

## The Radiographic Changes in CBCT Image as predictors of osteoporosis

Dr. Abdulkarim Khalil<sup>\*</sup>  
Dr. Karam Ahmad<sup>\*\*</sup>

(Received 26 / 10 / 2022. Accepted 21 / 11 / 2022)

### □ ABSTRACT □

Bone is living tissue, it consistently undergoes modeling and remodeling to withstand functional demands. Differences in hormones influence bone quality and quantity particularly through post menopausal leading to susceptibility to osteoporosis. This study was conducted to investigate the width and density of the mandibular cortical bone as diagnostic indicators for diagnosing osteoporosis in the elderly using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). The research sample included two groups: the study group consisted of (10) patients diagnosed with osteoporosis according to the T-Score scale, where their T-Score value smaller or equal -2.5 at ages 45-61 years, and the control group consisted of (12) individuals Healthy people aged 48-60 years with a T-Score greater or equal to -1.

Each of following variables was evaluated: MI and CI on CBCT image.

The results showed statistically significant differences in the values of MI and CI between osteoporotic patients group and control group, meaning that there is a correlation between the values of MI and CI and mineral density of the lumbar spine.

**Key Words:** Cone-beam Computed Tomography , Osteoporosis , Bone Density, Mandibular Cortical Width.

---

<sup>\*</sup> Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Tishreen University, Lattakia, Syria.

<sup>\*\*</sup> ph.d student, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Tishreen University, Lattakia, Syria.

## التغيرات الشعاعية في صورة ال CBCT كمشعرات للتنبؤ بالإصابة بهشاشة العظام

د. عبد الكريم خليل\*

كرم أحمد\*\*

(تاريخ الإيداع 26 / 10 / 2022. قَبْلُ للنشر في 21 / 11 / 2022)

### □ ملخّص □

يعتبر العظم نسيج حي يخضع باستمرار لعملية التجديد وإعادة البناء لتحقيق المتطلبات الوظيفية للجسم. تؤثر التغيرات في الهرمونات الجنسية على جودة وكمية العظام خاصة خلال فترة ما بعد انقطاع الطمث مما يؤدي إلى احتمالية الإصابة بمرض هشاشة العظام. أجريت هذه الدراسة لتحري عرض وكثافة العظم القشري للفك السفلي كمشعرات تشخيصية لتشخيص الإصابة بهشاشة العظام عند المتقدمين بالعمر باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية CBCT. شملت عينة البحث مجموعتين: مجموعة الدراسة وتكونت من (10) مرضى هشاشة عظام مشخص وفق مقياس ال T-Score حيث قيمة T-Score عندهم أصغر أو تساوي -2,5 بأعمار 45-61 سنة، وتكونت المجموعة الشاهدة من (12) فرد سليم بأعمار 48-60 سنة حيث قيمة T-Score عندهم أكبر أو يساوي -1.

تم تقييم كل من المتغيرات التالية: المؤشر الذقني MI والذي يمثل عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي أسفل الثقبية الذقنية، مشعر CI والذي يمثل شكل الصفيحة القاعدية القشرية للفك السفلي على صورة ال CBCT عند كلا المجموعتين.

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في قيم MI و CI بين مجموعة مرضى هشاشة العظام والمجموعة الشاهدة أي أن هنالك علاقة ارتباط بين قيم MI و CI وكثافة معادن العمود الفقري القطني.

**الكلمات المفتاحية :** التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية، هشاشة العظام، كثافة العظم، عرض العظم القشري للفك السفلي.

\* أستاذ، قسم جراحة الفم والفكين، كلية طب الأسنان، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

\*\* طالب دراسات عليا (دكتوراه)، قسم جراحة الفم والفكين، كلية طب الأسنان، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

**مقدمة :**

يُعرف ترقق العظام بأنه اضطراب استقلابي مزمن يؤثر على قوة العظام وسلامتها، مما يؤدي إلى انخفاض كتلة العظام وتعريض المرضى لكسور منخفضة الطاقة (1). يؤثر المرض في الغالب على الإناث بعد انقطاع الطمث ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بالشيخوخة (2). قد تؤدي كسور هشاشة العظام إلى إصابات واسعة أو وفيات كبيرة ومع ذلك، فإن هشاشة العظام غير مترافقة مع أعراض، مما يجعل الحاجة إلى التشخيص المبكر أمراً ضرورياً.

على الرغم من أن قياس امتصاص الأشعة السينية المزدوج (DXA) هو التقنية المعتمدة كمعيار ذهبي في تشخيص هشاشة العظام، تم البحث عن العديد من طرق الكشف والتشخيص من أجل تحديد المرضى المعرضين لخطر انخفاض كثافة المعادن في العظام (BMD).

تصنف قيم الكثافة المعدنية للعظم (BMD) وفق مايلي:

Normal : T-Score أكبر أو يساوي -1.

Osteopenia : T-Score بين -1 و -2,5.

