



الجمهورية العربية السورية
الجامعة الوطنية الخاصة
كلية الهندسة - قسم الحاسوب

بحث علمي

تقييم فقدان العظم السنخي في امراض النسيج السنية باستخدام التعلم الآلي

إشراف الدكتور المهندس

طارق محمد الناصوري

إعداد

صبا موسى باشا

كلية هندسة الحاسوب

ضياء الحداد

كلية هندسة الحاسوب

24-2-2024

الملخص:

الهدف من هذا البحث هو إجراء دراسة تجريبية لتطوير تحليل تلقائي للصور الشعاعية المحيطة بالذروة من المرضى الذين يعانون من التهاب اللثة أو لا يعانون من التهاب اللثة بالنسبة لنسبة فقدان العظم السنخي (ABL) على الأسطح التقريبية للأسنان باستخدام نموذج التعلم الآلي الخاضع للإشراف، أي الشبكات العصبية التلافيفية (CNN). حيث أن التهاب اللثة هو مرض متعدد العوامل والذي يؤثر في شكله الحاد على أكثر من 10% من السكان البالغين، وتشمل أعراضه الأولية فقدان الارتباط حول الأسنان وفقدان العظام السنخية (ABL). يتم استخدام تقييمات ABL على الصور الشعاعية بالتزامن مع قياسات الأنسجة الرخوة، على الرغم من التحسينات التي أحدثتها الأشعة السينية الرقمية خلال العقد الماضي، إلا أن تفسيرها يتم إجراؤه بشكل أساسي وشخصي من قبل طبيب الأسنان، قد يؤدي هذا إلى تشخيص خاطئ، وفي حالة التهاب اللثة، قد يؤدي إلى تقدير خاطئ لـ ABL. علاوة على ذلك، في عالمنا الحالي للتحويل الرقمي، التطبيق المحتمل هو أنه سيتم تحليل الصور الشعاعية للأسنان من خلال الذكاء الاصطناعي (AI)، بسرعة ودون تفسيرات ذاتية. من الواضح أن خوارزميات مثل هذه التطبيقات الناجحة تحتاج إلى التطوير والاختبار والتحقق من الصحة.

الكلمات المفتاحية:

فقدان العظام السنخية

التعلم الآلي

التهاب اللثة

الشبكات العصبية التلافيفية CNN

مراحل العمل:

لتحديد ABL القائم على الآلة، لكل سن، تم تنفيذ شبكة CNN مكونة من 13 طبقة لتقدير النقاط المرجعية (AEAC، APEX، CEJ) على المواقع المتوسطة والبعيدة لكل سن، تتكون شبكة CNN من 13 طبقة تلافيفية مع وحدات خطية مصححة متسربة (ReLU) كوظيفة تنشيط وتطبيع الدفعة بعد كل طبقة، و 4 طبقات MaxPooling كدالة الخسارة، يتم استخدام متوسط الخطأ التربيعي (MSE) لأنه يركز بشكل أكبر على الأخطاء الأكبر من الخطأ المطلق. كان الإدخال إلى الشبكة صورة 128 جنيه استرليني 128 بكسل مع الإحداثيات المقابلة للنقاط المرجعية المشروحة، وكان إخراج الشبكة عبارة عن قائمة بإحداثيات النقطة المرجعية.

تصميم الدراسة:

في بداية عملنا لم تكن هناك دراسات سابقة متاحة حول تقدير %ABL لتحديد عدد الصور الشعاعية المحيطة بالذروة اللازمة لبناء مجموعات بيانات التدريب والتحقق من الصحة والاختبار. قدرنا أن ما لا يقل عن 500 صورة شعاعية لكل فك (كل فك علوي وفك سفلي) ستكون كافية لتدريب الخوارزمية. لقد بدأنا بإجمالي 1144 صورة شعاعية محيطية من 54 مشاركاً لإنشاء مجموعات بيانات التدريب والتحقق من الصحة والاختبار.

كان الهدف الأساسي من الدراسة هو دراسة أداء مخرجات CNN، وبالتالي لمنع تأثير عدم تناسق البيانات، تم اختيار الصور الشعاعية فقط من الفك السفلي، لذلك تم التخلص من 566 صورة شعاعية من الفك العلوي لتقليل تعقيد الدراسة التجريبية بسبب إسقاط السمات التشريحية المختلفة (بناء الخوارزمية وتدريبها).

