


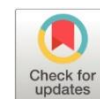


Inteligencia artificial en diagnóstico, pronóstico y planificación del tratamiento de alteraciones de la región cráneo-cérvico maxilofacial en ortodoncia.

Revisión de la literatura

Artificial intelligence in diagnosis, prognosis and treatment planning of alterations of the maxillofacial cranio-cervico region in orthodontics.
Review of the literature

- ¹ Pablo Ramiro Bravo Medina  <https://orcid.org/0000-0002-7006-630X>
Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
pablo.bravo@psg.ucacue.edu.ec
- ² Celia María Pulgarín Fernández  <https://orcid.org/0000-0002-5653-9078>
Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
celia.pulgarin@ucacue.edu.ec
- ³ Ronald Roosevelt Ramos Montiel  <https://orcid.org/0000-0002-8066-5365>
Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
rrososm@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/12/2022

Revisado: 13/01/2023

Aceptado: 13/02/2023

Publicado: 20/03/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i1.2.2515>

Cítese:

Bravo Medina, P. R., Pulgarín Fernández, C. M., & Ramos Montiel, R. R. (2023). Inteligencia artificial en diagnóstico, pronóstico y planificación del tratamiento de alteraciones de la región cráneo-cérvico maxilofacial en ortodoncia. Revisión de la literatura. *Anatomía Digital*, 6(1.2), 63-84.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i1.2.2515>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

DeCS: Inteligencia Artificial;
Aprendizaje Automático;
Aprendizaje Profundo; Red Neuronal Convolutiva;
Red Neuronal Artificial;
Ortodoncia.

Keywords: MeSH

Terms: Artificial intelligence;
Machine Learning;
Deep Learning;
Convolutional Neural Network;

Resumen

Introducción: La incorporación de la tecnología informática en el diagnóstico, pronóstico, planificación de tratamiento de la región cráneo-cervico maxilofacial en el área de la salud, ha ido evolucionando a lo largo de los años hasta incorporar estas tecnologías como un auxiliar en estos procedimientos denominada como inteligencia artificial IA, en las últimas décadas ha contribuido a reducir los costos, tiempo, experiencia del profesional y ciertos errores. **Objetivo:** Esta revisión de la literatura pretendió organizar de manera ordenada la literatura existente sobre la implementación de la IA en salud y el diagnóstico ortodóncico, además de las limitaciones del tema. **Métodos:** Se realizó mediante la búsqueda electrónica extensiva en diversas bases de datos digitales como Pubmed, Springer, Cochrane, Taylor & Francis y Web of Science, sin temporalidad de tiempo ni exclusión idiomas. **Resultados:** Para esta revisión se estableció un registro de base de datos un total de 428 estudios. Se realizó un primer cribado dejando 376 artículos; luego de esta selección, se eliminó la bibliografía duplicada, quedando 321 artículos, se excluyeron estudios que no cumplieron con los criterios de selección, lo que resultó en 40 incluidos. **Conclusiones:** De la literatura existente se encontró que debido a su baja exactitud la IA no se los podría considerar como una herramienta diagnóstica definitiva, sino como una ayuda en el diagnóstico, pronóstico y planificación de tratamientos ya que hasta ahora ninguna máquina podría superar la inteligencia humana, pero debemos tener en cuenta que con el aumento de las investigaciones sobre IA en el área de la salud, esta podría llegar a convertirse en una herramienta muy valiosa especialmente en el campo de la impresión 3D, que ayuda en la fabricación de aparatos accesorios que podrían potenciar los tratamientos de alteraciones en cabeza y cuello.

Abstract

Introduction: The incorporation of computer technology in the diagnosis, prognosis, treatment planning of the cranio-cervical maxillofacial region in the health area, has evolved over the years to incorporate these technologies as an auxiliary in these procedures called artificial intelligence AI, in recent decades has helped to reduce costs, time, professional experience and certain

Artificial Neural
Network;
Orthodontics.

errors. **Objective:** This literature review aimed to organize in an orderly manner the existing literature on the implementation of AI in health and orthodontic diagnosis, as well as the limitations of the subject. **Methods:** It was conducted by means of an extensive electronic search in various digital databases such as Pubmed, Springer, Cochrane, Taylor & Francis, and Web of Science, without time or language exclusion. **Results:** A total of 428 studies were registered in the database for this review. A first screening was performed leaving 376 articles; after this selection, the duplicated bibliography was eliminated, leaving 321 articles; studies that did not meet the selection criteria were excluded, resulting in forty included. **Conclusions:** From the existing literature it was found that due to its low accuracy AI could not be considered as a definitive diagnostic tool, but as an aid in the diagnosis, prognosis and treatment planning since so far no machine could surpass human intelligence, but we must take into account that with the increase of research on AI in the health area, this could become a very valuable tool especially in the field of 3D printing, which helps in the manufacture of accessory devices that could enhance the treatment of head and neck disorders.

Introducción

La inteligencia artificial IA por sus siglas en inglés es una rama de la ciencia que se encarga principalmente de la recolección y análisis de datos, razonar sobre estos y entonces traducirlos dentro de acciones inteligentes mediante el uso de softwares y hardware específicos; así mismo, la IA incluye el razonamiento, dispensación lingüística típica y el aprendizaje automático, por lo tanto, en el área de la medicina y la odontología el aprendizaje automático (ML) por sus siglas en inglés es el más ampliamente usado (1). Esta hace referencia a la capacidad de un sistema para simular a la inteligencia humana o definirse como la toma de decisiones correctas o más certeras de acuerdo con un **“Gold standard”**. En tal contexto, su impacto es cada vez más evidente, ya que, es usado en diversas situaciones de la vida diaria, como búsquedas en páginas web, filtrado de información en redes sociales, teléfonos inteligentes, automóviles, entre otras (2,3).

John McCarthy invento el termino IA desde el año 1955, por lo tanto, a nivel académico fue reconocido como el padre de la IA (1). Esta se viene desarrollando con mucho auge

en el área de la salud desde el año de 1956, misma permite organizar, almacenar, examinar y catalogar la información médica; de tal manera, se ha convertido en una herramienta indispensable para el descubrimiento en la bioinformática, la genómica y en la mayoría de las ciencias médicas (4,5). En el ML los modelos aprenden a partir de ejemplos y no de un conjunto de reglas establecidas por una persona, es así que, mediante herramientas estadísticas y probabilísticas las maquinas pueden aprender de modelos anteriores y mejorar sus resultados cuando se introducen nuevos datos (4).

La IA se puede utilizar como una minería de datos, con algoritmos que ayudan a recopilar datos históricos con la ayuda de sistemas avanzados de transferencia y almacenamiento y en consecuencia estos datos podrían proporcionar nuevas relaciones o patrones, así mismo, ayuda al profesional a optimizar la toma de decisiones en su práctica diaria; así también, a mejorar la calidad de la atención (4,5). El ML se subdivide en tres tipos de acuerdo al algoritmo y resultado elegido, sea este un aprendizaje supervisado, no supervisado o por refuerzo, dentro de estos 3 tipos se encuentra el aprendizaje profundo DL por sus siglas en inglés el mismo que se introdujo en el año de 1980, en el cual la máquina calcula características específicas de una entrada determinada; así, el precursor del DL es una red neuronal artificial ANN por sus siglas en inglés desarrollada en el siglo XX y con el paso de los años se han venido desarrollando nuevas redes neuronales más sofisticadas para resolver problemas más complejos (1,4,6).

