

## تقييم تأثير المعالجة الوظيفية لمرضى الصنف الثاني الهيكلي في المفصل الفكي الصدغي باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية

أحمد برهان\*

### الملخص

خلفية البحث وهدفه: تعدّ المعالجة بالأجهزة الوظيفية لحالات الصنف الثاني الهيكلي من أهم الخيارات العلاجية في مرحلة الإطباق المختلط. هدف هذا البحث إلى تقييم تأثير المعالجة بجهاز القطعة التوأمية لمرضى الصنف الثاني النموذج الأول من سوء الإطباق في المفصل الفكي الصدغي باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية.

مواد البحث وطرائقه: تألفت عينة الدراسة من (19) طفلاً سورياً (8 ذكور و11 أنثى) من المرضى المراجعين لقسم تقويم الأسنان والفكين في جامعة دمشق، راوحت أعمارهم بين 9.4-12 سنة، ولديهم صنف ثان سني وهيكل ناجم عن تراجع الفك السفلي بحيث تكون الزاوية SNB أقل من 76 درجة، الأطفال جميعهم لديهم تنفس طبيعي ولم يخضعوا سابقاً لأيّة معالجة تقويمية. طبّق جهاز القطعة التوأمية للمرضى جميعهم للحصول على الصور ثلاثية الأبعاد بتقنية التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية قبل البدء بالمعالجة (T0)، وبعد ثمانية أشهر من المعالجة (T1). ثم استخدم برنامج Mimics™ لحساب بعض المتغيرات الخطية الخاصة بالمفصل الفكي الصدغي فضلاً عن حجم اللقمة الفكية. درست البيانات باستخدام اختبار t-test للعينات المترابطة.

النتائج: أظهرت الدراسة الحالية عدم وجود فروق في متغيرات الدراسة جميعها بين الجهتين اليمنى واليسرى للمفصل الفكي الصدغي. في المستوى السهمي نقصت المسافة المفصلية الأمامية في حين زادت المسافة المفصلية العلوية والخلفية، أما في المستوى التاجي فزادت المسافة المفصلية المركزية زيادة جوهرية ( $P<0.001$ ). كما زاد ارتفاع اللقمة وقطرها الأمامي الخلفي الأعظمي ( $P<0.001$ )، وكذلك حجمها أيضاً زيادة جوهرية بعد المعالجة ( $P=0.007$ ).

الاستنتاج: تزيد المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية حجم اللقمة الفكية، وكذلك تغير في وضعية اللقمة الفكية ضمن الحفرة المفصلية باتجاه الأمام والأسفل. تستطيع الصور ثلاثية الأبعاد تحديد مقدار التغيرات الخطية في المفصل الفكي الصدغي والتغيرات في حجم اللقمة الفكية الحادثة نتيجة المعالجة بجهاز القطعة التوأمية.

كلمات مفتاحية: المعالجة الوظيفية، المفصل الفكي الصدغي، اللقمة، التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية، جهاز القطعة التوأمية.

\* أستاذ مساعد- قسم تقويم الأسنان والفكين- كلية طب الأسنان- جامعة دمشق.

## **Evaluation of the Effect of Functional Treatment for Skeletal Class II Patients on the Temporomandibular Joint Using Cone Beam Computed Tomography**

Ahmad Burhan \*

---

### **Abstract**

**Background and aim of the study:** Functional treatment of skeletal Class II malocclusion is one of the most important treatment options in mixed dentition. This research aimed to evaluate the effect of the Twin-block appliance on the temporomandibular joint (TMJ) of patients with class II division 1 malocclusion using cone beam computed tomography (CBCT).

**Materials and methods:** The study sample consists of 19 Syrian children (8 males and 11 females) selected from the orthodontic clinic at Damascus University. All subjects aged from 9.4 to 12 years and had skeletal and dental Class II division 1 malocclusion resulting from the retrusion of the mandible (SNB<76). The patients have normal respiration and no one has previously subjected to any orthodontic treatments. Children were treated with Twin-block appliance and CBCT images were taken before treatment (T0) and after eight months of treatment (T1). Then, the Mimics™ Software was used to calculate some relevant linear parameters of the TMJ as well as the volume of condyle. The obtained data were tested by T test. **Results:** The current study showed that no significant differences were observed in all variables between the right and the left side of the temporomandibular joint. The sagittal anterior joint space decreased, while the sagittal superior and posterior joint spaces as well as the coronal central joint space increased significantly (P<0.001). The condylar height, the greatest condylar anteroposterior diameter (P<0.001) and the condylar volume also increased significantly after treatment (P=0.007).

**Conclusions:** The functional treatment with the Twin-block appliance increases the condylar volume. Moreover, the condyle position within the glenoid fossa changes to more downward and forward positions. CBCT can quantify linear changes of the TMJ and the condylar volume resulting from using the Twin-block appliance.

**Keywords:** functional treatment, temporomandibular joint, condyle, cone-beam computed tomography, Twin-block appliance.

---

---

\* Assistant Professor, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Damascus University.

## المقدمة:

أطلق أنجل تسمية سوء الإطباق من الصنف الثاني، أو ما يسمى بالإطباق الوحشي على الحالة التي تطبق فيها الرحى الأولى السفلية وحشياً بالنسبة إلى الرحى الأولى العلوية بمقدار نصف حذبة أو أكثر.<sup>1</sup> ومع أن تصنيف أنجل هو الأكثر انتشاراً إلا أن مصطلح سوء الإطباق من الصنف الثاني أصبح بعد ظهور التصوير الشعاعي السيفالومتري في النصف الثاني من القرن العشرين يعبر عن اضطراب العلاقة السهمية بين الفكين فضلاً عن العلاقة السنية الرحوية الوحشية كما وصفها أنجل.<sup>2</sup>

توجد طرائق علاجية عدة متاحة لطبيب التقويم لمعالجة سوء الإطباق من الصنف الثاني حسب منشأ الإصابة، وتختلف كل طريقة عن الأخرى في تأثيرها في البنى القحفية الوجهية والسنية. تشمل هذه الطرائق العلاجية كبح النمو الأمامي للفك العلوي، أو تعديل النمو من خلال التأثير في الدروز المحيطة بالفك العلوي، وذلك في حالات فرط نمو الفك العلوي عند المرضى في طور النمو،<sup>3</sup> والإرجاع الوحشي للقوس السنية العلوية لتصحيح بروز هذه القوس، أو تصحيح الانسلاخات،<sup>4</sup> وتقديم الفك السفلي نحو الأمام باستخدام الأجهزة الوظيفية في حالات تراجع الفك السفلي عند المرضى بطور النمو،<sup>5</sup> في حين يكون اللجوء إلى تمويه الخلل الهيكلي الفكي في الحالات متوسطة الشدة، أو التصحيح الجراحي في الحالات الشديدة، وذلك عند المرضى البالغين.<sup>6</sup>

تنشأ معظم حالات الصنف الثاني من سوء الإطباق نتيجة تراجع الفك السفلي، لذا فقد طوّر العديد من الأجهزة الوظيفية، وأصبحت الخيار العلاجي الأكثر شيوعاً. إنّ الأجهزة الوظيفية هي أجهزة متحركة أو ثابتة توضع بين عناصر المركب الفكي، وتعمل على تغيير العلاقات الشاذة بين الفكين العلوي والسفلي من خلال قوى منقولة إلى الأسنان والبنى الهيكلية، تحرض هذه الأجهزة القوى

العضلية الفيزيولوجية الكامنة لتوليد محصلة قوى موجبة بشكل مدروس من خلال تصميم الجهاز بشكل يتناسب مع حالة المريض.<sup>7,8</sup>