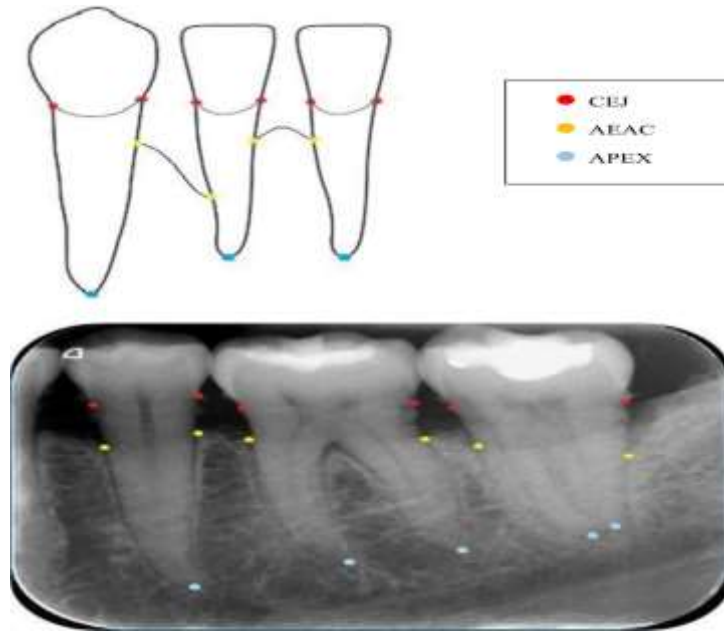
أخيراً تتكون مجموعة التدريب والتحقق من 327 و 49 صورة شعاعية على التوالي، بينما تحتوي مجموعة الاختبار على 70 صورة.

تحليل إحصائي:

تم إجراء التحليلات الإحصائية باستخدام برنامج SPSS (الإصدار 24.0، IBM Statistics، SPSS) يتم عرض الخصائص البشرية والسريرية للمشاركين الذين تم اختيار الأشعة السينية منهم كوسيلة وانحرافات معيارية (SDs). تم إجراء تحليل البيانات على مجموعة بيانات الاختبار التي شملت 70 صورة شعاعية من كل صورة تم اختبار سن واحد فقط لإجراء قياسين متوقعين لكل متغير، يمثل كل قياس إما الموقع الأوسط أو البعيد للسن المحدد ويعتبر نتيجة مستقلة، ولذلك تعتمد مجموعة بيانات الاختبار النهائية على 70 صورة شعاعية محيطية وتحتوي على إجمالي 140 قياساً متوقعاً لكل متغير، تم تخزين ما تبقى من البيانات/الصور الشعاعية لاستخدامها وتحليلها في المستقبل.

وكانت النتيجة الأولية هي ABL التي يمكن اكتشافها شعاعياً بالنسبة المئوية لطول الجذر في كل من المواقع الوسطى والبعيدة لهذا الغرض أولاً لكل سن، تم شرح النقاط الخمس التالية (جذر واحد) أو 6 نقاط (متعددة الجذور) يدوياً باستخدام أداة شرح البيانات عبر الإنترنت (i و ii) CEJ الوسيط والبعيد، (iii و iv) أعرق نقطة.

في كل قمة جذر (الجذر الأوسط والبعيد للأسنان متعددة الجذور) و (v و vi) AEAC باستخدام هذه النقاط المرجعية أصبح من الممكن الآن حساب ABL% لكل موقع وسطي وبعيد.



الشكل (1) توضيح النقاط المرجعية.

تم توسيع النقاط المرجعية للحصول على توضيح أفضل :

CEJ تقاطع المينا الملاطية - AEAC الامتداد القمي للقمة السنخية

APEX قمة / قمم

CEJ احمر - AEAC أصفر - APEX أرجواني.

الجدول (1): مقارنة MA و CNN في مجموعة البيانات التجريبية

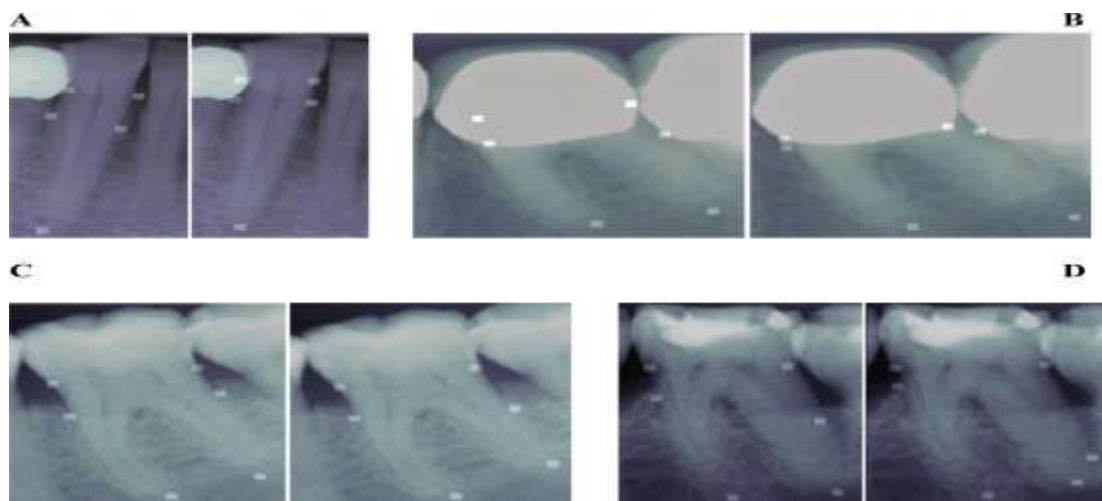
P-value	ICC	CNN	MA	المتغير
P<.001	0.601(0.720-0.431)	23.1% 11.8%	27.8% 13.4%	ABL% (جميع المواقع)
P<.001	0.763(0.836-0.665)	22.3% 11.3%	25.7% 12.3%	ABL% (الضواحك)
P<.001	0.555(0.725-0.340)	25.1% 13.0%	34.2% 12.3%	ABL% (الأضراس)