De tal manera, la incorporación de tecnologías informáticas en el diagnóstico, pronóstico, planificación y evaluación de la región cráneo-cérvido maxilofacial en el área de la salud ha ido evolucionando a lo largo de los años, hasta incorporar estas tecnologías como un auxiliar en estos procedimientos denominada como inteligencia artificial (4,7), esta es, una herramienta potente y confiable que en las últimas décadas ha contribuido a reducir los costos, tiempo, experiencia del profesional y ciertos errores comunes; de esta manera, se han informado aplicaciones prometedoras en el área de la imagenología, dermatología y oncología (2,4).

En el campo de la odontología la IA y DL para el diagnóstico, pronóstico, planificación, y tratamiento de la región cráneo-cérvido maxilofacial, en este estudio se pretende organizar sistemáticamente la literatura existente para la aplicación de la IA en la Ortodoncia y las limitaciones por las que se ha impedido su desarrollo previo. Los métodos de DL se han utilizado notablemente en el reconocimiento visual y la detección de objetos como el diagnóstico de osteoporosis, clasificación y segmentación de quistes y tumores maxilofaciales, detección de enfermedad periodontal y detección de puntos cefalométricos (8,9). El diagnóstico en Ortodoncia varía mucho y la decisión de los tratamientos juega un rol fundamental en los mismos, por ejemplo la decisión de tratamientos con o sin extracciones y tratamientos quirúrgicos o no quirúrgicos; esto entonces, cambia la visión entre ortodoncistas, incluso en los casos similares tratados por

el mismo profesional, por lo que se han incorporado métodos de aprendizaje automático mediante el escaneo intraoral y la segmentación de dientes a partir de un tomografía computarizada de haz cónico CBCT por sus siglas en inglés, para la predicción de estos tratamientos por medio de métodos de IA (8).

Esta revisión de la literatura busca proporcionar una visión general de la evidencia existente sobre el uso de la IA en el diagnóstico, pronóstico, planificación y tratamiento de la región cráneo-cérvico maxilofacial y aplicación en la práctica clínica dando a conocer sus ventajas, desventajas, beneficios y limitaciones.

Metodología

Dado la perspectiva exploratoria y la extensión que abarca el tema, habiendo extensas lagunas en su conocimiento sobre el diagnóstico, pronóstico, planificación y tratamiento de la región cráneo-cérvico maxilofacial, se ha realizado esta revisión de la literatura capaz de sintetizar datos e información acerca de la inteligencia artificial y su uso en Ortodoncia.

Estrategia de búsqueda:

La revisión de la literatura encargada de recopilar información sobre diagnóstico, pronóstico, planificación, y tratamiento de la región cráneo-cérvico maxilofacial mediante IA se realizó mediante la búsqueda electrónica extensiva en diversas bases de datos digitales como Pubmed, Springer, Cochrane, Taylor & Francis y Web of Science. La búsqueda de la información se realizó sin límite de temporalidad en publicaciones y con la inclusión de todos los idiomas.

A partir de la pregunta de investigación, la estrategia de búsqueda se basó en términos Medical Subject Heading (MeSH) y términos en los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCs) y términos abiertos, posteriormente, se utilizaron descriptores controlados e indexados para cada una de la base de datos de esta revisión, uniéndolos con operadores booleanos OR, AND y NOT.

Para la selección de estudios de interés, se basó en los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión

- Estudios clínicos controlados aleatorizados (ECA).
- Estudios clínicos controlados aleatorizados enmascarados (ECAe).
- Estudios de revisión de literatura.
- Estudios de revisión sistemática con y sin meta-análisis.

- Estudios de elementos finitos relacionados con inteligencia artificial en el diagnóstico, pronóstico, planificación y tratamiento de la región cráneo-cérvico maxilofacial en Ortodoncia.

Criterios de Exclusión

- Libros Artículos sobre enfermedades sistémicas y sindrómicas.
- Tesis.
- Estudios epidemiológicos.
- Cartas al editor.
- Artículos sin su texto completo y que no se han podido contactar con los autores.
- Artículos que no estén en revistas indexadas o bibliotecas virtuales.

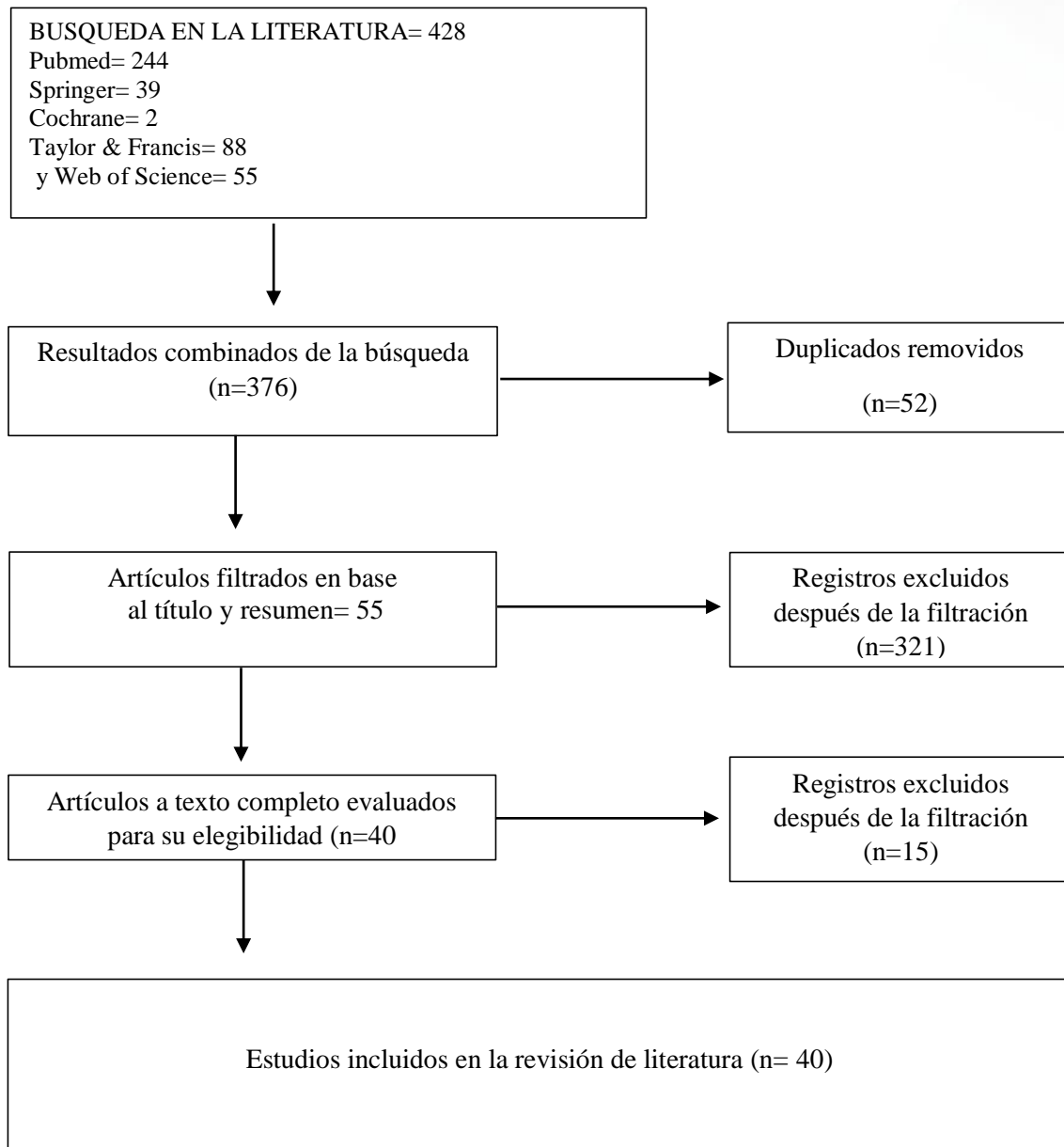
Tabla 1. Palabras claves o descriptores de colección de bases de datos