تؤدي المعالجة الوظيفية لحالات الصنف الثاني من سوء الإطباق إلى تغيرات عدة تشمل كلاً من البنى السنية والهيكلية والأنسجة الرخوة. ولا تؤدي المعالجة الوظيفية عادة إلى تغيرات جوهريّة في نمو الفك العلوي أو في موضعه.<sup>9,5</sup> بينما تنتج الدراسات في التغيرات الطارئة على الفك السفلي، إذ وجدت بعض الدراسات أن المعالجات الوظيفية لا تترافق بزيادة في طول الفك السفلي في حين تترافق مع تغير في موضعه، إذ تؤدي إلى توضع أكثر أمامية،<sup>9</sup> بينما وجدت دراسات أخرى زيادة في طول الفك السفلي مترافقة مع هذا النوع من المعالجات.<sup>10,5</sup> من ناحية أخرى تترافق المعالجة بالأجهزة الوظيفية مع تغيرات في لقمة الفك السفلي والمفصل الفكي الصدغي.<sup>10</sup>

يعدّ المفصل الفكي الصدغي مفصلاً ثنائي الجانب، وهو أكثر المفاصل في جسم الإنسان حركةً إذ يتحرك تقريباً عشرة آلاف مرة خلال 24 ساعة. يرتبط المفصلان في الجانبين الأيمن والأيسر ببنية عظمية صلبة هي الفك السفلي، مما يجعل الجانبين يعملان بتوافق إلزامي، لذا فإن أي أثر سلبي في أحدهما ينعكس على الآخر.<sup>11</sup>

تخضع لقمة الفك السفلي لعملية إعادة بناء استجابةً للمثيرات من الطفولة وحتى البلوغ.<sup>12</sup> كما تؤثر الجهود الإطباقية المطبقة على المفصل الفكي الصدغي شكلياً في مكوناته كلها، لذا تعدّ الصفات الشكلية والوظيفية مترابطة بشدة. كما تختلف الجهود التي يتعرض لها المفصل تبعاً للنموذج الوجهي السني للمريض، لذلك يختلف شكل اللقمة والحفرة المفصليّة لدى المرضى تبعاً للنماذج المختلفة لسوء الإطباق.<sup>13</sup>

نظراً إلى الدور المهم الذي تقوم به لقمة الفك السفلي في تطور المركب القحفي الوجهي<sup>12</sup> وللدور الرئيس للمفصل

في الجهتين اليمنى واليسرى، وزيادة في المسافة بين اللقمية.<sup>10</sup>

إنّ ما سبق يؤكد الأهمية البالغة لتقييم التغيرات الخطية والحجمية الطارئة على المفصل الفكي الصدغي في سياق المعالجة الوظيفية الذي يمكن أن يؤدي إلى إحداث تغيرات مهمة في خطط المعالجة.

قيّم Weissheimer وزملاؤه دقة برامج عدّة مستخدمة لقياس الحجم، مع وجود معيار ذهبي هو علبة مستطيلة الشكل محسوبة الحجم، هذه البرامج هي: Mimics ، InVivoDental ، ITK-Snap ، Dolphin3D ، OsiriX ، Mimics FT ، OsiriX ، OnDemand3D FT ، OnDemand3D FT ، ITK-SnapFT . وقد أظهرت الدراسة أنّ برنامج Mimics يعطي أكبر دقة، ويخطأ لا يتجاوز 0.2%.<sup>19</sup>

سوف يؤدي استخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية في تقييم التغيرات الناتجة عن المعالجة الوظيفية لحالات الصنف الثاني من سوء الإطباق واستخدام البرامج المتطورة والمثبتة الصلاحية كبرنامج Mimics في تقييم هذه التغيرات إلى فهم واضح لهذه التغيرات ثلاثية الأبعاد ومن ثمّ الوصول إلى خطة المعالجة المناسبة. ونظراً إلى أنّ معظم الدراسات السابقة قد نفذت على الصور السيفالومترية (ثنائية الأبعاد)، والدراسات التي استخدمت تقنية التصوير المقطعي ذي الحزمة المخروطية في تقييم التغيرات الناتجة عن المعالجة الوظيفية كانت محدودة ومقتصرة على بعض المتغيرات في منطقة المفصل الفكي الصدغي، وعدم وجود دراسات سابقة قيّمت التغيرات الحجمية باستخدام البرامج المتطورة مثبتة الصلاحية لذلك كان من المهم القيام بهذه الدراسة.

الفكي الصدغي في الثبات الطويل الأمد لنتائج المعالجة التقويمية،<sup>14</sup> تعدّ دراسة التغيرات الطارئة على هذا المفصل نتيجة المعالجة ضرورية وحاسمة.

درست اللقمة الفكية والمفصل الفكي الصدغي باستخدام الصور التشخيصية ثنائية الأبعاد. حالياً تستخدم تقنية التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية CBCT التي تقدم معلومات قيمة ودقيقة بالمقارنة بتلك التي تقدمها الصور التشخيصية ثنائية الأبعاد، فهي لا تبدي أي تشوه أو تكبير للمنطقة المدروسة.<sup>15</sup> يتميّز التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية بأنّه يقلل وقت التعرض للأشعة فهو يستغرق من 10-30 ثانية، كما أنّ الجرعة الشعاعية لهذه التقنية أقل من تلك التي يتعرض لها المريض باستخدام التصوير المقطعي المحوسب التقليدي بنحو 15 مرة.<sup>16</sup> تعطي هذه التقنية مقاطع سهمية وتاجية ومحورية يمكن من خلالها تشخيص التغيرات الطارئة وتحديدتها خلال المعالجة.<sup>17</sup>

وجد Liu وزملاؤه عند دراسته التغيرات الطارئة على المفصل الفكي الصدغي نتيجة المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية بواسطة برنامج InVivoDental Software من الصور ثلاثية الأبعاد CBCT أنّ المسافة المفصلية الأمامية قد صغرت في حين زادت المسافتان المفصليتان الخلفية والعلوية. ووجد الباحثون أيضاً أنّ ارتفاع اللقمة وقطرها الأمامي الخلفي قد زاد، كما لاحظوا أنّ توضع اللقمة الفكية داخل التجويف المفصلي قد تغيّر بعد المعالجة، إذ أصبح متجهاً نحو الأسفل والأمام بشكل أكثر، ممّا كان عليه قبل المعالجة.<sup>18</sup>

لاحظ Yildirim وزملاؤه عند دراستهم تأثير المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية في اللقمة الفكية بواسطة برنامج SimPlant Master Crystal v13 Software من الصور ثلاثية الأبعاد CBCT زيادة في حجم اللقمة

**الهدف من البحث:**

تقييم التغيرات الخطية والحجمية الطارئة على المفصل الفكي الصدغي عند مرضى الصنف الثاني الناتجة عن المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية، وبواسطة البرامج المثبتة الصلاحية لحساب هذه التغيرات.

**المواد والطرائق:****تصميم الدراسة:**

البحث الحالي هو عبارة عن دراسة تجريبية سريرية Experimental Clinical Trial صمم من أجل تعرّف على التغيرات الطارئة على المفصل الفكي الصدغي بعد المعالجة الوظيفية لحالات الصنف الثاني الهيكلية من سوء الإطباق باستخدام التصوير المقطعي ذي الحزمة المخروطية.

**عينة الدراسة:****تقدير حجم العينة:**

من أجل تحديد حجم العينة المناسب للحصول على قوة دراسة 90% عند مستوى دلالة 0.05، وحجم التأثير 0.8 محسوباً من دراسة Liu وزملائه<sup>18</sup> بالاعتماد على التغيرات الحاصلة على المسافة المفصالية الأمامية، والاختبار المستخدم هو t-test للعينات المترابطة، اعتمد على برنامج G-Power Software version 3.0.6 (Franz Faul, Universital Kiel, Germany) ، فكان حجم العينة المناسب هو 19/ مريضاً.