Osteoporosis : T-Score أصغر أو تساوي -2,5. (7)

إلا أن إمكانية الاستخدام الروتيني لهذا الفحص تعتبر محدودة (8,9). لذلك، هناك بعض الطرق البديلة الملائمة لتقييم المرضى المعرضين للإصابة بهشاشة العظام وذات تكلفة مادية أقل مقارنة بالـ (DXA)، تعتمد إحدى هذه الطرق على تقييم التغيرات في الفك السفلي (مثل عرض وشكل العظم القشري للفك السفلي) وفق تقنيات تصوير الأسنان المختلفة، حيث اقترح بأن التغيرات في مورفولوجية العظم القشري للفك السفلي تظهر في بداية سن اليأس (3).

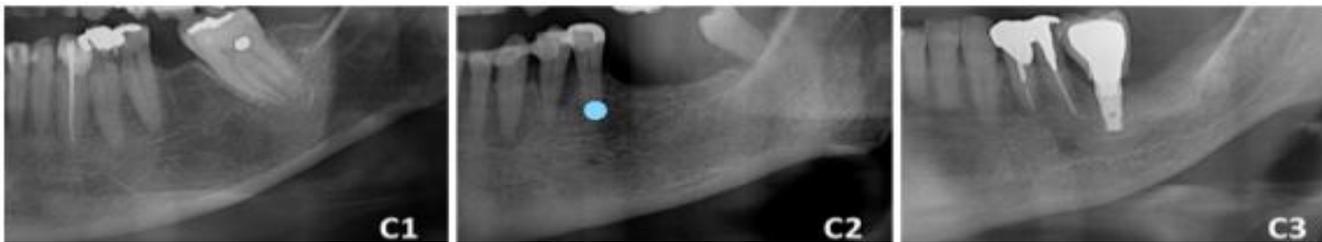
تم تطوير مشعر العظم القشري للفك السفلي (MCI) باستخدام التصوير الشعاعي البانورامي في عام 1994 بواسطة Klemetti وآخرون (4)، وهو مؤشر نوعي يقيم مظهر بطانة العظم القشري للفك السفلي. تصنف قشرة الفك السفلي وفق ثلاثة أنماط وهي:

C1: حيث يكون للعظم القشري الفكي السفلي شكل طبيعي.

C2: حيث يحتوي العظم القشري للفك السفلي على بعض مناطق شافة على الأشعة تكون ذات شكل شبه دائري أو خطي.

C3: يظهر العظم القشري للفك السفلي مناطق عديدة شافة على الأشعة، مما يدل على أن المريض معرض بدرجة مرتفعة لخطر الإصابة بهشاشة العظام (4).

يوضح الشكل 1 مثال على التصنيف المذكور أعلاه.



الشكل 1: مشعر العظم القشري للفك السفلي: C1: حيث يكون للعظم القشري الفكي السفلي شكل طبيعي. C2: حيث يحتوي العظم القشري للفك السفلي على بعض مناطق شافة على الأشعة تكون ذات شكل شبه دائري أو خطي. C3: يظهر العظم القشري للفك السفلي مناطق عديدة شافة على الأشعة، مما يدل على أن المريض معرض بدرجة مرتفعة لخطر الإصابة بهشاشة العظام.

الميزة الرئيسية لمشعر ال MCI هي سهولة تطبيقه بين أطباء الأسنان، نظرًا لأن هذا المشعر يمكن تقييمه بالعين المجردة باستخدام الصور الشعاعية التقليدية (4) مما دعا العديد من الباحثين إلى اعتماده وتطبيقه كأداة مساعدة دقيقة لتقييم نقص كثافة المعادن بالعظام (BMD)، خاصة في فترة ما بعد انقطاع الطمث عند الإناث (2,5,6). القليل من الدراسات اقترحت استخدام القياسات المختلفة على ال CBCT بالإضافة لقيم ال BMD لتمييز الأفراد ذوي الكثافة المعدنية بالعظام الهيكلية الطبيعية من الأفراد المصابين بهشاشة العظام (10,11). تعتبر ال CBCT طريقة تصوير مطبقة على نطاق واسع في طب الأسنان توفر تمثيلًا ثلاثي الأبعاد للهيكل العظمي للوجه والفكين بأقل تشوه ممكن (12)، وتتميز بتكلفة منخفضة نسبيًا وجرعة منخفضة مقارنة بتقنيات التصوير المقطعي المحوسب الأخرى (13).

ومع ازدياد أعداد مرضى هشاشة العظام الذين يراجعون العيادات السنوية والنااتج عن ارتفاع متوسط العمر المتوقع، فإن كثير من هؤلاء المرضى يعانون من فقدان الأسنان جزئيًا أو كليًا، وعادة ما يقومون بإجراء تصوير CBCT لغرض التخطيط للزرع السني (14,15) حيث تؤثر خصائص العظم على ثبات الغرسات ومعدل نجاحها (16,17)، وبالنظر إلى التوافر المتزايد لفحوصات ال CBCT في سياق التحضير للغرس السني، سيكون من المفيد للغاية أن يستخدم طبيب الأسنان وجراح الفم والفكين طريقة التصوير هذه لتحديد المرضى الذين يعانون من انخفاض كثافة المعادن بالعظام وإحالتهم لمزيد من الرعاية والعلاج الطبي (18,19,20,21,22). لذلك كان الهدف من هذه الدراسة هو الإجابة على السؤال التالي: هل يمكن لل CBCT تمييز الأفراد ذوي الكثافة المعدنية للعظم BMD المنخفضة؟.