	Estrategia de búsqueda
PUBMED	(((((Artificial Intelligence [MeSH Terms]) OR (Deep Learning [MeSH Terms])) OR (Machine learning [MeSH Terms]))) OR (neural network)) OR (convolutional neural network)) AND (Orthodontics)
SPRINGER	Artificial AND Intelligence AND OR AND Deep AND Learning AND OR AND Machine AND learning AND OR AND neural AND network AND OR AND convolutional AND neural AND network AND ORTHODONTICS
COCHRANE	Intelligence artificial OR Machine learning AND Orthodontics
TAYLOR & FRANCIS	Intelligence artificial OR neural network OR Machine learning AND Orthodontics
WEB OF SCIENCE	Intelligence artificial OR Deep Learning OR convolutional neural network AND Orthodontics

Aspectos éticos

Desde el punto de vista ético esta investigación es considerada como “Sin Riesgos”, ya que se trata de un estudio secundario cuya fuente es documental por lo que no se solicitó ningún consentimiento informado ya que no hubo intervención clínica ni se experimentó en humanos.

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de artículos



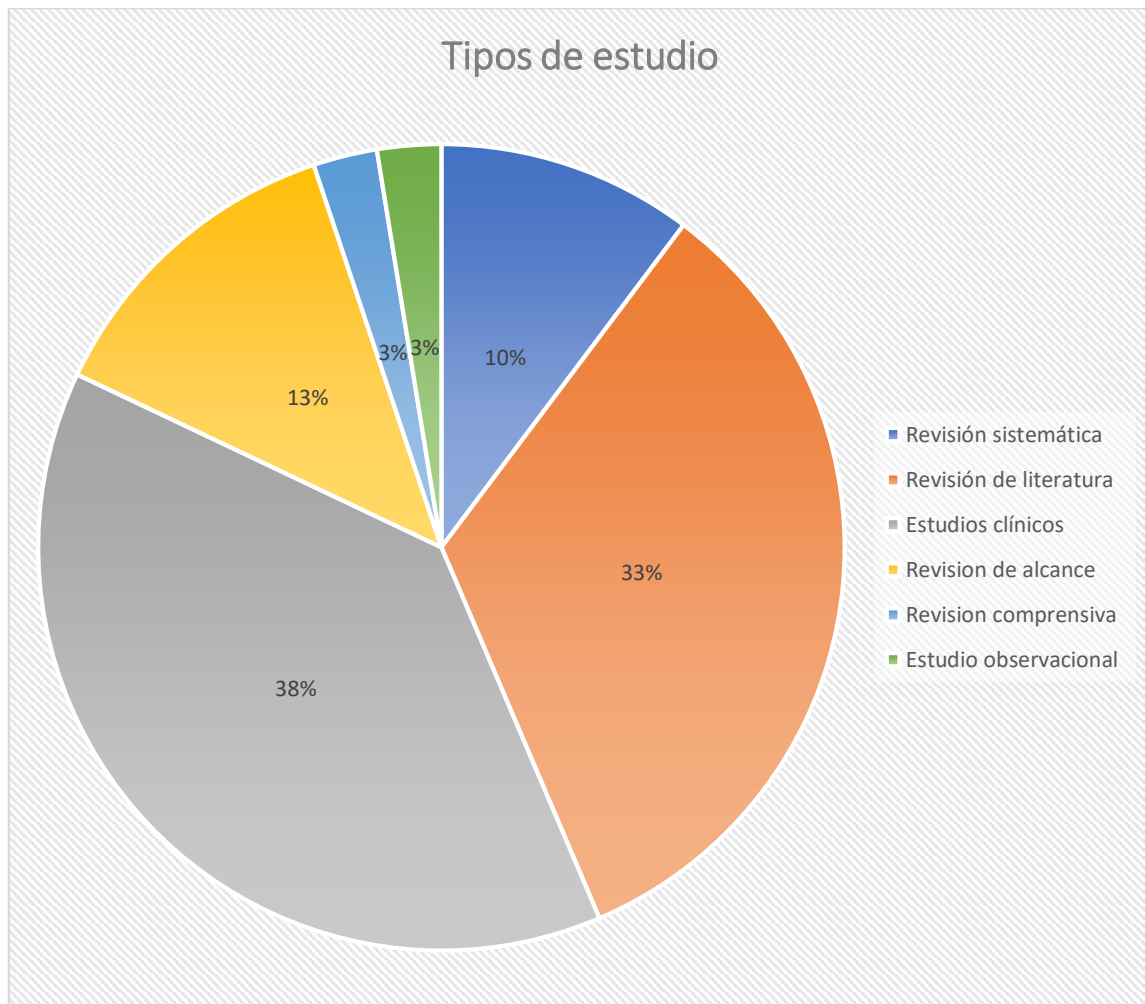
Resultados

Para esta revisión se estableció un registro de base de datos siendo: 244 artículos de Pubmed, Springer 39, Cochrane Library 2, Taylor & Francis 88, Web of Science 55, estableciendo un total de N= 428 estudios, así mismo, se realizó un primer cribado dejando 376 artículos; luego de esta selección, se eliminó la bibliografía duplicada, quedando 321 artículos, después de verificar todos los registros se excluyeron estudios

que no cumplieron con los criterios de selección, lo que resultó en 40 artículos adecuados para esta revisión de literatura (Figura 1).

En esta revisión se consideró que los estudios clínicos representaron el 38%, revisiones de la literatura 33%, de revisión de alcance el 13%, revisión sistemática 10%, revisión comprensiva 3%, y con el 3% estudios observacionales (Figura 2).

