستوى ثقة (99%) ومستوى دلالة (α=0.01) حيث اعتبر الفرق جوهرياً عندما تكون قيمة P أقل من (0.01).

النتائج والمناقشة

النتائج:

لم يتجاوز خطأ القياس لأي من المتغيرات التي تم تقييمها 0.6° للقياسات الزاوية.

يبين جدول(4) الإحصاءات الوصفية المتعلقة بقياسات زوايا التحليل السيفالومتري التقليدي ثنائي الأبعاد 2D على الصور السيفالومترية الجانبية وثلاثي الأبعاد 3D على صور CBCT من متوسط وانحراف معياري وقيمة دنيا وعليا.

جدول (4): الإحصاءات الوصفية المتعلقة بقياسات زوايا القواطع على الصور السيفالومترية الجانبية وصور CBCT.

الزاوية	نوع الصورة	القيمة الدنيا	القيمة العليا	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
زاوية القاطعة العلوية مع الفك العلوي	CBCT	51.65	89.63	70.7389	7.91515
	سيفالومترية	58.73	85.30	70.8141	7.46976
زاوية القاطعة السفلية مع الفك السفلي	CBCT	76.51	101.95	86.6533	7.10006
	سيفالومترية	73.84	104.69	85.6973	7.66886

يبين جدول(5) نتائج اختبار T– Student للعينات المرتبطة ذات الحجوم الصغيرة لمقارنة أهمية فروقات متوسطات زوايا (التحليل السيفالومتري التقليدي – التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد)،.

جدول (5): نتائج تطبيق اختبار T– Student لقياس فروقات متوسطي قياسات (التحليل السيفالومتري التقليدي –ثلاثي الأبعاد)

التزوي الدهليزي اللساني	فرق المتوسطات	الانحراف المعياري	قيمة اختبار T	معنوية الاختبار P-VALUE	الأهمية الإحصائية
زاوية القاطعة العلوية	0.075	3.573	0.109	0.914	غير معنوي
زاوية القاطعة السفلية	-.9560	2.921	-1.701	0.101	غير معنوي

حيث نتبين من الجدول عدم وجود فروقات هامة إحصائياً في عند مستوى دلالة 1% بين متوسطي زاوية القاطعة العلوية و متوسطي زاوية القاطعة السفلية.

المناقشة Discussion:

تبين عدم وجود فروق هامة إحصائياً في قيم التزوي الدهليزي اللساني للقواطع المقاسة باستخدام التحليل ثنائي الأبعاد المجرى على الصور السيفالومترية المشتقة عند مقارنتها مع تلك المقاسة باستخدام التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد المجرى على صور ال CBCT، ونستنتج من ذلك أن دقة القياسات السيفالومترية التقليدية والمعتمدة في الدراسات السابقة (Steiner 1959) و (Aldrees 2010) و (Gutermanna et al 2014) و (Al–Abdwani et al 2009 قد تكون كافية لقياس التزوي الدهليزي اللساني للقواطع سواء كان بهدف الإستفادة منها سريريا أو لإجراء دراسة عليها.[19]، [20]، [21]، [22] وقد يعزى ذلك إلى وضوح المعالم التشريحية وسهولة تحديد نقاط الاستدلال السيفالومترية التي تشكل هذه الزاوية على الصورة السيفالومترية الجانبية وهي الحد القاطع للقاطعة الأكثر بروزا وذروة جذر القاطعة، وكون القواطع العلوية والسفلية وحيدة الجذر. [23]6

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

كان التحليل السيفالومتري التقليدي كافيا لقياس التزوي الدهليزي اللساني للقواطع (كونها وحيدة الجذر) لكن يبقى التحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد هو الأكثر دقة.

التوصيات:

نوصي باستخدام بالتحليل السيفالومتري ثلاثي الأبعاد المجرى على صور CBCT من أجل تقييم التزوي الدهليزي اللساني للأسنان.