الجدول (2): مقارنة MA و CNN في المواقع ذات العيوب الزاوية

P-value	ICC	CNN	MA	المتغير
P >.05	0.601(0.720-0.431)	30.5% 15.7%	40.4% 17.1%	ABL% (مع عيب زاوي)
P <.001	0.763(0.836-0.665)	22.1% 10.7%	25.9% 11.8%	ABL% (بدون عيب زاوي)

الجدول (3): تحليل الحساسية والنوعية للتصنيف التلقائي للمرضى باستخدام التعلم الآلي

الدقة	النوعية	الحساسية	المقارنة
0.80	0.41	0.96	ABL(CNN)% مقابل ABL(MA)%



الشكل (2) الرسوم التوضيحية لـ CNN-MA من مجموعة الاختبار التي كان فيها الاتفاق منخفضاً.

من الشكل السابق توضيحات من مجموعة الاختبار:

أ- وجود تاج معدني على السن المجاور وقرب العظم من هوامش التاج يؤثر على النتيجة

ب- وجود تاج معدني وقرب العظام وزاوي الأسنان يؤثر على النتائج

ج- تم وضع علامة CEJ بشكل أكثر دقة بواسطة CNN مقارنة بـ MA

د- وجود خلل زاوي يحد من الاتفاق بين CNN و MA

النتائج:

تشير النتائج الحالية التي توصلنا إليها إلى الإمكانيات العالية لـ ML لتقدير ABL% على الصور الشعاعية للأسنان على الرغم من أن قيم ICC كانت مهمة للغاية، حيث تتراوح من الموثوقية المعتدلة إلى الممتازة للتقدير الآلي لـ ABL% على الأسطح المتوسطة والبعيدة للأسنان، فقد كشف تحليلنا عن تقدير طفيف إجمالي (SD=10.7 4.7%) لـ ABL% عند استخدام CNN ومع ذلك مع الأخذ في الاعتبار أن متوسط طول الجذر هو 12 إلى 17 ملم، يمكن اعتبار أن الأهمية السريرية لمتوسط التقليل في مجموعة فرعية معينة من الأسنان (القواطع، الأنياب، الضواحك) محدودة للغاية، ومع ذلك كان التخفيض كبيراً بالنسبة للأضراس (SD=16.7 8.5%) وللأسنان ذات العيب الزاوي (SD=22.7 10%).

الخلاصة:

أظهرت خوارزمية CNN المدربة على كمية محدودة من الصور الشعاعية مع المواقع التقريبية المشروحة يدوياً لأول مرة أداءً تشخيصياً قابلاً للمقارنة مع موثوقية متوسطة إلى جيدة للكشف عن ABL% وقياسه، يبدو تطبيق CNNs واعداداً جداً ككشف بمساعدة الكمبيوتر لـ ABL% في الممارسة السريرية.

المراجع:

1. Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune sub-version to systemic inflammation. Nat Rev Immunol 2015;15 (1):30–44. doi: 10.1038/nri3785.
2. Loos BG, Van Dyke TE. The role of inflammation and genetics in periodontal disease. Periodontology 2000 2020;83(1):26–39. doi: 10.1111/prd.12297.
3. Eke PI, Dye BA, Wei L, et al . Update on prevalence of peri-odontitis in adults in the United States: NHANES 2009 to 2012. J Periodontol 2015;86(5):611–22. doi: 10.1902/jop.2015.140520.
4. Kassebaum NJ, Bernabe E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W. Global burden of severe periodontitis in 1990- 2010: a systematic review and meta-regression. J Dent Res 2014;93(11):1045–53. doi: 10.1177/0022034514552491.
5. Ainamo J, Barmes D, Beagrie G, Cutress T, Martin J, Sardo-Infirri J. Development of the World Health Organization (WHO) community periodontal index of treatment needs (CPITN).