Figura 2. Porcentaje de los tipos de estudios de los artículos seleccionados



El proceso de búsqueda y selección de artículos científicos para la revisión de la literatura de diagnóstico, planificación, y tratamiento de la región cráneo-cérvido maxilofacial en Ortodoncia dio como resultado 40 artículos para la revisión de la literatura, esta información obtenida se ha clasificado en estudios de:

Estudios clínicos: (10–24)

Revisión de literatura: (5,6,8, 25–33)

Revisión de alcance: (2,4, 34–36)

Revisión sistemática: (37–40)

Revisión comprensiva (1).

Estudio observacional (41).

Ya en contexto, es posible clasificar a la inteligencia artificial de la siguiente manera:

Inteligencia artificial simbólica: Es un conjunto de métodos para construir algoritmos que los humanos puedan entender, esta clasificación se conoce como una “buena IA antigua o (Good old-fashioned AI)” (GOFAI) (1).

Aprendizaje automático (ML): La principal diferencia con el anterior es que sus características adquieren conocimiento a partir de imágenes y no de un sistema de reglas desarrollado por humanos, el objetivo es que las máquinas reciban información de los registros y encuentren soluciones sin la ayuda de individuos, dividido en 3 aprendizajes: organizado, no organizado, aprendizaje soportado (1).

Aprendizaje profundo (DL): Es un tipo de ML donde una computadora reconoce las características de ciertos datos. A medida que la tecnología y el poder informático han aumentado exponencialmente, los científicos han desarrollado modelos de redes neuronales más complejos y profundos para resolver problemas más complejos, DL es el nuevo nombre de la red neuronal (NN) por sus siglas en inglés (1).

Red neuronal artificial(ANN) por sus siglas en inglés: Algoritmo que procesa datos en respuesta a un estímulo externo y se compone de neuronas artificiales que son elementos de trabajo totalmente interconectados, utiliza estructuras aritméticas para simular el comportamiento de las redes neuronales biológicas, que tienen una ventaja sobre las otras por que pueden resolver problemas para los que no hay soluciones informáticas o la soluciones existentes son demasiado difíciles de encontrar, han sido usadas en el campo médico para el diagnóstico, interpretación y análisis de imágenes, descubrimiento de fármacos, entre otros (1).

Red neuronal convolucional (CNN) por sus siglas en inglés: Es un sistema de DL que puede iniciar con el registro de una imagen y dar sentido a sus diferentes aspectos, y al mismo tiempo distinguirlos entre ellos, con la expectativa que maneje la imagen con más detalle que los algoritmos convencionales. Su tarea es compactar la imagen dentro de una plantilla que es más fácil de procesar y conserve los detalles importantes, en Odontología se pueden crear imágenes para detectar patologías, reconocer puntos cefalométricos y segmentar dientes (1).

Algoritmo YOLOv3 (*you only look once*) (solo mira una vez): es familia de la (CNN) para la detección rápida de objetos (1)

Diagnóstico y planificación de tratamientos: El uso de la IA incluye datos obtenidos para análisis clínicos como fotografías, radiografías y estudio de modelos.(36)

Identificación de marcas o puntos y diagnóstico cefalométricos automático:

El uso de la IA en el proceso de cefalometría tiene como objetivo hacer que el profesional trabaje de una forma más precisa y exacta, su uso en Ortodoncia se ha incrementado significativamente como una herramienta confiable y que ahorra tiempo, la cefalometría manual toma un tiempo entre 15 a 20 minutos (1), mientras que una realizada mediante IA puede tomar incluso 40 segundos (11).

El uso de computadoras para el trazado cefalométrico ayuda a ahorrar tiempo al reducir los errores manuales y aumentar el valor diagnóstico del análisis cefalométrico (36).

En todos los estudios coincidieron en que el uso de la IA en el diagnóstico cefalométrico no podría considerarse como una herramienta diagnóstica definitiva debido a que no tiene un alto grado de exactitud y confiabilidad debido a la variabilidad en los resultados en pacientes con clases esqueléticas II y III, la limitación en reconocer ciertos puntos como el ápice de los incisivos (1,10–16).

Clasificar, archivar y monitorizar imágenes:

Una de las principales obligaciones en un tratamiento de Ortodoncia es la adquisición continua de imágenes, sin embargo, el sistema convencional de registro que incluye la selección manual esta acción consume algo tiempo útil en otros procedimientos y se puede cometer errores por la fatiga del operador. Un sistema como el “*DeppID*” es un sistema de DL tiene la capacidad de clasificar automáticamente los archivos fotográficos y radiográficos, la evaluación de este software se realizó evaluando una base de datos de más de 14.000 imágenes abarcando 14 categorías de imágenes ortodónticas, 6 diferentes fotos intraorales lateral derecha, izquierda, oclusal de frente, oclusal superior e inferior, overjet 6 diferentes fotos extraorales, frontal y frontal con sonrisa, oblicua y oblicua con sonrisa, perfil y perfil con sonrisa y 2 radiografías, cefálica lateral y panorámica. Las imágenes deben ser redimensionadas a 300 x 450 o 450 x 300 píxeles. Las imágenes ya editadas ortodónticas las clasifica con una exactitud de 0.994 en un tiempo de 0.08 minutos siendo este 236 veces más rápido que un humano experto requiriendo para su clasificación de aproximadamente 18.09 minutos, sin embargo, hay que tener en cuenta que para el procesamiento del sistema de IA se necesita un PC con tarjeta gráfica al menos una “NVIDIA RTX 2080Ti”. Por lo tanto, se puede decir que el DL mejora la precisión velocidad y eficacia en la clasificación, registro y monitoreo de imágenes ortodónticas (25).

Evaluación del estadio de maduración de las vértebras cervicales para determinar la etapa de crecimiento y desarrollo:

Para determinar la etapa de crecimiento y desarrollo se lo puede realizar en una radiografía carpal o en las vértebras cervicales de una radiografía cefálica lateral. El análisis mediante IA del estadio de maduración de las vértebras cervicales, para esto se utilizó 19 puntos de referencia entre la 2^a, 3^a, y 4^a vértebras cervicales y se realizaron 20 diferentes mediciones lineares. Se pudo determinar que los algoritmos “k-NN” y “Log.Regr” tienen la menor exactitud. “SVM-RF-Tree y NB” son algoritmos con una exactitud variable. ANN presenta una exactitud mayor por lo que se consideraría como el método de elección en el estadio de maduración de las vértebras cervicales (19).

Un CNN “LabelMe” “(<https://github.com/wkentaro/labelme>)”. se comparó con la medición manual del estadio de maduración en las vértebras cervicales mediante el método de “Basseti”, al comparar ambas técnicas de análisis se mostró como resultado una diferencia entre la IA y la medición manual de 0.36 ± 0.09 mm. Con un ICC 0.98% (18).

Pudiendo concluir que el da determinación del estadio de maduración de las vértebras cervicales depende del software que de utilice podría ser utilizado de una manera más fiable ya que de esto depende la exactitud del diagnóstico.