#### المواد والطرائق:

#### تصميم الدراسة:

دراسة سريرية شعاعية توقعية prospective clinical and radiological study.

#### عينة الدراسة:

شملت عينة البحث مجموعتين: مجموعة الدراسة وتكونت من (10) مرضى هشاشة عظام مشخص وفق مقياس ال T-Score حيث قيمة T-Score عندهم أصغر أو تساوي -2,5 بأعمار 45-61 سنة بعد الحصول على موافقة من المريض على تضمينه في عينة الدراسة. أما معايير الاستبعاد فقد شملت المعالجة الحالية أو السابقة بمركبات البيفوسفونات الفموية أو الوريدية، قصة إصابة ورمية سابقة مع تلقي معالجة كيميائية، الإصابة بأمراض العظم الاستقلابية مثل قصور أو فرط نشاط جارات الدرق، الداء السكري وغيرها. وتكونت المجموعة الشاهدة من (12) مريض سليم بأعمار 48-60 سنة حيث قيمة T-Score عندهم أكبر أو يساوي -1.

#### مواد الدراسة:

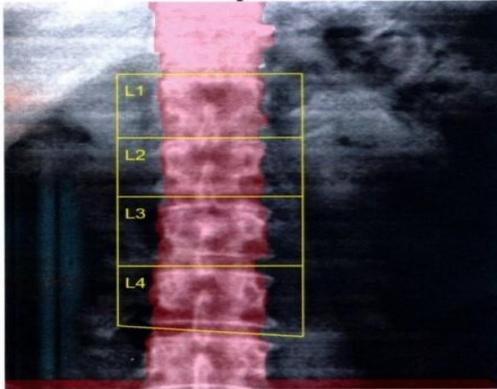
استخدم جهاز قياس الكثافة العظمية Medix Dr الموجود في قسم الأشعة في مستشفى تشرين الجامعي في اللاذقية، والمبين بالشكل 2، حيث تم تسجيل قيم الكثافة المعدنية للعظم BMD للفقرات القطنية L1-L4 ولجميع مرضى عينة هذه الدراسة.



الشكل 2: جهاز قياس الكثافة العظمية Medix Dr

Phone number : E-mail : Fax :  
 Patient : SALEMA Bkdash Sex : Female  
 Patient's ID : Ethnic : Caucasian  
 Birth Date : 22/07/1972 Current Age : 49 Years

## Spine



## Scan information :

Operator : trrwe  
 Prescribing doctor :  
 Physician :  
 Scan Date : 21/04/2022 10:19:27  
 Analysis date : 21/04/2022 10:22:36  
 Scan Age : 49 Years  
 Menopause age :  
 Height : 160 cm Weight : 73 kg  
 BMI: 28.52 kg/m<sup>2</sup> Overweight [25 - 29.9]  
 Site : Spine  
 \*Effective / Input dose : 1.95μSv/41μCy  
 Mode scan : normal  
 Analysis : Manual

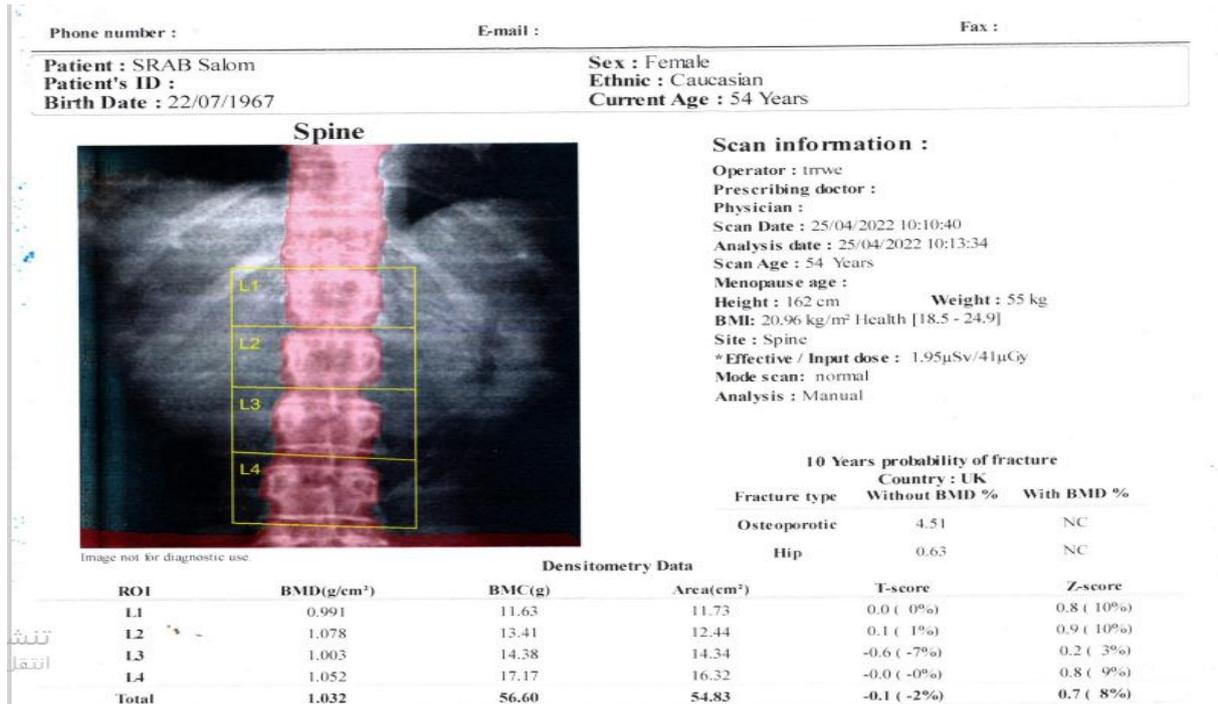
Fracture type	10 Years probability of fracture	
	Country : UK Without BMD %	With BMD %
Osteoporotic	3.03	NC
Hip	0.16	NC

