

Literature Review

PERIODONTICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE ERA: A LITERATURE REVIEW

Ni Wayan Arni Sardi, Ni Luh Putu Sri Maryuni Adnyasari, Made Talitha Suryaningsih Pinatih.

Periodontics Departemen, Faculty of Dentistry, Universitas Mahasaraswati, Denpasar, Bali, Indonesia

Received date: November 10, 2023 Accepted date: November 17, 2023 Published date: December 23, 2023

KEYWORDS

Artificial Intelligence, periodontics, periodontitis



DOI : [10.46862/interdental.v19i2.7859](https://doi.org/10.46862/interdental.v19i2.7859)

ABSTRACT

Introduction: Artificial intelligence (AI) involves the creation of computer systems that imitate human actions, and it is progressively adopted as a supportive tool in aiding clinicians with disease diagnosis and treatment. One prevalent global ailment is periodontitis, which leads to the degradation and loss of the tooth-supporting tissues. The aim of this review is to evaluate existing literature that delineates the influence of AI on diagnosing and studying the prevalence of this condition.

Review: A Pubmed advanced search with narrative review was conducted of the past ten years using several search term such as “artificial Intelligences” and “periodontics”. Thorough searches were conducted on Pubmed in June 2023, encompassing studies where AI functioned as the independent variable for assessing, diagnosing, or treating patients with periodontitis. After eliminating duplicates, a total of 100 articles were recognized for preliminary abstract scrutiny. Of these, 76 documents were excluded, resulting in 24 texts for comprehensive evaluation.

Conclusion: The development of artificial intelligence in the field of dentistry requires more systematic reviews and meta-analyses to enhance the knowledge and scope of artificial intelligence applications. AI models for periodontal applications are still under development and in the future, they have the potential to support diagnostic accuracy capability.

Corresponding Author:

Ni Wayan Arni Sardi
Periodontics Departemen, Faculty of Dentistry
Universitas Mahasaraswati, Denpasar, Bali, Indonesia
e-mail address: arnidentist@unmas.ac.id

How to cite this article: Sardi NWA, Adnyasari NLPSM, Pinatih MTS. PERIODONTICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE ERA : A LITERATURE REVIEW. Interdental Jurnal Kedokteran Gigi (IJKG). 2023;19(2):80-5. <https://doi.org/10.46862/interdental.v19i2.7859>

Copyright: ©2023 Ni Wayan Arni Sardi This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Authors hold the copyright without restrictions and retain publishing rights without restrictions.

PERIODONTIK DI ERA KECERDASAN BUATAN: TINJAUAN PUSTAKA

ABSTRAK

Pendahuluan: *Artificial Intelligence* (AI) melibatkan pembuatan sistem komputer yang meniru tindakan manusia, dan secara progresif diadopsi sebagai alat pendukung dalam membantu klinisi dalam diagnosis dan pengobatan penyakit. Salah satu penyakit gigi dan mulut adalah periodontitis, yang menyebabkan kehilangan jaringan penyangga gigi. Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk mengevaluasi literatur yang menguraikan pengaruh AI dalam mendiagnosis dan mempelajari prevalensi kondisi ini.

Tinjauan: Pencarian dengan *narrative review* melalui Pubmed dilakukan dalam sepuluh tahun terakhir dengan menggunakan beberapa istilah pencarian seperti "*Artificial Intelligence*" dan "periodontics". Pencarian artikel dengan istilah tersebut dilakukan di Pubmed pada bulan Juni 2023, meliputi studi di mana AI berfungsi sebagai variabel independen untuk menilai, mendiagnosis, atau mengobati pasien periodontitis. Setelah menghilangkan duplikat, total 100 artikel diakui untuk pengujian abstrak awal. Dari jumlah tersebut, 76 dokumen dikeluarkan, sehingga menghasilkan 24 teks untuk evaluasi komprehensif.

Simpulan: Pengembangan kecerdasan buatan di bidang kedokteran gigi membutuhkan lebih banyak ulasan sistematis dan meta-analisis untuk meningkatkan pengetahuan dan cakupan aplikasi kecerdasan buatan. Model AI untuk aplikasi periodontal masih dalam pengembangan dan kedepannya sangat memungkinkan dapat menunjang penegakkan diagnosis yang kuat.