Diagnóstico de los desórdenes temporomandibulares:

Un sistema de DL basada en la web para el diagnóstico de osteoartritis de la ATM, el “*ShapeVariationAnalyzer, SVA y un sistema basado en la web (DSCIO)*” para la clasificación de la morfología condilar en 3D, donde se puede detectar formas variables del cóndilo mandibular, que nos pueden ayudar en el diagnóstico de los desórdenes de la ATM (21), estas pruebas requieren la segmentación manual del cóndilo para que el software pueda realizar el análisis se pueden usar para esto un programa de código abierto como 3D slicer, otros sistemas que se pueden usar son, “light GBM, XGboost, UNet, ResNet,” que pueden tener una alta predictibilidad (22). Sin embargo, se utilizan diferentes modelos de IA para realizarlo, según el subtipo de enfermedad, los datos ingresados, y medición de resultados (38).

Varios algoritmos de IA para el diagnóstico de los desórdenes temporomandibulares pueden servir como apoyo adicional en toma de decisiones clínicas en los diagnósticos de las patologías de la ATM, sin embargo, la evidencia sobre la IA para estos diagnósticos es muy baja (21,38).

Evaluación y diagnóstico de los adenoides hipertróficos AH por sus siglas en inglés:

Para la evaluación de AH, en niños se o realiza por medio de una radiografía cefálica lateral, esta patología puede provocar apnea obstructiva del sueño o respiración oral. Mediante un CNN “*HeadNet*” se pretende evaluar esta patología basada en el método de “**Fujioka**”, mostrando una alta sensibilidad (0.906, 95% CI: 0.750–0.980), especificidad (0.938, 95% CI: 0.881–0.973) y exactitud (0.919, 95% CI: 0.877–0.961), por lo que se podría usar para el diagnóstico de AH en niños (23).

Evaluación de las vías aéreas:

Se utilizan sistemas de AI como software “*3D U-net architecture framework*” y compararlo con la evaluación de software 3D para CBCT comerciales o disponibles en el mercado. El diagnóstico se basa en pacientes con SAOS y se clasificó en categorías, mínima, media, moderada y severa como resultado; por lo que no se presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos para el SAOS y su severidad, los valores fueron 0.052, 0.942, 0.642, y 0.207 para la mínima, media, moderada y severa para ambos grupos respectivamente por lo que se puede concluir que es una buena herramienta diagnóstica para la valoración de vías a aéreas (24).

Diagnóstico y predicción de tratamiento en pacientes con LPH:

El estudio clínico actual de las aplicaciones de IA para el diagnóstico, y predicción de tratamientos en niños con LPH y su análisis para determinar la calidad de los resultados reportados, indican que es una herramienta que nos podría ayudar en muchos aspectos para la decisión de estos tipos de tratamientos. Huq̄h et al. (40), en 2022 realizaron una revisión sistemática con la información en los siguientes grupos: evaluación de riesgos genéticos, determinación de las características dentales y la relación sagital mandibular, detección de la hipernasalidad, cirugías de LPH, diagnóstico y predicción de las fisuras orales. La IA proporcionó una tecnología avanzada para la evaluación de estos pacientes entre los que tenemos detección de puntos o marcas que nos ayudan en el diagnóstico y pronóstico de tratamiento en niños con fisuras palatinas, predicción y pronóstico de futuras cirugías ortognáticas, la precisión de estas es del 85-95.6%. Sin embargo, los resultados no pueden generalizarse por que se necesitan estudios prospectivos con diferentes escenarios clínicos y que ninguna fisura es igual en los pacientes LPH, se concluye que a pesar de los avances futuros es imposible que la IA pueda reemplazar a la mente humana, porque lo que se la considera como una ayuda diagnóstica no definitiva (40).

Planificación de tratamientos:

La inteligencia artificial ha revolucionado el campo de la odontología, pueden tener utilidad para determinar o no la necesidad de extracciones en tratamientos ortodónticos,

el grado de maduración de las vértebras cervicales, predecir la estética facial después de una cirugía ortognática, predecir la necesidad de un tratamiento ortodóntico y planificar un tratamiento ortodóntico, incluso predecir los patrones de anclaje a utilizar, muchos de estos modelos son los ANN y CNN (26,39).

Una parte importante en la planificación de los tratamientos de ortodoncia es la toma de decisión en cuanto a extraer o no y que diente extraer ya que una extracción es irreversible. Con base en los resultados obtenidos, sugieren que los sistemas de IA podrían usarse como un nuevo enfoque en la planificación de tratamientos, estos algoritmos evalúan algunas medidas cefalométricas además de 6 parámetros como son la longitud de la arcada maxilar y mandibular, llave molar, overjet, protrusión. Dando un resultado de 94% de exactitud en el diagnóstico de extraer o no y un 83% en cuanto a los patrones de extracción, si son simétricas, asimétricas o bimaxilares (29,30).

Los estudios que aplicaron IA arrojaron resultados globales con una exactitud de 80% - 94 % al evaluar modelos de estudio y radiografías, cuando solo se evaluó modelos se tuvo una precisión de 87.4% y solo evaluando radiografías se obtuvo una exactitud del 72.7%, uno de los software de ML que ayuda en la predicción si se hace o no exodoncias es “(Auto-WEKA)”, en los patrones de extracción y tipo de anclaje, como una herramienta una herramienta efectiva en la toma de esta decisión siempre que se complemente la evaluación de modelos con la radiográfica, sobre todo en profesionales que tiene poca experiencia en estos tratamientos (26,27,39).

A la hora de predecir la necesidad o no de extracciones, el clínico toma en cuenta ciertos factores como la incompetencia labial y la proinclinación de los incisivos, problemas de las vías aéreas, patologías cariosas o periapicales, problemas periodontales, problemas óseos transversales, coincidencia de líneas medias dental y facial; así mismo, no todos estos valores son evaluados por las maquinas, mientras que las características más importantes en una red neuronal son el apiñamiento maxilar, el ANB y la curva de Spee, como un dato incongruente en la IA es que por lo general estas tienden a adaptarse primero a los datos más simples para luego sobre adaptarse a datos más complejos, por estas razones se necesitan mejorar los algoritmos del LM para su aplicación en el campo de la Ortodoncia (28,30).

En cuanto a la planificación y predicción de los atractivos faciales en cirugía ortognática, la mayoría de los estudios muestra una exactitud en la predicción de un 80% por lo que los autores sugieren que se realicen más estudios para refinar ciertos detalles y así obtener una predicción más precisa (39).

Para la planificación de los tratamientos ortodónticos, muchos de estos sistemas tienen exactitud y precisión exponencialmente alta lo que pueden simplificar algunas tareas; de tal manera, disminuyen el tiempo de trabajo del operador, pero necesitan ser más

específicos y exactos en sus resultados. Estos sistemas pueden ser de mayor ayuda y ser utilizados como apoyo auxiliar para odontólogos con menor experiencia (39).