## Densitometry Data

ROI	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	BMC(g)	Area(cm <sup>2</sup> )	T-score	Z-score
L1	0.820	12.18	14.85	-1.5 (-17%)	-1.0 (-12%)
L2	0.890	11.73	13.17	-1.6 (-17%)	-1.1 (-12%)
L3	1.036	16.99	16.40	-0.3 (-3%)	0.2 ( 3%)
L4	1.025	16.95	16.54	-0.3 (-3%)	0.3 ( 3%)
Total	0.949	57.85	60.96	-2.9 (-9%)	-0.3 (-4%)

الشكل 3: تقرير الكثافة المعدنية للعظم BMD للفقرات القطنية L1-L4 لأحد أفراد عينة الدراسة حيث قيمة

.2,9- = T-Score



الشكل 4: تقرير الكثافة المعدنية للعظم BMD للفقرات القطنية L1-L4 لأحد أفراد عينة الدراسة حيث قيمة T-Score = -0,1.

استخدم جهاز التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية CBCT والمبين بالشكل 5.



الشكل 5: جهاز CBCT نوع Acteon إيطالي المنشأ المستخدم في البحث.

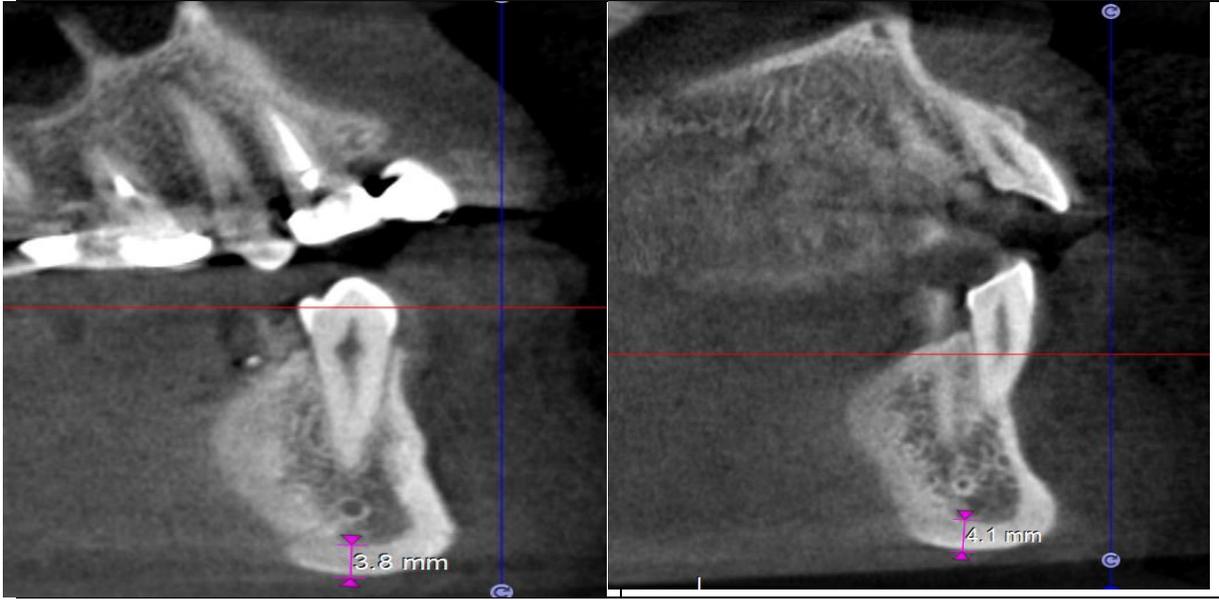
## طرائق الدراسة:

تم تسجيل قيم كل من المتغيرات المدروسة التالية على صورة ال CBCT لكل أفراد عينة الدراسة (23):

المؤشر الذقني MI والذي يمثل عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي أسفل الثقبية الذقنية.