تألّفت عينة البحث من 19 مريضاً في مرحلة الإطباق المختلط المتأخر أو الدائم المبكر، راوحت أعمارهم بين 9.4-12 سنة (8 ذكور بعمر وسطي 11 سنة، 11 أنثى بعمر وسطي 10.6 سنة) من مراجعي قسم تقويم الأسنان والفكين في جامعة دمشق، سوريون ومن أب وأم سوريين، ومن مواليد الجمهورية العربية السورية. لدى أفراد عينة الدراسة جميعهم سوء إطباق صنف ثانٍ نموذج أول سنّي،

وصنف ثانٍ هيكلية ناجم عن تراجع الفك السفلي، وجميعهم ذوو بروفييل وجهي محدب وتنفس طبيعي وصحة فموية جيدة، انتقوا بحيث تكون قيمة الزاوية (SNB) أقل من 76 درجة وقيمة الزاوية (ANB) تراوح بين 5-8 درجة، والدرجة القاطعة السهمية تراوح بين 5-8 مم. لم يخضع أي من المرضى لمعالجات تقويمية سابقة، والمفصل الفكي الصدغي لديهم خالٍ من أية أعراض مرضية. وقد استُبعد المرضى ذوو النمو الوجهي العمودي، والمرضى الذين يعانون من أمراض جهازية يمكن أن تؤثر في النمو العام. بعد التأكد من وجود معايير الإدخال لدى أفراد العينة تم إطلاع أولياء أمورهم على أهداف البحث، وطريقة العمل والحصول على الموافقة بمعرفة Informed Consent على الاشتراك في الدراسة.

**الأجهزة المستخدمة في الدراسة:****1- جهاز القطعة التوأمية:**

عولج المرضى باستخدام جهاز القطعة التوأمية. يتألّف هذا الجهاز من صفيحتين منفصلتين تتمفصلان مع بعضهما بسطوح إكربلية مائلة، تحتوي الصفيحة العلوية على موسعة مركزية. أخذت العضة الشمعية الوظيفية في وضع تقديم الفك السفلي إلى وضع حد لحد بحيث لا يتجاوز التقديم 7 مم، والفتح 5 مم عند القواطع. طُلب إلى المريض تطبيق الجهاز في الفم مدة 24 ساعة باليوم باستثناء أوقات تناول الوجبات. كما طُلب إليه المراجعة بفواصل شهرية حتى اكتمال ثمانية أشهر من المعالجة الوظيفية.

**2- جهاز التصوير الشعاعي الرقمي المحوسب ذو الحزمة المخروطية:**

استخدم في البحث الحالي بهدف الحصول على الصور الشعاعية ثلاثية الأبعاد جهاز Scanora®3D لشركة (Soredex, Tuusula, Finland)، وهو جهاز تصوير مقطعي محوسب ذو حزمة مخروطية رقمي سنّي ثلاثي الأبعاد يؤمن حقلاً بشكل اسطوانة قطرها 14,5 سم

وارتفاعها 13 سم. أُخذت الصور جميعها بوضعية الإطباق

المركزي، والمريض بوضعية الجلوس وليس الاستلقاء وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة لجهاز التصوير، وكان يطلب الى المريض عدم البلع وعدم تحريك الرأس أو اللسان. استخدمت شدة التيار 15 ميلي أمبير، وفرق الكمون 85 كيلو فولط، وبلغ عدد الشرائح 382 شريحة لكل صورة ثلاثية الأبعاد بدقة 0.349 X 0.349 بيكسل.

#### الطريقة المستخدمة في التقييم:

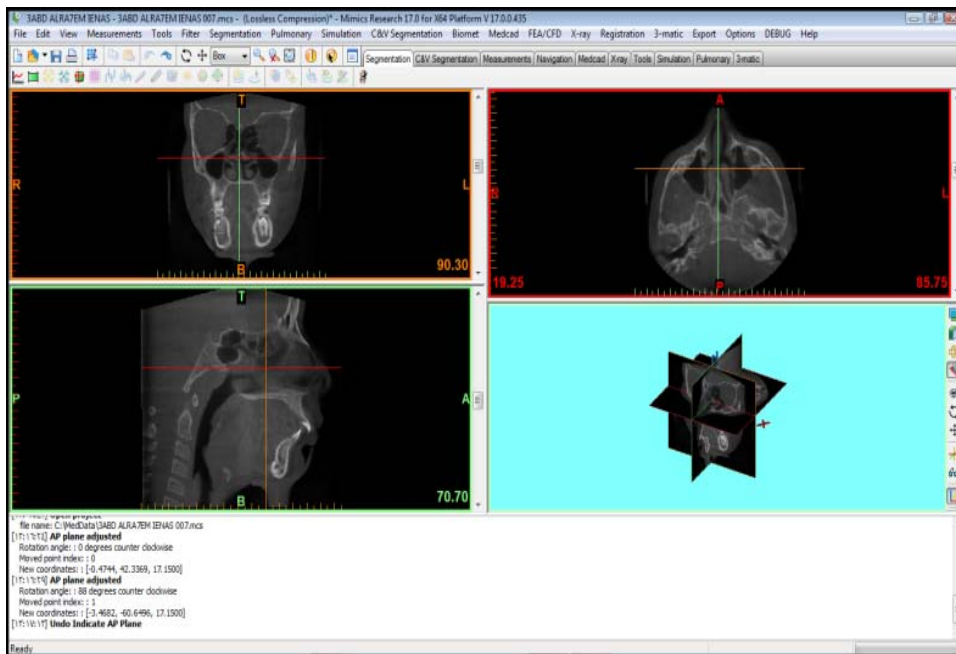
أُخذت الصور الشعاعية ثلاثية الأبعاد قبل المعالجة الوظيفية (T0)، وبعد ثمانية أشهر من المعالجة الوظيفية (T1). نُقلت هذه الصور على شكل (Digital DICOM Imaging and Communications in Medicine) إلى برنامج Mimics 17.0 (Materialise NV )

الدراسة الشعاعية للمفصل الفكي الصدغي.

طريقة دراسة أبعاد اللقم الفكية وتوضعها في المستويات الثلاثة (سهمي، تاجي، محوري):

لقياس التغيرات الطارئة في توضع اللقم الفكية في المستويات الثلاثة، وجّهت مقاطع صورة الـ CBCT وفقاً لدراسة Ikeda وزملائه،<sup>20</sup> وذلك للحصول على المقاطع السهمية والتاجية والمحورية المركزية بطريقة معيارية قابلة للتكرار عند المرضى جميعهم، ولكل لقمة على حده.

حدّد أولاً مستوى فرانكفورت على المقطعين التاجي والسهمي، ثم حدّد المستوى السهمي الناصف على المقطعين المحوري والتاجي، وبذلك تكون المقاطع الثلاثة قد وجهت حسب هذين المستويين، الشكل 1.



الشكل (1): توجيه المقاطع السهمية والتاجية والمحورية في صورة CBCT وفق مستوى فرانكفورت والمستوى السهمي الناصف

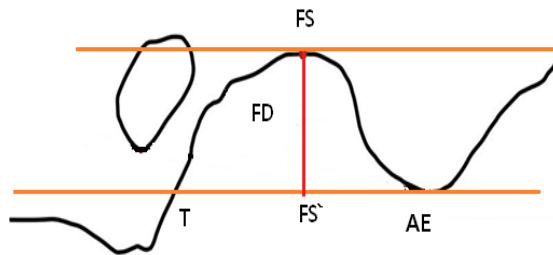
استعرضت بعدها المقاطع المحورية للوصول إلى المقطع الأفقي الذي يظهر أكبر مقطع للقمة، وهو المقطع المحوري المركزي. بعدها عيّن المحور الطولي للقمة في هذا المقطع وهو أكبر عرض انسي وحشي لهذه اللقمة، وصحّحت



تقييم تأثير المعالجة الوظيفية لمرضى الصنف الثاني الهيكلي في المفصل الفكي الصدغي باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة... ..