Discusión

Esta revisión de la literatura sobre la aplicación de la IA ha sido conducida a evaluar las aplicaciones en el diagnóstico, pronóstico y planificación de tratamientos de la región cráneo-cérvico maxilofacial y en el campo de la ortodoncia, debido a que, esta ha avanzado muy rápidamente durante la última década, su uso es muy utilizado como una herramienta en los tratamientos. La mayoría de artículos revisados van enfocados al diagnóstico; así mismo, los diferentes tipos cefalometría lateral de cráneo usan ciertos puntos anatómicos los cuales son una herramienta importante para el diagnóstico y la planificación de un tratamiento ortodóntico, ayuda a predecir algunos patrones de crecimiento de manera individual. En la actualidad se están realizando diversos estudios que proveerán de un sistema de IA exacto y confiable en el reconocimiento automático de los puntos y en la realización del diagnóstico (11,12).

Se propone un sistema CNN, para la realización de los diagnósticos el software “*OrthoStage Auto IIN (CMT; Asahi Roentgen Ind. Co. Ltd.)*” mostrando una sensibilidad, especificidad y exactitud en el diagnóstico esquelético tanto vertical y sagital >90%. En el diagnóstico vertical se mostró una exactitud del 96.4% obteniendo resultados similares en paciente hipo o hiperdivergente, mientras que el diagnóstico sagital tiene una exactitud del 95.7%, en este estudio se demostró que los valores de exactitud fueron altos en los pacientes clase I esquelético, aunque hubo confusiones en la evaluación sagital, pero fue menor en pacientes clase II a diferencia de los pacientes clase III (11). Al comparar al trazado cefalométrico manual con una cefalometría obtenida de una plataforma de IA en línea; los software utilizados fueron el “*Dolphin Imaging cephalometric análisis (v. 11.5, California, USA)*” y el *WebCeph (WEBCEPH™, Artificial Intelligence Orthodontic & Orthognathic Cloud Platform, South Korea, 2020)*”, como resultado, se observó que en mal oclusiones clase I las medidas SNA y SNB no tuvieron diferencias entre ambos métodos, en pacientes de clase II hubo diferencias ambas medidas, mientras que en maloclusiones clase III solo el SNA fue diferente, solo los parámetros de Co-A y Co-Gn tuvieron una buena correlación, la cefalometría basada en (IA) necesita desarrollar un método más específicos en diagnóstico de maloclusiones clase II y III.(12). En pacientes clase III Hong et al. mediante CNN usando en “*Retina Net*” para la detección de las regiones de interés y “*U-Net*” para la predicción de los puntos, en pacientes sometidos a tratamientos de ortodoncia y cirugía ortognática de ambos maxilares se asignaron variables en las mediciones y se consideraron parámetros tales como: excelente (menor a 1 mm), bueno (entre 1 a 1,5mm), justo (entre 1.5 y 2 mm), aceptable (de 2 a 2.5 mm) y no aceptable (mayor a 2.5 mm), así mismo, se evaluaron 12 marcas craneales y 8 detalles, este software tiene la ventaja que podría ser usado para la identificación de puntos en las

radiografías a pesar de la presencia de brackets, placas y tornillos quirúrgicos, retenedores fijos, genioplastias y cambios de remodelado óseo, sin embargo la exactitud en algunos puntos no es lo suficientemente confiable para realizar un diagnóstico y planificar un tratamiento, en las marcas dentales mx1 la corona del incisivo central maxilar los valores fueron 0.44mm y 97.8%, mx6 contacto distal del primer molar mandibular fue de 1.43mm y 64.1%. mx1r y mx6r ápice de la raíz del incisivo central maxilar y ápice de la raíz distal del primer molar maxilar 1.55mm 57.6% y 1.68mm y 51.6% respectivamente (13).

Bulatova et al. (14), evaluó DL “CNN, y YOLO v3” con el trazado manual se pudo observar que existe una buena correlación en 12 de los 16 puntos evaluados, determinando que la IA puede ser usado en la realización de cefalogramas, sin embargo, en muchos de estos softwares el operador debe explicar al sistema de ciertos artefactos usados como el cefalostato o mentoneras que pueden afectar los resultados de la IA (14). Kunz et al. (10), en el estudio CNN “(CellmatIQ GmbH, Hamburg, Germany)” evaluaron con la cefalometría manual los campos; sagital, vertical y dental. La confiabilidad de los datos fue alta con un IC > 0.900 con $p < 0.001$, en parámetros angulares $< 0.37^\circ$, en parámetros de mediciones $< 0.20\text{mm}$ y en parámetros de proporciones en sentido vertical $< 0.25\%$, sin embargo, en este estudio también hay una diferencia estadísticamente significativa en la medición del ángulo S-N y Go-Me. Al igual que el IMPA y el IMAX. (10). Mahto et al. evaluaron la confiabilidad del “WEB CEPH” un sistema de inteligencia artificial totalmente automatizado hubo una correlación entre la cefalometría medida manualmente cinco parámetros tuvieron un IC > 0.75 UL a línea E, U1 a N-A (mm), SNA, SNB, U1 a N-A ($^\circ$) y siete parámetros con una IC de > 0.9 ANB, FMA, IMPA/L1 a MP ($^\circ$), LL a línea E, L1 a NB (mm), L1 a NB ($^\circ$), S-N a Go-Gn. (15). Ugurlo et al. evaluó el software IA “(CranioCatch, Eskişehir, Turkey)” el cual podría detectar 21 marcas anatómicas, en la comparación para evaluar la confiabilidad se midió en 2 mm, 2.5 mm, 3 mm, and 4 mm obtenidos con porcentajes de 98.3%, 99.4%, 99.4%, and 99.4%, respectivamente sin embargo debido a que no todos los valores obtenidos en todos los puntos son buenos no fue suficiente para usarlos en la práctica clínica y usarlos en el diagnóstico y planificación del tratamiento el único punto que no tuvo una diferencia estadísticamente significativa fue Silla (16).

Los periodos de crecimiento y desarrollo mediante radiografías cárpales y las comparo con el análisis de una radiografía cefálica lateral por 24 modelos diferente de ANN; luego relacionaron el nivel de maduración y se pudo observar correlaciones significativamente positivas entre los datos de la radiografía carpal y los niveles de desarrollo del crecimiento vertebral cervical y la edad ($p < 0,001$) siendo el de mayor exactitud el modelo 7. Los algoritmos evaluados fueron “*k-nearest neighbors (k-NN)*” CVS 5 (60.9%)–CVS 6 (78.7%), “*Naive Bayes (NB)*”, “*decision tree (Tree)*” con CSV1 (97.1%)–CSV2 (90.5%), “*artificial neural networks (ANN)*” (93%, 89.7%, 68.8%, 55.6%, y 78%,

respectivamente), “support vector machine (SVM)” con CVS3 (73.2%)–CVS4(58.5%), “random forest (RF)” CVS5 (36.8%), and “logistic regression (Log.Regr.)” CVS1 (62.5%)–CVS4 (37.9%) (17,19). Kim et al hizo la misma comparación usando 8 modelos de ML, “ayesianRidge”, “LinearRegression, HuberRegressor”, “SGD Regressor”, “RandomForest Regressors”, “TheilSen Regressor”, “AdaBoost Regressor” y “LinearSVR” de los cuales las Medidas de error absoluto, Medidas de error absoluto redondeadas y raíz cuadrada de las medidas de error absoluto tuvieron 0.90, 0.87 y 1.20, respectivamente, dando un alto grado de correlación entre ambas, y con información adicional como la edad y el sexo se convierte en una herramienta muy útil en la toma de decisiones para la edad de tratamiento optima en pacientes en crecimiento (20).