نوصي باجراء دراسة لتقييم دقة التحليل السيفالومتري ثنائي الأبعاد في قياس التزوي الأنسي الوحشي للأسنان الخلفية.

References:

[1]"Proffit WR, Fields HW, Msd DM, Larson B, Sarver DM. Contemporary Orthodontics 2019, 6e: South Asia Edition-E-Book. edn.: Elsevier India:422.".
[2]"Vijayalakshmi K. Textbook of orthodontics. First eBook Edition 2020: 108.".
[3]"Grauera D, Lucia S. H. Cevidanesb, Proffit W R. Working with DICOM craniofacial images. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009 September ; 136(3): 460–470. doi:10.1016/j.ajodo.2009.04.016.".
[4]"Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshoj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography–generated cephalograms. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;134:798–802.".
[5]"Kumar V, Ludlow J, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. Dentomaxillofac Radiol 2007;36:263-9.".
[6]"Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF, Yuan P, Li J, Chen KC, Jajoo A, Nicol M, Alfi DM. Algorithm for planning a double-jaw orthognathic surgery using a computer-aided surgical simulation (CASS) protocol. Part 2: three-dimensional cephalometry. Int J Oral Maxillofac Surg. 2015;44(12):1441–1450: Dec, PubMed.".
[7]"Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. Am J Orthod Dentofac Orthop. May 2006;129(5): 600.e23-34.".

[8]"Andrews LF. The six keys to normal occlusion. Am J Orthod 1972; 62(3): 296–309".
[9]"Hongsheng T, Reyes E, Dana VE, Paul W. Major, and Glenn T. S. method to measure mesiodistal angulation and faciolingual inclination of each whole tooth with volumetric cone-beam computed tomography images. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. July 2012 Vol 142 Issue.".
[10]"Badiee M, Ebadifar A, Sajedi S. Mesiodistal angulation of posterior teeth in orthodontic patients with different facial growth patterns. JODDD, Vol. 13, No. 4 Autumn 2019:267-273.".
[11]"Quintero JC, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. Angle Orthod. 1999;69:491-506.".
[12]"Amany A. Rabea. Recent advances in understanding theories of eruption (evidence based".
[13]"Hong Su, Bing Han, Sa Li, Bin Na, Wen Ma,Tian-Min Xu. Compensation trends of the angulation of first molars: retrospective study of 1 403 malocclusion cases. International Journal of Oral Science (2014).175-181.".
[14]"Phulari BS. An Atlas on cephalometric Landmarks. Jaypee brothers Medical Publishers New Delhi. First Edition 2013: 52-95.".
[15]"Broadbent BH Sr, Broadbent BH Jr, Golden WH. Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth. St Louis: Mosby, 1975.".
[16]"Kula K, Ghoneima A. Cephalometry in Orthodontics: 2D and 3D. Quintessence Publishing Co, Inc 2018:26-45.".
[17]"Behrents RG. Growth in the Aging Craniofacial Skeleton, monograph 17, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor: University of Michigan, 1985.".
[18]"Riedel RA. The relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. Angle Orthod1948; 22(3): 143".
[19]"Aldrees AM. Evaluation of incisors inclination in five Cepalometric analysis methods.Pakistan Oral & Dental Journal Vol 30, No. 2, December: 2010.".
[20]"Steiner CC. Cephalometrics in clinical practice. Angle Orthod1959; 29(1): 8–29.".
[21]"Al-Abdwani R, Moles D, Noar JH. Change of Incisor Inclination Effects on Points A and B.Angle Orthodontist, Vol 79, No 3, 2009.".
[22]"Gutermann C, Peltomaki T, Markic G, Hanggia M, Schatzlec M, Signorellia L, Patcasc R.The inclination of mandibular incisors revisited.Angle Orthodontist, Vol 84, No 1, 2014.".
[23]"Nelson SJ. WHEELER'S Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion.TENTH Edition.Elsevier Inc,China.2015:151,210.".