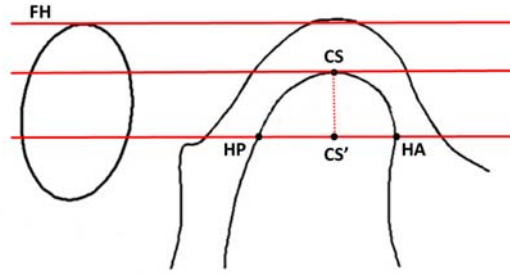
الجدول (1): النقاط والمستويات المرجعية والقياسات المستخدمة في المستوى السهمي

الاسم	الرمز	التعريف
Frankfort Horizontal	FH	هو المستوى المرجعي الأفقي الذي يمر بأخفض نقطة على تجويف الحجاج، ومن النقطة الأكثر علوية على مجرى السمع الظاهر
Porion	Po	النقطة الأكثر علوية على مجرى السمع الظاهر
Fossa Superior	FS	النقطة الأكثر علوية للحفرة المفصالية، المحددة بعماس مواز للمستوى فرانكفورت FH
Codyle Superior	CS	النقطة الأكثر علوية للقامة، تحدد بعماس مواز لمستوى FH
Condyle Anterior	CA	نقطة لقمية أمامية، تحدد بالعماس المرسوم من النقطة FS للناحية الأمامية للقامة
Condyle Posterior	CP	نقطة لقمية خلفية، تحدد بالعماس المرسوم من النقطة FS للناحية الخلفية للقامة
Fossa Anterior	FA	نقطة أمامية للحفرة المفصالية تمثل نقطة تقاطع العمود العمود المقام عند CA على الخط FS- مع الحفرة المفصالية
Fossa Posterior	FP	نقطة خلفية للحفرة المفصالية تمثل نقطة تقاطع العمود المقام عند CP على الخط FS- مع الحفرة المفصالية
Anterior Head of the Condyle	HA	النقطة الأكثر تحدياً للحافة الأمامية لرأس اللقمة
Posterior Head of the Condyle	HP	نقطة خلفية لرأس اللقمة تمثل نقطة تقاطع الخط المار من HA والموازي للمستوى المرجعي FH مع الحافة الخلفية لرأس اللقمة
Articular Eminence	AE	النقطة الأكثر سفلية لقامة الحديبية المفصالية المحددة بعماس مواز للمستوى المرجعي FH
Tympanic	T	نقطة خلفية للحفرة المفصالية تمثل نقطة تقاطع عماس مواز للمستوى المرجعي FH يمر من النقطة AE مع الجدار الخلفي للحفرة المفصالية
FS Projection	FS'	مسقط النقطة FS على الخط الواصل بين AE و T
CS Projection	CS'	مسقط النقطة CS على الخط الواصل بين HA و HP
Depth of the Mandibular Fossa	FD	عمق الحفرة المفصالية: هي المسافة بين النقطة FS والنقطة FS'
Anteroposterior Width of the Articular Fossa	FW	عرض الحفرة المفصالية: وهي المسافة الأفقية بين النقطتين AE و T
Condylar Height	CH	ارتفاع اللقمة: الارتفاع العمودي لرأس اللقمة الفكية، ويمثل المسافة بين CS و CS'
Anteroposterior Condylar Width	CW	عرض اللقمة: يمثل المسافة الأمامية الخلفية للقامة، ويقاس بين HA و HP
Anterior Joint Space	AJS	المسافة المفصالية الأمامية: تمثل المسافة بين CA و FA
Superior Joint Space	SJS	المسافة المفصالية العلوية: تمثل المسافة بين CS و FS
Posterior Joint Space	PJS	المسافة المفصالية الخلفية: تمثل المسافة بين CP و FP

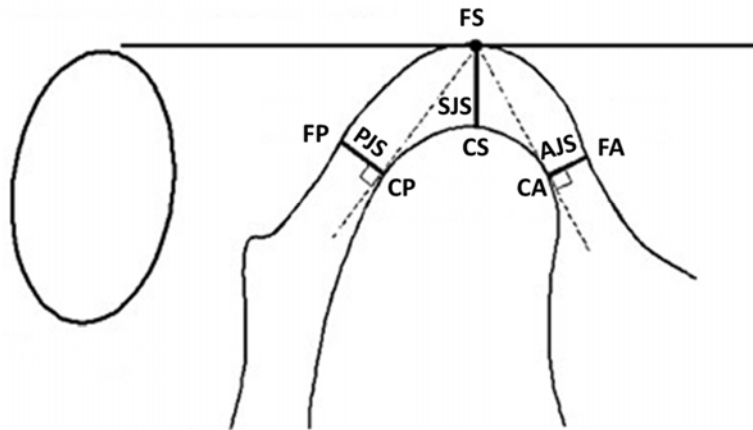


الشكل (3): طريقة قياس عرض الحفرة المفصالية وعمقها في المستوى السهمي





الشكل(4): طريقة قياس عرض اللقمة الفكبية وعمقها في المستوى السهمي.

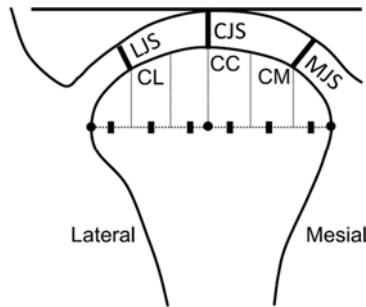


الشكل(5): المسافات المفصليّة الأمامية والعلوية والخلفية في المستوى السهمي.

كما تم الاعتماد على نقاط ومستويات مرجعية عدّة وأجريت قياسات عدّة في المستوى التاجي حسب Ikeda وزملائه عام 2011<sup>21</sup> موضحة في الجدول (2)، والشكل (6).

الجدول (2): النقاط والمستويات والقياسات في المستوى التاجي

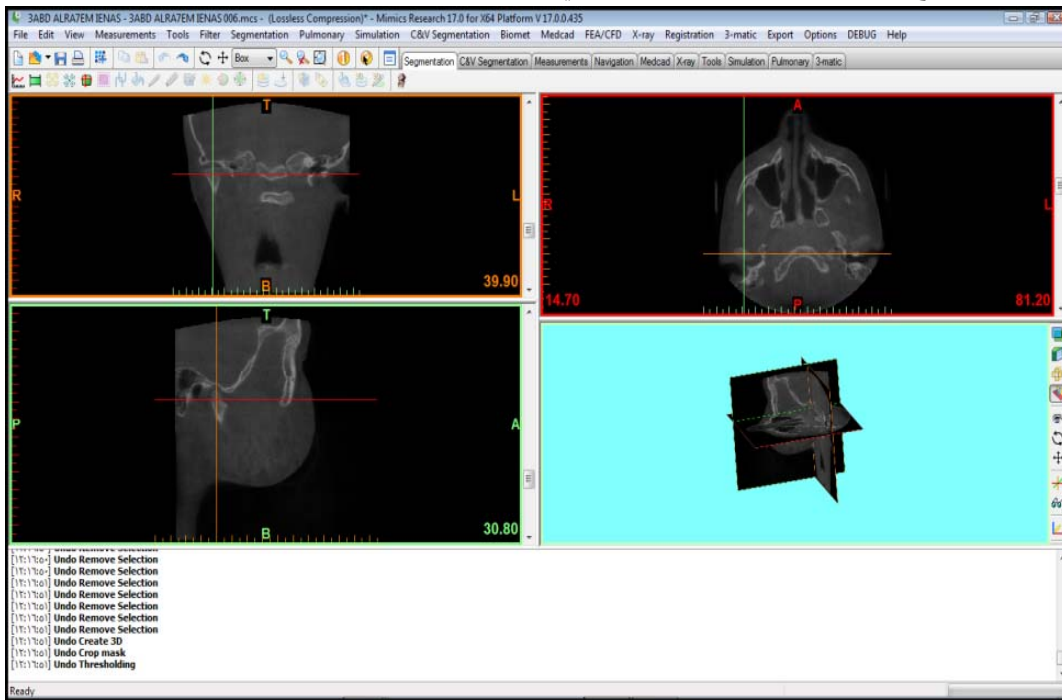
الاسم	الرمز	التعريف
Coronal Central Point	CC	النقطة المركزية التاجية: هي نقطة على سطح اللقمة ناتجة عن تقاطع العمود المرسوم من النقطة المركزية للعرض الإنسي الوحشي للقمة على مستوى FH
Coronal Medial Point	CM	النقطة الأنسية التاجية: هي نقطة على سطح اللقمة ناتجة عن تقاطع العمود المرسوم من التقاء السدسين الأول والثاني الإنسيين للعرض الإنسي الوحشي للقمة على مستوى FH
Coronal Lateral Point	CL	النقطة الوحشية التاجية: هي نقطة على سطح اللقمة ناتجة عن تقاطع العمود المرسوم من التقاء السدسين الأول والثاني الوحشيين للعرض الإنسي الوحشي للقمة على مستوى FH
Central Joint Space	CJS	المسافة المفصليّة المركزية: هي أقصر مسافة من CC إلى سطح الحفرة المفصليّة
Medial Joint Space	MJS	المسافة المفصليّة الإنسية: هي أقصر مسافة من CM إلى سطح الحفرة المفصليّة
Lateral Joint Space	LJS	المسافة المفصليّة الوحشية: هي أقصر مسافة من CL إلى سطح الحفرة المفصليّة