Para evaluar el diagnóstico de TTM, evaluaron distintos artículos en el cual se utilizaba IA para el diagnóstico automatizado de los desórdenes de la musculatura masticatoria, osteoartritis de la ATM, degeneración interna y perforación del disco. Sin embargo, la evidencia sobre la IA para estos diagnósticos es muy baja (21,22,38). Mediante una revisión de la literatura que las aplicaciones robóticas se pueden emplear mediante inteligencia artificial en la atención clínica contemporánea, entre estas tenemos: Asistentes dentales robotizados, diagnóstico y la simulación de problemas ortodónticos, educación, enseñanza y entrenamiento en pacientes robóticos, doblado de alambres por medio de robots, nanorobots y microrobots para la aceleración de los movimientos dentales y su monitoreo remoto, cirugías maxilofaciales y colocación de implantes mediante robots, producción robótica de alineadores automatizados, rehabilitación robótica de DTM, de todos estos, los dobles robotizados, los nanorobots TDM robots y la producción robotizada de alineadores alcanzaron el nivel más alto 9 en preparación tecnológica, el diagnóstico y los pacientes robots alcanzaron un nivel 7 mientras que los robots en las cirugías y los asistentes robots tuvieron el nivel más bajo entre 3 y 4 (34).

Ahmed et al. (37), indicaron que la IA es una herramienta confiable en el campo de la salud dental ya que la hace más suave y mejor, ahorra tiempo y es una práctica económica en muchas ocasiones, satisface la demanda y expectativa de los pacientes, los profesionales pueden asegurar una calidad en el tratamiento, mejorar el estado de la salud oral con un registro preciso, puede ayudar a predecir fallos en ciertos escenarios clínicos sin embargo se requieren futuros estudios y más profundos para la utilización más exacta y confiable (37). Las nuevas tecnologías digitales han revolucionado la práctica ortodóntica en el siglo 21, es así que se puede enviar y registrar datos clínicos de una manera más rápida y efectiva, recientes avances en la IA y la tecnología de impresión 3D son usados para mejorar el diagnóstico y el plan de tratamiento creando algoritmos para la fabricación de aparatos de ortodoncia personalizados, minimizando el esfuerzo de trabajo requerido y acelerando los procedimientos de diagnóstico y tratamiento, esta es utilizada en la fabricación de modelos de estudio, modelos para confección de

alineadores, guías quirúrgicas para la colocación de mini implantes, alineadores transparentes, aparatos linguales, férulas oclusales, entre otros (36).

Conclusión

- Los resultados obtenidos en esta revisión de literatura sobre el diagnóstico, pronóstico, planificación, y tratamiento de la región cráneo-cérvido maxilofacial en ortodoncia muestran que el número de estudios en ortodoncia basado en IA se ha incrementado en la última década.
- La mayor parte de las investigaciones se ha realizado en países como Estados Unidos y Corea, son los que más publican sobre estos temas, los algoritmos de IA más utilizados son ML, DL, ANN y CNN.
- Las áreas en las que más fue utilizada la IA fueron la detección de puntos cefalométricos y cefalometría, diagnóstico de la región cráneo-cérvido maxilofacial, evaluación y pronóstico de los tratamientos. Sin embargo, debido a su baja exactitud no podrían considerarse como una herramienta diagnóstica definitiva, sino más bien, como una ayuda en el diagnóstico, pronóstico y planificación de tratamientos ya que hasta el momento ninguna máquina ha sido capaz de superar a la inteligencia humana, pero debemos tener en cuenta, que a medida que aumenta la investigación sobre la IA en el área de la salud, podría convertirse en una herramienta muy valiosa especialmente en el campo de impresión 3D, que ayuda en la fabricación de aparatos ortodónticos personalizados y con una gran exactitud.
- Se sugieren entonces diversos estudios de seguimiento para monitorear la evolución de la IA en todas las áreas de la salud incluida a la Ortodoncia.

Referencias Bibliográficas

1. Subramanian AK, Chen Y, Almalki A, Sivamurthy G, Kafle D. Cephalometric Analysis in Orthodontics Using Artificial Intelligence - A Comprehensive Review. Vol. 2022, BioMed Research International. Hindawi Limited; 2022.
2. Mohammad-Rahimi H, Nadimi M, Rohban MH, Shamsoddin E, Lee VY, Motamedian SR. Machine learning and orthodontics, current trends, and the future opportunities: A scoping review. Vol. 160, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Mosby Inc.; 2021. p. 170-192.e4.
3. Cobos-Torres JC, Ramos R, Ortega Castro JC, Ortega Lopez MF. Hearing Loss and Its Association with Clinical Practice at Dental University Students Through Mobile APP: A Longitudinal Study. Advances in Intelligent Systems and Computing [Internet]. 2020 [cited 2023 Jan 17]; 1099:3–17. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-35740-5_1

4. Bichu YM, Hansa I, Bichu AY, Premjani P, Flores-Mir C, Vaid NR. Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics: a scoping review. Vol. 22, *Progress in Orthodontics*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2021.
5. Yamashiro T, Ko CC. Artificial intelligence and machine learning in orthodontics. Vol. 24, *Orthodontics and Craniofacial Research*. John Wiley and Sons Inc; 2021. p. 3–5.
6. Shetty Vg, Rai R, Shetty Kn. Artificial intelligence, and machine learning: The new paradigm in orthodontic practice. *International Journal of Orthodontic Rehabilitation*. 2020;11(4):175.
7. Ramos Montiel RR. Theoretical epistemic foundation of the maxillofacial cráneo-cervico diagnosis Fundamento teórico epistémico del diagnóstico cráneo-cervico maxilofacial. *Rev Mex Ortodon [Internet]*. 2022 [cited 2022 Apr 5];7(4):180–2. Available from: www.medigraphic.com/ortodoncia
8. Liu J, Chen Y, Li S, Zhao Z, Wu Z. Machine learning in orthodontics: Challenges and perspectives. Vol. 30, *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. Wroclaw University of Medicine; 2021.
9. Mohammad-Rahimi H, Nadimi M, Rohban MH, Shamsoddin E, Lee VY, Motamedian SR. Machine learning and orthodontics, current trends, and the future opportunities: A scoping review. Vol. 160, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. Mosby Inc.; 2021. p. 170-192.e4.
10. Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Zeman F, Boldt J. Artificial intelligence in orthodontics: Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2020 Jan 1;81(1):52–68.
11. Yu HJ, Cho SR, Kim MJ, Kim WH, Kim JW, Choi J. Automated Skeletal Classification with Lateral Cephalometry Based on Artificial Intelligence. *J Dent Res*. 2020 Mar 1;99(3):249–56.
12. Çoban G, Öztürk T, Hashimli N, Yağci A. Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software. *Dental Press J Orthod*. 2022;27(4).
13. Hong M, Kim I, Cho JH, Kang KH, Kim M, Kim SJ, et al. Accuracy of artificial intelligence-assisted landmark identification in serial lateral cephalograms of Class III patients who underwent orthodontic treatment and two-jaw orthognathic surgery. *Korean J Orthod*. 2022 Jul 1;52(4):287–97.