مشعر CI والذي يمثل شكل الصفيحة القاعدية القشرية للفك السفلي وتم تقييمه من خلال الفحص البصري لشكل الصفيحة القشرية للفك السفلي وحشياً بالنسبة للثقبية الذقنية وفي كلا جانبي الفك و تم تصنيفه وفقاً ل Klemetti وآخرون.

تم قياس المؤشر الذقني MI عرض الحافة العظمية القشرية لعظم الفك السفلي في منطقة الثقبية الذقنية على صورة ال CBCT بالمقطع السهمي Saggital في كلا الجانبين وهو المسافة بين الحافة الظليلة العلوية والسفلية للعظم القشري للفك السفلي في منطقة الثقبية الذقنية عند كل أفراد مجموعتي الدراسة كما هو مبين بالشكل 7 والشكل 8.

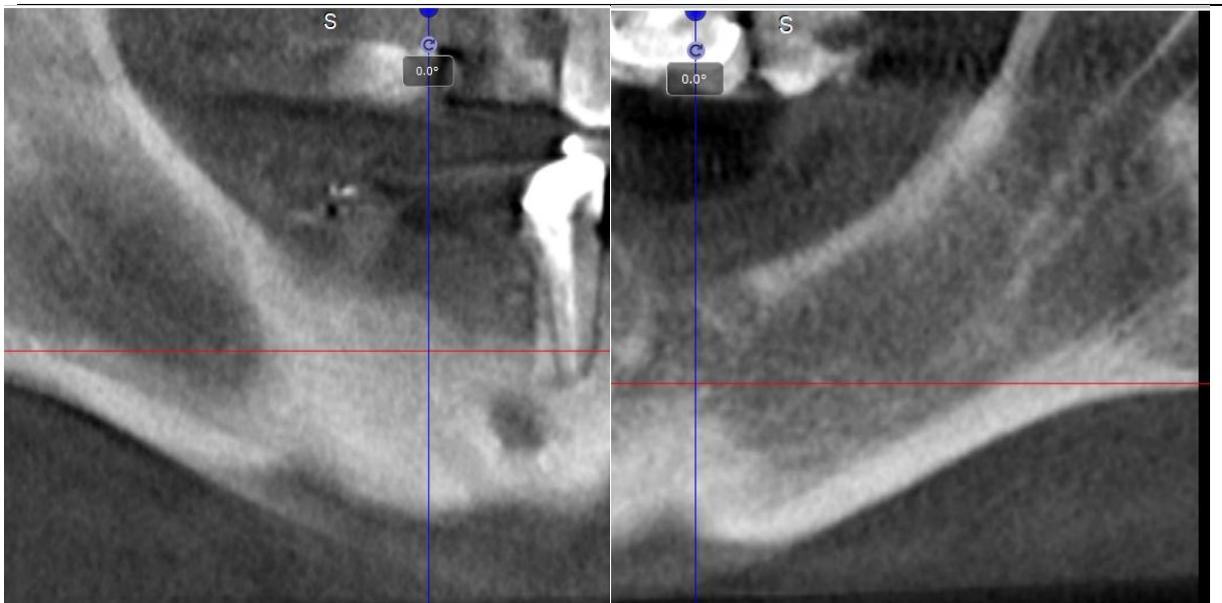


الشكل 7: قياس المؤشر القشري MI في كلا الجانبين عند أحد أفراد المجموعة الشاهدة.