الشكل(6): النقاط والمستويات والقياسات في المستوى التاجي

الناصف مع الخط المتوسط العظمي، ويكون مستوى فرانكفورت موازياً للأفق. ثم استعرضت المقاطع حتى الحصول على المقاطع المركزية للقامة في المستويات الثلاثة السهمي والتاجي والمحوري، الشكل (7).

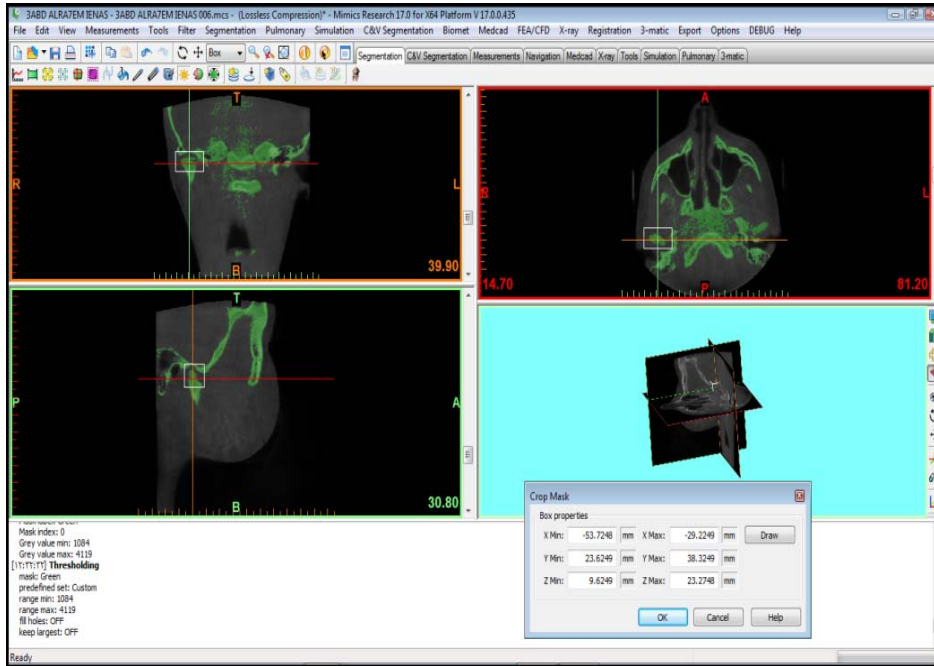
في المستوى المحوري المركزي قيس كل من القطر الأمامي الخلفي الأعظمي للقامة، والقطر الانسي الوحشي الأعظمي للقامة اعتماداً على طريقة Rodrigues وزملائه<sup>22</sup>. طريقة دراسة مساحة اللقم الفكية وحجمها: بداية وجّهت المقاطع بحيث يتطابق المستوى السهمي



الشكل(7): المقاطع المركزية للقامة في المستويات الثلاثة السهمي والتاجي والمحوري

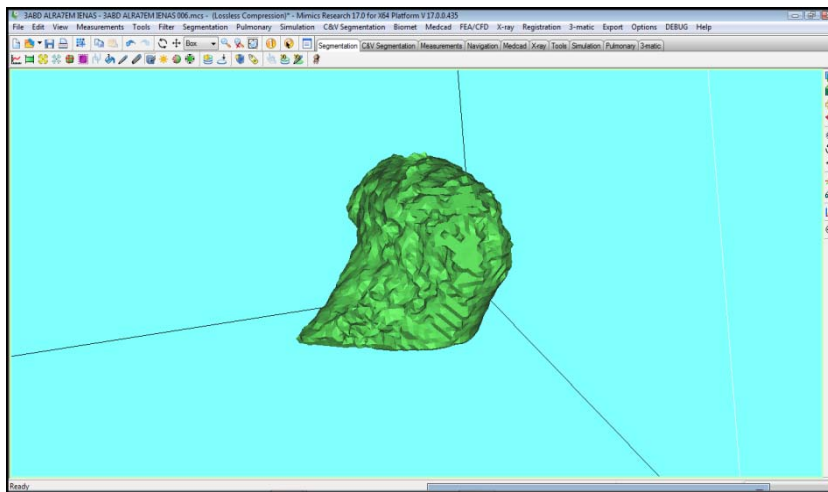
المفصل، في حين عيّنت الحدود السفلية للقامة عند انتهاء التلمة السنية sigmoid notch الفاصلة بين النتوء اللقمي والنتوء المنقاري، الشكل ( 8 ).

لتحضير اللقامة للفصل حدّدت عتبة الكثافة العظمية المناسبة، ثم جرّنت بالاعتماد على الطريقة المستخدمة من قبل Al-koshab وزملائه<sup>23</sup>. إذ عيّنت الحدود العلوية للقامة عند ظهور أول نقطة ظليلة على الأشعة في منطقة



الشكل (8): تجزئة اللقمة.

بعد استكمال التجزئة بني مجسم ثلاثي الأبعاد لللقمة، ومن ثم أزيلت البنى المجاورة المتبقية، وبعدها حدّد حجم هذه اللقمة، الشكل (9).



الشكل (9): إنهاء مجسم اللقمة ثلاثي الأبعاد.

#### موثوقية القياس:

#### الدراسة الإحصائية:

أجريت الدراسة الإحصائية باستخدام Statistical Package for the Social Sciences Software (SPSS) version 20 (IBM .SPSS Statistics, Armonk, NY: IBM Corp., USA) أجري في البداية اختبار Kolmogorov-Smirnov، وكان توزيع قيم المتغيرات التي تضمنتها الدراسة طبيعياً، ثم أجري

أعيدت دراسة 10 صور لخمسة مرضى بعد مرور شهر على الأقل من القياس الأول، ثم أجري اختبار ( Intraclass Correlation Coefficient ICC) لتحديد موثوقية قياس الباحث Intraexaminer reliability للمتغيرات الكمية.