14. Bulatova G, Kusnoto B, Grace V, Tsay TP, Avenetti DM, Sanchez FJC. Assessment of automatic cephalometric landmark identification using artificial intelligence. *Orthod Craniofac Res.* 2021 Dec 1;24(S2):37–42.
15. Mahto RK, Kafle D, Giri A, Luintel S, Karki A. Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platform. *BMC Oral Health.* 2022 Dec 1;22(1).
16. Ugurlu M. Performance of a Convolutional Neural Network- Based Artificial Intelligence Algorithm for Automatic Cephalometric Landmark Detection. *Turk J Orthod [Internet].* 2022 Jun 30;94–100. Available from: <https://www.turkjorthod.org/en/performance-of-a-convolutional-neural-network-based-artificial-intelligence-algorithm-for-automatic-cephalometric-landmark-detection-131134>
17. Kök H, İzgi MS, Acilar AM. Determination of growth and development periods in orthodontics with artificial neural network. *Orthod Craniofac Res.* 2021 Dec 1;24(S2):76–83.
18. Zhou J, Zhou H, Pu L, Gao Y, Tang Z, Yang Y, et al. Development of an artificial intelligence system for the automatic evaluation of cervical vertebral maturation status. *Diagnostics.* 2021 Dec 1;11(12).
19. Kök H, Acilar AM, İzgi MS. Usage and comparison of artificial intelligence algorithms for determination of growth and development by cervical vertebrae stages in orthodontics. *Prog Orthod.* 2019 Dec 1;20(1).
20. Kim DW, Kim J, Kim T, Kim T, Kim YJ, Song IS, et al. Prediction of hand-wrist maturation stages based on cervical vertebrae images using artificial intelligence. *Orthod Craniofac Res.* 2021 Dec 1;24(S2):68–75.
21. de Dumast P, Mirabel C, Cevidanes L, Ruellas A, Yatabe M, Ioshida M, et al. A web-based system for neural network-based classification in temporomandibular joint osteoarthritis. *Computerized Medical Imaging and Graphics.* 2018 Jul 1; 67:45–54.
22. Bianchi J, Ruellas A, Prieto JC, Li T, Soroushmehr R, Najarian K, et al. Decision Support Systems in Temporomandibular Joint Osteoarthritis: A review of Data Science and Artificial Intelligence Applications. *Semin Orthod.* 2021 Jun 1;27(2):78–86.
23. Zhao T, Zhou J, Yan J, Cao L, Cao Y, Hua F, et al. Automated adenoid hypertrophy assessment with lateral cephalometry in children based on artificial intelligence. *Diagnostics.* 2021 Aug 1;11(8).

24. Orhan K, Shamshiev M, Ezhov M, Plaksin A, Kurbanova A, Ünsal G, et al. AI-based automatic segmentation of craniomaxillofacial anatomy from CBCT scans for automatic detection of pharyngeal airway evaluations in OSA patients. *Sci Rep.* 2022 Dec 1;12(1).
25. Li S, Guo Z, Lin J, Ying S. Artificial Intelligence for Classifying and Archiving Orthodontic Images. *Biomed Res Int.* 2022;2022.
26. Li P, Kong D, Tang T, Su D, Yang P, Wang H, et al. Orthodontic Treatment Planning based on Artificial Neural Networks. *Sci Rep.* 2019 Dec 1;9(1).
27. del Real A, del Real O, Sardina S, Oyonarte R. Use of automated artificial intelligence to predict the need for orthodontic extractions. *Korean J Orthod.* 2022;52(2):102–11.
28. Etemad L, Wu TH, Heiner P, Liu J, Lee S, Chao WL, et al. Machine learning from clinical data sets of a contemporary decision for orthodontic tooth extraction. *Orthod Craniofac Res.* 2021 Dec 1;24(S2):193–200.
29. Jung SK, Kim TW. New approach for the diagnosis of extractions with neural network machine learning. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2016 Jan 1;149(1):127–33.
30. Takada K. Artificial intelligence expert systems with neural network machine learning may assist decision-making for extractions in orthodontic treatment planning. Vol. 16, *Journal of Evidence-Based Dental Practice.* Mosby Inc.; 2016. p. 190–2.
31. Siddiqui TA, Sukhia RH, Ghandhi D. Artificial intelligence in dentistry, orthodontics, and Orthognathic surgery: A literature review. In: *Journal of the Pakistan Medical Association.* Pakistan Medical Association; 2022. p. S91–6.
32. Bouletreau P, Makaremi M, Ibrahim B, Louvrier A, Sigaux N. Artificial Intelligence: Applications in orthognathic surgery. Vol. 120, *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery.* Elsevier Masson SAS; 2019. p. 347–54.
33. Retrouvey JM. The role of AI and machine learning in contemporary orthodontics. *APOS Trends in Orthodontics.* 2021 Apr 10; 11:74–80.
34. Adel S, Zaher A, el Harouni N, Venugopal A, Premjani P, Vaid N. Robotic Applications in Orthodontics: Changing the Face of Contemporary Clinical Care. Vol. 2021, *BioMed Research International.* Hindawi Limited; 2021.

35. Monill-González A, Rovira-Calatayud L, d'Oliveira NG, Ustrell-Torrent JM. Artificial intelligence in orthodontics: Where are we now? A scoping review. Vol. 24, *Orthodontics and Craniofacial Research*. John Wiley and Sons Inc; 2021. p. 6–15.
36. Khan MI, Laxmikanth SM, Gopal T, Neela PK. Artificial intelligence, and 3D printing technology in orthodontics: future and scope. *AIMS Biophys*. 2022;9(3):182–97.
37. Ahmed N, Abbasi MS, Zuberi F, Qamar W, Halim MS bin, Maqsood A, et al. Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry - A Systematic Review. Vol. 2021, *BioMed Research International*. Hindawi Limited; 2021.
38. Jha N, Lee KS, Kim YJ. Diagnosis of temporomandibular disorders using artificial intelligence technologies: A systematic review and meta-analysis. Vol. 17, *PLoS ONE*. Public Library of Science; 2022.
39. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Vishwanathaiah S, Maganur PC, Patil S, Naik S, et al. Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical decision-making - A systematic review. Vol. 16, *Journal of Dental Sciences*. Association for Dental Sciences of the Republic of China; 2021. p. 482–92.
40. Huq MZU, Abdullah JY, Wong LS, Jamayet N bin, Alam MK, Rashid QF, et al. Clinical Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Children with Cleft Lip and Palate—A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 31;19(17):10860.
41. Patcas R, Bernini DAJ, Volokitin A, Agustsson E, Rothe R, Timofte R. Applying artificial intelligence to assess the impact of orthognathic treatment on facial attractiveness and estimated age. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019 Jan 1;48(1):77–83.

Conflicto de intereses

Los autores deben declarar si existe o no conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones