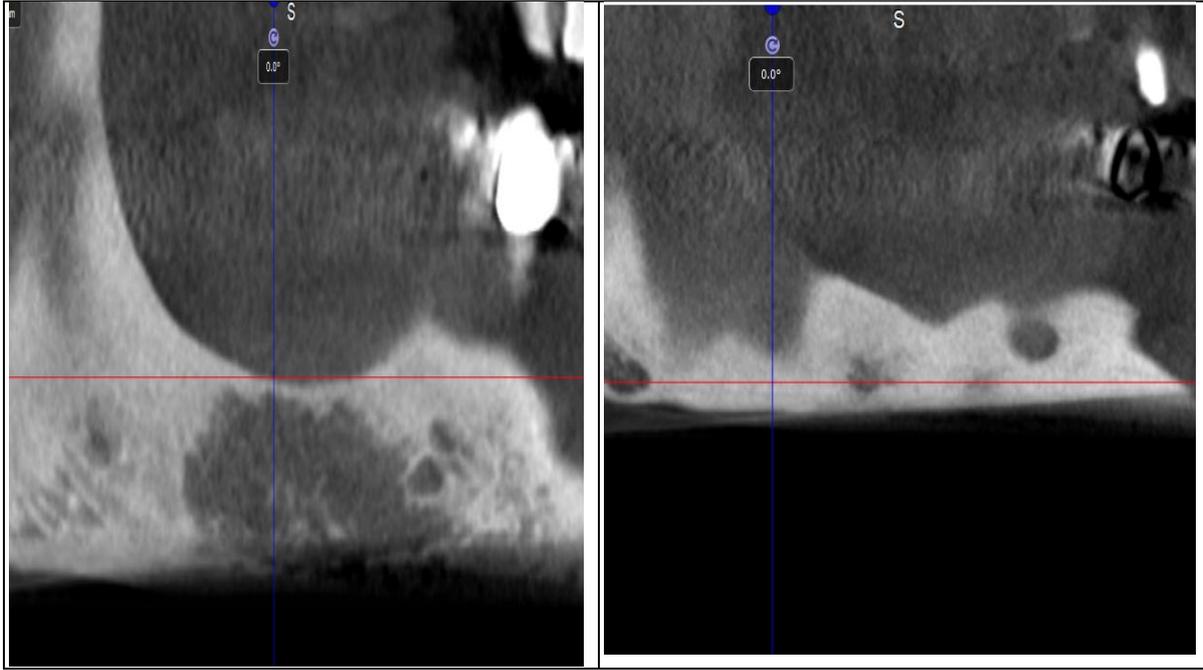


الشكل 8: قياس المؤشر القشري MI في كلا الجانبين عند أحد أفراد مجموعة هشاشة العظام.

تم تقييم مشعر CI والذي يمثل شكل الصفيحة القاعدية القشرية للفك السفلي وفقاً لتصنيف Klemitti وتم تقييمه من خلال الفحص البصري لشكل الصفيحة القشرية للفك السفلي وحشياً بالنسبة للثقبية الذقنية وفي كلا جانبي الفك عند كل أفراد مجموعتي الدراسة كما هو مبين بالشكل 9 والشكل 10.



الشكل 9: شكل الحافة القشرية للفك السفلي في المنطقة خلف الثقبية الذقنية وفق مشعر CI عند أحد أفراد المجموعة الشاهدة (نمط c2).



الشكل 10: شكل الحافة القشرية للفك السفلي في المنطقة خلف الثقبية الذقنية وفق مشعر CI عند أحد أفراد مجموعة هشاشة العظام (نمط c3).

### النتائج:

بناء على البيانات التي جمعت وجدولت من مجموعتي الدراسة، مجموعة مرضى هشاشة العظام والمكونة من (10) مرضى هشاشة عظام مشخص وفق مقياس ال T-Score حيث قيمة T-Score عندهم أصغر أو تساوي -2,5 بأعمار 45-61 سنة، والمجموعة الشاهدة المكونة من (12) مريض سليم بأعمار 48-60 سنة حيث قيمة T-Score عندهم أكبر أو يساوي -1.

تم تسجيل قيم كل من المؤشر الذقني MI والذي يمثل عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي أسفل الثقبية الذقنية، مشعر CI والذي يمثل شكل الصفيحة القاعدية القشرية للفك السفلي على صورة ال CBCT لكل أفراد عينة الدراسة. تمّ قياس متوسط قيم عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي أسفل الثقبية الذقنية (المؤشر الذقني MI) كما هو مبين في الجدول التالي:

#### Group Statistics

	المجموعة	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
MI	المجموعة الشاهدة	24	3.9583	.37290	.07612
	مجموعة مرضى هشاشة العظام	20	2.7700	.37850	.08464

من الجدول السابق نجد أن متوسط MI لدى المجموعة الشاهدة بلغ 3.95 بانحراف معياري 0.37 بينما متوسط MI لدى مجموعة مرضى هشاشة العظام 2.77 بانحراف معياري 0.378.



## Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.497 <sup>a</sup>	2	.003
Likelihood Ratio	6.508	2	.
Linear-by-Linear Association	5.218	1	.
N of Valid Cases	22		

a. 6 cells (100.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.73.

## المناقشة:

تألفت عينة البحث من مجموعتين: مجموعة الدراسة وتكونت من (10) مرضى هشاشة عظام مشخص وفق مقياس ال T-Score حيث قيمة T-Score عندهم أصغر أو تساوي -2,5 بأعمار 45-61 سنة بعد الحصول على موافقة من المريض على تضمينه في عينة الدراسة. وتكونت المجموعة الشاهدة من (12) مريض سليم بأعمار 48-60 سنة حيث قيمة T-Score عندهم أكبر أو يساوي -1.

أظهرت النتائج أن متوسط عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي أسفل الثقبه الذقنية (مشعر MI) لدى المجموعة الشاهدة بلغ 3.95 بانحراف معياري 0.37 بينما متوسط عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي أسفل الثقبه الذقنية (مشعر MI) لدى مجموعة مرضى هشاشة العظام 2.77 بانحراف معياري 0.378 وبالمقارنة بين المتوسطات تبين وجود فروق دالة إحصائية حيث أن متوسط عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي أسفل الثقبه الذقنية أعلى عند المجموعة الشاهدة مقارنة بمرضى هشاشة العظام، وبالتالي توجد علاقة ارتباط بين عرض الصفيحة القشرية للفك السفلي في منطقة الثقبه الذقنية وكثافة معادن عظام العمود الفقري القطني.