اختبار t-test للعينات المرتبطة paired-sample t-test، الجهتين اليمنى واليسرى في المتغيرات كلها قبل المعالجة، وذلك لدراسة دلالة الفروق في متوسط المتغيرات الخطية والحجمية بين الجهتين اليمنى واليسرى، قبل المعالجة وبعدها عند مستوى ثقة 95%.  
النتائج:

كانت قيمة موثوقية القياس عالية، فقد راوحت قيمة ICC بين 0.841 - 0.995. كما لم تكن هناك فروق جوهرية بين

الجدول(3): قيم المتغيرات المدروسة قبل المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية وبعدها

مستوى الدلالة	بعد المعالجة		قبل المعالجة		المتغير المدروس	
	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي		
***<0.001	0.42	1.76	0.45	2.03	المسافة المفصالية الأمامية (مم)	المستوى السهمي
***<0.001	0.53	2.69	0.47	2.42	المسافة المفصالية العلوية (مم)	
***<0.001	0.5	2.25	0.45	1.94	المسافة المفصالية الخلفية (مم)	
0.163	0.81	7.13	0.84	7.19	عمق الحفرة المفصالية (مم)	
0.072	1.81	19.21	2.13	19.53	عرض الحفرة المفصالية (مم)	
***<0.001	0.73	5.81	0.63	4.94	ارتفاع اللقمة (مم)	
0.055	0.93	6.81	0.82	6.72	عرض اللقمة (مم)	
0.078	0.69	2.86	0.74	2.94	المسافة المفصالية الأنسية (مم)	المستوى التاجي
***<0.001	0.58	2.65	0.55	2.48	المسافة المفصالية المركزية (مم)	
0.264	0.53	2.16	0.54	2.21	المسافة المفصالية الوحشية (مم)	
0.067	1.85	15.1	1.61	14.82	القطر الانسي الوحشي الأعظمي للقمة (مم)	المستوى المحوري
***<0.001	0.95	6.79	0.86	6.07	القطر الأمامي الخلفي الأعظمي للقمة (مم)	
**0.007	593.2	2377.29	584.42	2089.5	حجم اللقمة (مم <sup>3</sup> )	

\*\*P<0.01, \*\*\* P<0.001

المعالجة بجهاز القطعة التوأمية. يظهر أيضاً من الجدول المذكور أن حجم اللقمة قد زاد جوهرياً بعد المعالجة الوظيفية (P=0.007).

#### المناقشة:

تعدّ الصور السيفالومترية والصور البانورامية الإجراء الأكثر شيوعاً في التقييم الشعاعي للمفصل الفكي الصدغي بسبب سهولة الحصول عليها وتوافرها، وقلة كلفتها المادية.<sup>24</sup> من جهة أخرى فإنّ صلاحية الصور البانورامية مشكوك فيها بسبب التغيرات المتعلقة بوضعية رأس المريض، وزاوية التعرض للأشعة،<sup>25</sup> كما يعدّ التراكم التشريحي، وفروقات

يلاحظ من الجدول السابق حدوث تغيرات جوهرية في متغيرات عدّه بعد المعالجة الوظيفية إذ نقصت المسافة المفصالية الأمامية، وزادت المسافة المفصالية العلوية والخلفية في المستوى السهمي، كذلك زادت المسافة المفصالية المركزية في المستوى التاجي (P<0.001). أما بالنسبة الى الأبعاد الخطية للقمة، فقد زاد ارتفاع اللقمة جوهرياً في المستوى السهمي، كما زاد القطر الأمامي الخلفي الأعظمي للقمة جوهرياً في المستوى المحوري بعد المعالجة (P<0.001). في حين لم يتغير عمق الحفرة المفصالية وعرضها في المستوى السهمي جوهرياً بعد

المحوسب ذي الحزمة المخروطية لدى مرضى سوء إطباق من الصنف الثاني النموذج الأول، ولاحظ عدم وجود فروق في القياسات بين الجانبين اليمين واليسار.<sup>30</sup> بينما تختلف نتائج الدراسة الحالية عن نتائج دراسة Dalili وزملائه عام 2012 الذين وجدوا أنّ المسافات المفصلية الأمامية والوحشية أكبر في الجانب اليمين منها في الجانب اليسار. في حين كانت المسافات المفصلية العلوية والخلفية أكبر في الجانب اليسار منها في الجانب اليمين،<sup>31</sup> ولعل الاختلاف يعود إلى أنهم درسوا صوراً ثلاثية الأبعاد لأشخاص من الصنف الأول.

أظهرت الدراسة الحالية أنّ المسافة المفصلية الأمامية قد نقصت بينما كانت المسافة المفصلية العلوية والخلفية أكبر بعد المعالجة الوظيفية مما قبلها، ولعل ذلك يعود إلى أنّ جهاز القطعة التوأمية يقوم بتقديم الفك السفلي إلى الأمام، وهذا يتفق مع نتائج دراسة Liu وزملائه عام 2013 الذين درسوا تأثير المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية في المفصل الفكي الصدغي لمرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق باستخدام الصور الشعاعية ثلاثية الأبعاد، وباستخدام برنامج InVivoDental لتقييم تلك الصور.<sup>18</sup>

كانت المسافة المفصلية الأمامية أقل بعد المعالجة الوظيفية باستخدام جهاز القطعة التوأمية لمرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق، في حين كانت المسافة المفصلية العلوية والخلفية أكبر بعد تلك المعالجة، أي أنّ اللقمة الفكية أصبحت متجهة نحو الأسفل والأمام بشكل أكبر من الوضع السابق للمعالجة، ومن ثمّ فإنّ جهاز القطعة التوأمية يؤدي إلى تغيير وضع اللقمة الفكية داخل التجويف المفصلي بعد المعالجة الوظيفية. وقد أظهرت مراجعة منهجية حديثة شملت الدراسات والبحوث العلمية كلّها عن تأثير المعالجة التقييمية الوظيفية بتقديم الفك السفلي المنشورة بين عامي 2000 - 2015 أنّ التغييرات الطارئة على وضع اللقمة والمفصل الفكي الصدغي لا تتوافق مع أية آثار سلبية في

التكبير للطرفين اليمين واليسار الذي يسبب خيالات مضاعفة من المساوي الشائعة للصور السيفالومترية.<sup>26</sup> أدت التطورات الراهنة إلى تطوير التصوير ثلاثي الأبعاد CBCT الذي يتميز بالدقة والموثوقية، فهو لا يبدي أي تشوه أو تكبير.<sup>15</sup>

درّس تأثير المعالجة الهادفة لتصحيح توضع الفك السفلي في وضعية وشكل المفصل الفكي الصدغي. وقد أكدت المراجعات المنهجية أنّ الدراسات السابقة لم تتوصل إلى طبيعية استجابة المفصل الفكي الصدغي الحاصلة نتيجة المعالجة الوظيفية.<sup>27</sup>

نظراً إلى ما سبق، وللدقة المثبتة للصور ثلاثية الأبعاد CBCT، ولأنّها تمكنا من إجراء القياسات الحجمية فضلاً عن القياسات الخطية، هدفت الدراسة الحالية إلى تقييم تأثير المعالجة الوظيفية عند مرضى الصنف الثاني الهيكلي في المفصل الفكي الصدغي باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية، وباستخدام برنامج Mimics المثبت الصلاحية.