كما أظهرت النتائج أن نسبة 66.7% من الصنف c1 لشكل الصفيحة القشرية القاعدية للفك السفلي موجودة ضمن المجموعة الشاهدة ونسبة 62.5% من الصنف c2 لشكل الصفيحة القشرية القاعدية للفك السفلي هي ضمن حالات المجموعة الشاهدة بينما نسبة 62.5% من الصنف c3 لشكل الصفيحة القشرية القاعدية للفك السفلي هي ضمن مجموعة مرضى هشاشة العظام، وبالتالي توجد علاقة ارتباط بين شكل الصفيحة القشرية للفك السفلي وكثافة معادن عظام العمود الفقري القطني.

ومن خلال مقارنة نتائج البحث الحالي مع نتائج الدراسات السابقة تبين ما يلي:

اتفقت دراستنا مع نتائج دراسة *د. نعمات حميش، د. سميرة زريقي عام 2016* والتي وجدت فروقا ذات دلالة إحصائية بين قيم MI (عرض الصفيحة القشري للفك السفلي في المنطقة أسفل الثقبه الذقنية) والمشعر CI (شكل الصفيحة القشرية للفك السفلي) على الصورة البانورامية بين الأفراد السليمين والأفراد المصابين بهشاشة العظام حيث تضمنت دراستهم 50 مريضاً قسموا إلى ثلاث مجموعات: مجموعة مرضى هشاشة العظام (T-Score تساوي أو أقل من -2,5) ومجموعة مرضى نقص الكثافة العظمية (T-Score عندهم بين -1 و -2,5) والمجموعة الشاهدة (T-Score تساوي أو أعلى من 1) أي وجود علاقة ارتباط بين المشعرين MI و CI وكثافة معادن عظام العمود الفقري القطني.

كذلك اتفقتنا مع دراسة *De castro و آخرون عام 2020* والتي تضمنت مجموعتين: مجموعة مرضى هشاشة العظام و مجموعة شاهدة وفق قيم BMD العمود الفقري القطني والفخذ حيث تم تقييم كل من MI (عرض الصفيحة القشري للفك السفلي في المنطقة أسفل الثقبه الذقنية) والمشعر CI (شكل الصفيحة القشرية للفك السفلي) بالمقطع

البانورامي و المقطع المستعرض على صورة ال CBCT عند كلا المجموعتين حيث وجدوا انخفاضاً في قيم ال MI عند مرضى هشاشة العظام مقارنة بالمجموعة الشاهدة و كانت نسبة وجود النمط C3 للصفحة القشرية للفك السفلي عند مرضى هشاشة العظام أكبر ب 8 مرات مقارنة بالمجموعة الشاهدة.

اختلفت دراستنا مع نتائج دراسة **Pavicin وآخرون عام 2014** والتي قيمت مجموعة من المتغيرات الشعاعية عند المرضى المصابين وغير المصابين بهشاشة العظام استناداً إلى قيم BMD الفخذ والعمود الفقري القطني (استندنا في دراستنا إلى قيم BMD العمود الفقري القطني فقط). حيث لم يجدوا ارتباطاً ذو دلالة إحصائية بين المشعر MI وقيم BMD العمود الفقري القطني.

كذلك اختلفت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة **Kwang-Joon Koh, Kyoung-A Kim عام 2011** والتي تضمنت تقييم مشعر ال MI عند المرضى المصابين وغير المصابين بهشاشة العظام باستخدام صورة ال CBCT حيث لم يجدوا ارتباطاً ذو دلالة إحصائية بين قيم ال MI وقيم BMD العمود الفقري القطني.

### الاستنتاجات والتوصيات:

#### الاستنتاجات:

نستنتج ضمن حدود هذا البحث ما يلي:

1- تؤدي الإصابة بهشاشة العظام إلى نقص في عرض الصفحة القشرية لعظم الفك السفلي ويمكن ملاحظة ذلك في التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية (CBCT).

2- تؤدي الإصابة بهشاشة العظام إلى زيادة في مسامية الصفحة القشرية لعظم الفك السفلي ويمكن ملاحظة ذلك في التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية (CBCT).

بشكل عام يمكننا القول بأن استخدام التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية CBCT في الممارسة السنية يعطينا مؤشرات أولية لاحتمالية الإصابة بهشاشة العظام عند المرضى المتقدمين بالعمر، وبالتالي توجيه هؤلاء المرضى لاستكمال الإجراءات التشخيصية والعلاجية المستطبة.

#### التوصيات:

نقترح إجراء المزيد من الدراسات حول العلاقة بين بعض المتغيرات الشعاعية الأخرى واحتمالية الإصابة بهشاشة العظام عند المرضى المتقدمين بالعمر.