لم يكن هناك فروق جوهرية بين الجهتين اليمنى واليسرى في المتغيرات المدروسة كلّها أي أنّ اللقمة الفكية كانت متناظرة في الجانبين، وربما يعود هذا إلى أنّ الفعالية العضلية الماضغة تكون متساوية في الجهتين اليمنى واليسرى لدى مرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق، فحسب Fuents وزملائه عام 2003 يتكيف نمو غضروف اللقمة مع الوظائف الميكانيكية الموضعية المطبقة على المفصل الفكي الصدغي.<sup>28</sup> تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Al-Koshab وزملائه عام 2015،<sup>23</sup> وKoide وزملائه عام 2017<sup>29</sup> الذين لم يجدوا فروقاً جوهرية في حجم اللقمة بين الجانبين اليمين واليسار، وذلك عند مرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق، وكذلك تتفق مع نتائج دراسة Fang and Tao عام 2014 اللذين درسوا لقمة المفصل الفكي الصدغي بواسطة التصوير المقطعي

أظهرت الدراسة الحالية أنّ القطر الأمامي الخلفي الأعظمي للقمة، وكذلك ارتفاعها كانا بعد المعالجة الوظيفية أكبر مما قبلها. وهذا يتفق مع نتائج دراسة Liu وزملائه عام 2014<sup>36</sup> ونتائج دراسة Mai وزملائه عام 2013<sup>18</sup>، والذين وجدوا أنّ المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية تؤدي إلى زيادة القطر الأمامي الخلفي الأعظمي للقمة الفكية، وزيادة ارتفاعها زيادة جوهرية.

زاد حجم اللقمة في الدراسة الحالية بعد المعالجة الوظيفية باستخدام جهاز القطعة التوأمية زيادة جوهرية، ولعل ذلك يعود إلى أنّ حجم لقمة المفصل الفكي الصدغي يرتبط بالعلاقة بين القواعد الفكية العلوية والسفلية، كما أشار Krisjane وزملائه عام 2009<sup>12</sup>. يقوم جهاز القطعة التوأمية المستخدم في الدراسة الحالية بتقديم الفك السفلي إلى الأمام، أي يغيّر العلاقة بين القواعد الفكية العلوية والسفلية، ومن ثمّ يؤدي إلى تغيير الحمل اللقمي. تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Yildirim وزملائه عام 2006<sup>18</sup> الذين لاحظوا بواسطة التصوير ثلاثي الأبعاد زيادة في حجم اللقمة في الجهتين اليمنى واليسرى بعد المعالجة الوظيفية باستخدام جهاز القطعة التوأمية.<sup>10</sup> في حين تختلف نتائج الدراسة الحالية عن نتائج دراسة Shi وزملائه عام 2016<sup>10</sup> الذين أشاروا إلى أنّ حجم عظم اللقمة وكثافته قد تناقص تناقصاً جوهرياً في الصور ثلاثية الأبعاد عند مرضى الصنف الأول من سوء الإطباق بعد المعالجة التقويمية،<sup>37</sup> ولعل الاختلاف يعود إلى اختلاف صنف سوء الإطباق المدروس واختلاف طريقة المعالجة.

من محدوديات الدراسة الحالية Limitations عدم وجود مجموعة شاهدة غير معالجة، إذ لم يمكن لأسباب أخلاقية تعريض المرضى للأشعة للحصول على صور CBCT في الزمنين T0 و T1 دون تقديم المعالجة. لا يمكن استبعاد دور النمو بسبب عدم وجود مجموعة شاهدة غير

المفاصل السليمة، بل أنّ هذه المعالجة يمكنها أن تحسّن المفاصل التي كانت تعاني من انزياح القرص الأمامي قبل المعالجة.<sup>32</sup> تختلف نتائج الدراسة الحالية عن نتائج دراسة Kinzinger وزملائه عام 2007<sup>32</sup> الذين أشاروا إلى أنّ وضع المفصل الفكي الصدغي يعود إلى العلاقة الأصلية عند مرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق بعد المعالجة بالأجهزة الوظيفية الثابتة،<sup>33</sup> ولعل الاختلاف يعود إلى اختلاف نوع الأجهزة المستخدمة، وإلى استخدامهم المرنان في دراسة المفصل الفكي الصدغي وهو ذو قيمة تشخيصية محدودة بالمقارنة بالتصوير ثلاثي الأبعاد.<sup>34</sup>

أظهرت الدراسة الحالية أنّ عمق الحفرة المفصليّة وعرضها لم يتغيرا بعد المعالجة الوظيفية عند مرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق، أي أنّ المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية لم تؤثر في عمق الحفرة المفصليّة وعرضها للمفصل الفكي الصدغي، وهذا يتفق مع ما توصل إليه Liu وزملائه عام 2013<sup>18</sup> الذين وجدوا أنّ المعالجة الوظيفية بجهاز القطعة التوأمية لا تؤثر في عمق الحفرة المفصليّة وعرضها.<sup>18</sup> تختلف نتائج الدراسة الحالية عن نتائج دراسة Koide وزملائه عام 2017<sup>18</sup> الذين أشاروا إلى أنّ المعالجة التقويمية بعد قلع الضواحك لمرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق تؤدي إلى زيادة ارتفاع الحفرة المفصليّة، ونقص العرض الأمامي الخلفي لتلك الحفرة،<sup>29</sup> ولعل الاختلاف يعود إلى أنّ المعالجة التقويمية أجريت مع قلع الضواحك، وليس باستخدام الأجهزة الوظيفية. وكذلك تختلف عن نتائج دراسة LeCornu وزملائه عام 2013<sup>35</sup> الذين لاحظوا حدوث امتصاص عظمي على الجدار الأمامي للحفرة المفصليّة وتوضّعاً عظماً على الجدار الخلفي لتلك الحفرة عند المرضى المعالجين باستخدام جهاز Herbst. ولعل الاختلاف يعود إلى اختلاف الأجهزة المستخدمة في تصحيح سوء الإطباق.

جديد في اللقمة الفكّية ناتج عن تقديم الفك السفلي.<sup>39</sup> فالمعالجة بالأجهزة الوظيفية تسرع وتعزز نمو اللقمة الفكّية عن طريق تسريع تمايز خلايا طليعة الغضروف إلى خلايا غضروفية ومن ثمّ تؤدي إلى تشكيل القالب الغضروفي وزيادة كميته، ممّا يعزز نمو اللقمة.<sup>40</sup>

#### الاستنتاجات:

- يؤدي جهاز القطعة التوأمية إلى زيادة حجم اللقم الفكّية، أي إعادة بناء عظمي تكفي للمفصل الفكي الصدغي ناتج عن تصحيح سوء الإطباق.
- تؤدي المعالجة الوظيفية لمرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق باستخدام جهاز القطعة التوأمية إلى نقص المسافة المفصليّة الأمامية، وزيادة المسافة المفصليّة العلوية والخلفية، أي إنّ جهاز القطعة التوأمية يؤدي إلى تغيير وضع اللقمة الفكّية داخل التجويف المفصلي بعد المعالجة.
- إذ تصبح اللقمة متجهة نحو الأسفل والأمام بشكل أكبر من الوضع السابق للمعالجة.
- يمكن استخدام صور CBCT في تقييم استجابة المفصل الفكي الصدغي للمعالجة التقويمية الوظيفية.

معالجة في الدراسة الحالية، فالفك السفلي ما يزال لديه إمكانية للنمو نظراً إلى أعمار المرضى الصغيرة. ومع ذلك يمكن بالاستناد إلى نتائج الدراسات السابقة والمراجعات المنهجية الميل إلى أنّ التغيرات الحادثة بمقدارها الأعظمي ناتجة عن المعالجة الوظيفية، وفقاً لـ Marsico وزملائه عام 2011 في دراستهم الاستقصائية التي شملت المقالات المنشورة حتى عام 2009 على المواقع الآتية: PubMed, Embase, Ovid Medline, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Web of Science, LILACS, and Google Scholar، فقد طرأ على الفك السفلي عند مرضى الصنف الثاني من سوء الإطباق المعالجين بالأجهزة الوظيفية تغيرات هيكلية جوهرية إحصائياً، وذلك بالمقارنة بالمجموعة الشاهدة غير المعالجة، إذ أظهرت النتائج فرقاً جوهرياً من الناحية الإحصائية في النمو السنوي للفك السفلي بمقدار 1.79 مم في المجموعة المعالجة بالأجهزة الوظيفية بالمقارنة بالمجموعة الشاهدة. وقد توصل تحليل الحساسية Sensitivity Analysis إلى نتيجة مشابهة للنتيجة السابقة، حيث بلغ الفرق مقدار 1.91 مم في زيادة النمو السنوي للفك السفلي في المجموعة المعالجة بالمقارنة بالمجموعة الشاهدة.<sup>38</sup> كما أنّ التجارب على الحيوانات الخاضعة للمعالجة الوظيفية قد أشارت إلى تشكل عظم

### المراجع References

1. Andrews L.F. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972;62(3):296-309..
2. Bishara S.E. Textbook of orthodontics. WB Saunders Company; 2001, P:327-333.
3. Sfondrini M, Cacciafesta V, Sfondrini G. Upper molar distalization: a critical analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2002;5(2):114-126.
4. Burhan A.S. Combined treatment with headgear and the Frog appliance for maxillary molar distalization: a randomized controlled trial. *Korean J Orthod.* 2013;43(2):101-109.
5. Burhan S., Nawaya F.R. Dentoskeletal effects of the Bite-jumping appliance and the Twin-block appliance in the treatment of skeletal Class II malocclusion: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2015;37(3):330-337.
6. Littlewood S.J. Functional appliances. in Mitchell L, Littlewood SJ, Nelson-Moon ZL, Dyer F. An introduction to orthodontics, 4th ed. Oxford: OUP Oxford: Oxford University Press; 2013, p: 235-250.
7. Flores-Mir C., Major P.W. A systematic review of cephalometric facial soft tissue changes with the Activator and Bionator appliances in Class II division 1 subjects. *Eur J Orthod.* 2006;28(6):586-593.
8. Mills J. The effect of functional appliances on the skeletal pattern. *Br J Orthod.* 1991;18(4):267-275.
9. Taki A, Ghaffarparasand A. Effects of functional appliance therapy on the depth of the pharyngeal airways: Activator vs. Forsus. *J Dent Health Oral Disord Ther* 2015;3(1):00082.
10. Yildirim E., Karacay S., Erkan M.. Condylar response to functional therapy with Twin-block as shown by cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2014;84(6):1018-1025.
11. Dawson P.E.. Functional occlusion: from TMJ to smile design. Elsevier Health Sciences, 1<sup>st</sup> edition; 2006.
12. Krisjane Z., Urtane I., Krumina G., Zepa K.. Three-dimensional evaluation of TMJ parameters in Class II and Class III patients. *Stomatologija.* 2009;11(1):32-36.
13. Katsavrias EG, Halazonetis DJ. Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(3):337-346.
14. Chen J, Sorensen K, Gupta T, Kilts T, Young M, Wadhwa S. Altered functional loading causes differential effects in the subchondral bone and condylar cartilage in the temporomandibular joint from young mice. *Osteoarthritis Cartilage.* 2009;17(3):354-361.
15. Barghan S, Merrill R, Tetradis S. Cone beam computed tomography imaging in the evaluation of the temporomandibular joint. *Tex Dent J.* 2012;129(3):289-302.
16. Hussain A., Packota G., Major P., Flores-Mir C.. Role of different imaging modalities in assessment of temporomandibular joint erosions and osteophytes: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(2):63-71.
17. Honey O.B., Scarfe W.C., Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, Farman AG. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(4):429-438.
18. Liu B., Wang Y., Song F., Liu M., Duan Y., Zhou L. Cone-beam CT evaluation of the changes in the temporomandibular joint of patients with class II division 1 subdivision malocclusion before and after Twin-block treatment. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2013;31(6) :610-614.
19. Weissheimer A., de Menezes L.M., Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(6):801-813.
20. Ikeda K., Kawamura A.. Assessment of optimal condylar position with limited cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(4):495-501.
21. Ikeda K., Kawamura A, Ikeda R. Assessment of optimal condylar position in the coronal and axial planes with limited cone-beam computed tomography. *J Prosthodont.* 2011;20(6):432-438.
22. Rodrigues A.F., Fraga M.R., Vitral R.W. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class II division 1 and Class III malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):199-206.
23. Al-koshab M., Nambiar P., John J.. Assessment of condyle and glenoid fossa morphology using CBCT in South-East Asians. *PLoS One.* 2015;10(3):e0121682.
24. Uematsu H., Ichida T., Masumi S-I, Morimoto Y., Tanaka T., Konoo T., Yamaguchi K.. Diagnostic image analyses of activator treated temporomandibular joint in growth and maturing stages. *Cranio.* 2002;20(4):254-263.



25. McDavid W., Tronje G, Welander U, Morris C. Dimensional reproduction in rotational panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1986;62(1):96-101.
26. Halazonetis D.J.. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(5):627-637.
27. Al-Saleh M., Alsufyani N., Flores-Mir C., Nebbe B., Major P.. Changes in temporomandibular joint morphology in Class II patients treated with fixed mandibular repositioning and evaluated through 3D imaging: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18(4):185-201.
28. Fuentes M.A., Opperman L.A., Buschang P., Bellinger L.L., Carlson D.S., Hinton R.J. Lateral functional shift of the mandible: part I. Effects on condylar cartilage thickness and proliferation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(2):153-159.
29. Koide D., Yamada K., Yamaguchi A., Kageyama T., Taguchi A.. Morphological changes in the temporomandibular joint after orthodontic treatment for Angle Class II malocclusion. *Cranio.* 2017; 15:1-9.
30. Fang H, Tao L. Evaluation of sagittal temporomandibular condyle position in adolescent Angle Class II division 1 patients by cone-beam CT. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2014;23(6):740-743.
31. Dalili Z., Khaki N., Kia S.J., Salamat F.. Assessing joint space and condylar position in the people with normal function of temporomandibular joint with cone-beam computed tomography. *Dent Res J.* 2012;9(5):607-612.
32. Ivorra-Carbonell L., Montiel-Company J.M., Almerich-Silla J.M., Paredes-Gallardo V., Bellot-Arcís C. Impact of functional mandibular advancement appliances on the temporomandibular joint-a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2016; 21(5): e565–e572.
33. Kinzinger G., Kober C., Diedrich P. Topography and morphology of the mandibular condyle during fixed functional orthopedic treatment—a magnetic resonance imaging study. *J Orofac Orthop.* 2007;68(2):124-147.
34. Alkhader M., Ohbayashi N., Tetsumura A., Nakamura S., Okochi K., Momin M., Kurabayashi T. Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting osseous abnormalities of the temporomandibular joint and its correlation with cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010;39(5):270-276.
35. LeCornu M., Cevidane L.H., Zhu H., Wu C-D., Larson B., Nguyen T. Three-dimensional treatment outcomes in Class II patients treated with the Herbst appliance: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(6):818-830.
36. Mai L., Yao Y., Zhang S., Wang D., Zhang Z. Comparison of temporomandibular joint changes in adolescent Class II deviation 1 malocclusion patients with mandibular retrusion treated with Twin-block and Class II elastics. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2014;49(7):394-398.
37. Shi Q., Lu H., Xiao F., Jiang Z., Liu Y., Gu Z. Condylar morphological changes before and after orthodontic treatment for angle Class I malocclusion adult patients. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2016;25(3):301-305.
38. Marsico E., Gatto E., Burrascano M, Matarese G., Cordasco G.. Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(1):24-36.
39. Rabie A., Xiong H., Hägg U.. Forward mandibular positioning enhances condylar adaptation in adult rats. *Eur J Orthod.* 2004;26(4):353-358.
40. Rabie A., She T., Hägg U. Functional appliance therapy accelerates and enhances condylar growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(1):40-48.

تاريخ ورود البحث 2017/08/10  
تاريخ قبوله للنشر 2017/09/28