### Reference

1. Levin VA, Jiang X, Kagan R. Estrogen therapy for osteoporosis in the modern era. *Osteoporos Int* 2018; 29: 1049–55. doi: <https://doi.org/10.1007/s00198-018-4414-z>
2. Munhoz L, Aoki EM, Cortes ARG, de Freitas CF, Arita ES. Osteoporotic alterations in a group of different ethnicity Brazilian postmenopausal women: an observational study. *Gerodontology* 2018; 35: 101–9. doi: <https://doi.org/10.1111/ger.12322>
3. Mudda JA, Bajaj M, Patil VA. A radiographic comparison of mandibular bone quality in pre- and post-menopausal women in Indian population. *J Indian Soc Periodontol* 2010; 14: 121–5. doi: <https://doi.org/10.4103/0972-124X.70833>

4. Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res* 1994; 102: 68–72. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1994.tb01156.x>
5. Choi IGG, Munhoz L, Arita ES. Assessment of osteoporotic alterations in Brazilian postmenopausal women: a retrospective study. *JCDR* 2018; 12: ZC34–7. doi: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/34529.11566>
6. White SC. Oral radiographic predictors of osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 84–92. doi: <https://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600674>
7. World Health Organization (WHO). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1994; 843: 1–129.
8. Nackaerts O, Jacobs R, Devlin H, Pavitt S, Bleyen E, Yan B, et al. Osteoporosis detection using intraoral densitometry. *Dentomaxillofac Radiol* 2008; 37: 282–7. doi: <https://doi.org/10.1259/dmfr/30424604>.
9. Horner K, Allen P, Graham J, Jacobs R, Boonen S, Pavitt S, et al. The relationship between the OSTEODENT index and hip fracture risk assessment using FRAX. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110: 243–9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.03.035>
10. Koh KJ, Kim KA. Utility of the computed tomography indices on cone beam computed tomography images in the diagnosis of osteoporosis in women. *Imaging Sci Dent* 2011; 41: 101–6. doi: <https://doi.org/10.5624/isd.2011.41.3.101>
11. Mostafa RA, Arnout EA, Abo El-Fotouh M. Feasibility of cone beam computed tomography radiomorphometric analysis and fractal dimension in assessment of postmenopausal osteoporosis in correlation with dual X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofac Radiol* 2016; 45: 20160212. doi: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20160212>
12. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 1999; 28: 245–8. doi: <https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600448>
13. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 106: 106–14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.03.018>
14. Verheij JG, Geraets WG, van der Stelt PF, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, et al. Prediction of osteoporosis with dental radiographs and age. *Dentomaxillofac Radiol* 2009; 38: 431–7. doi: <https://doi.org/10.1259/dmfr/55502190>
15. Muller R. Bone microarchitecture assessment: current and future “ trends. *Osteoporos Int* 2003; 14(Suppl. 5): S89–95
16. Ibrahim N, Parsa A, Hassan B, van der Stelt P, Wismeijer D. Diagnostic imaging of trabecular bone microstructure for oral implants: a literature review. *Dentomaxillofac Radiol* 2013; 42: 20120075. doi: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20120075>
17. Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, Jacobs R. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 767–71. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01677.x>
18. Koh KJ, Kim KA. Utility of the computed tomography indices on cone beam computed tomography images in the diagnosis of osteoporosis in women. *Imaging Sci Dent* 2011; 41: 101–6. doi: <https://doi.org/10.5624/isd.2011.41.3.101>

19. Mostafa RA, Arnout EA, Abo El-Fotouh M. Feasibility of cone beam computed tomography radiomorphometric analysis and fractal dimension in assessment of postmenopausal osteoporosis in correlation with dual X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofac Radiol* 2016; 45: 20160212. doi: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20160212>
20. Gomes CC, de Rezende Barbosa GL, Bello RP, Boscolo FN, de Almeida SM. A comparison of the mandibular index on panoramic and cross-sectional images from CBCT exams from osteoporosis risk group. *Osteoporos Int* 2014; 25: 1885–90. doi: <https://doi.org/10.1007/s00198-014-2696-3>
21. Diniz-Freitas M, Fernandez-Montenegro P, Fernandez-Feijoo J, Limeres-Posse J, Gonzalez-Mosquera A, Vazquez-García E, et al. Mandibular cortical indices on cone-beam computed tomography images in osteoporotic women on treatment with oral CBCT and skeletal bone mineral density: systematic review Guerra et al 9 of 12 bisphosphonates. *Gerodontology* 2016; 33: 155–60. doi: <https://doi.org/10.1111/ger.12121>
22. Geibel MA, Loffler F, Kildal D. Osteoporosis detection using cone-beam computed tomography. [In German.] *Orthopade* 2016; 45: 1066–71. doi: <https://doi.org/10.1007/s00132-016-3340-z>
23. Shilpa Bathla.; S. K. Srivastava.; Sudha Chhabra. "The innovative technique of utilizing panoramic radiography for prediction of osteoporosis: invention to recent advancement" *International Journal of Development Research* 5 (2015): 3502-3507.