KATA KUNCI: Artificial Intelligence, periodontics, periodontitis

PENDAHULUAN

Alan Turing, seorang matematikawan asal Inggris di tahun 1936, dikenal sebagai salah satu pemikir dan teoretikus penting yang menciptakan mesin Turing, mengusung konsep penyelesaian berbagai masalah dapat dipecahkan oleh mesin selama masalah tersebut dapat dijabarkan dan diatasi melalui algoritma¹. Tahun 1955, Newell dan Simon mengembangkan "*The Logic Theorist*", yang dianggap sebagai program kecerdasan buatan pertama yang menandai perkembangan kecerdasan buatan modern. Tahun 1965, John McCarthy menciptakan istilah '*Artificial intelligence*'(AI)².

Ilmu kecerdasan buatan adalah bidang yang relatif baru yang memberikan kemampuan pada mesin untuk meniru perilaku cerdas manusia. Ilmu kecerdasan buatan merupakan cabang ilmu yang mencakup pengembangan mesin pintar yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia. Ilmu kecerdasan buatan adalah bidang yang lintas disiplin dengan berbagai pendekatan, namun kemajuan dalam pembelajaran mesin dan *deep learning* sedang mengubah paradigma di hampir setiap sektor industri teknis dan kesehatan. Di dunia modern saat ini, istilah kecerdasan buatan mengacu pada mesin atau teknologi yang mampu

meniru keterampilan kognitif manusia seperti pemecahan masalah. Pandemi telah berdampak pada cara kerja dokter gigi dan memaksa kita untuk menerima metode baru dalam operasi dan perubahan teknologi. Pengalaman selama tahun pandemi telah membawa kita pada perlunya menerima jalur di mana proses teknologi baru, termasuk penglihatan komputer, penggalian data, dan analisis prediktif, serta solusi kecerdasan buatan untuk diagnosis, perencanaan perawatan, dan informasi bisnis, akan diterapkan. Keuntungan terbesar dari teknologi seperti ini adalah kemampuan AI untuk menyelesaikan masalah-masalah yang terlalu kompleks bagi metode konvensional. Dalam kedokteran gigi, teknologi ini pertama kali diperkenalkan melalui digitalisasi catatan gigi. Dengan menggunakan catatan ini, sistem baru ini telah memungkinkan lokalisasi otomatis dari titik-titik anatomi, pengenalan penyakit, dan klasifikasi tumor. Prospek kecerdasan buatan dalam bidang kedokteran gigi sangat luas dan penggunaannya terus berkembang².

Kecerdasan buatan dan dukungan komputer telah mendapatkan perhatian besar dalam bidang perawatan kesehatan gigi. Beberapa aplikasi potensial dalam kedokteran gigi yang telah ditinjau meliputi keberhasilan dalam mendeteksi lesi pra-kanker dan metastasis³,

peningkatan kualitas radiologi maksilofasial⁴, keberhasilan dalam perawatan ortodontik⁵, rehabilitasi ortopedi⁶, serta penggunaan realitas virtual bersama dengan pasien usia muda untuk mengurangi kecemasan⁷. Namun, tinjauan-tinjauan tersebut belum secara sistematis menjelajahi kemampuan diagnosis saat ini dari AI dalam mengidentifikasi penyakit dan gangguan orofasial umum dan atau nyeri yang muncul selanjutnya⁸. Ilmu kecerdasan buatan juga telah merambah aplikasi dalam ilmu kesehatan modern. Dalam deteksi COVID-19, digunakan *deep learning* dari gambar radiografi dada untuk mempercepat proses identifikasi⁹. Peneliti telah menggunakan kecerdasan buatan untuk membedakan subtype perdarahan intrakranial dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, yang akan membantu para profesional meningkatkan akurasi diagnosis¹⁰, dan dalam deteksi tumor hati¹¹.

Untuk memahami paradigma kecerdasan buatan, beberapa terminologi penting adalah sebagai berikut: Kecerdasan buatan merujuk pada kemampuan mesin untuk menampilkan bentuk kecerdasan mereka sendiri. Tujuannya adalah mengembangkan mesin yang dapat belajar melalui data untuk memecahkan masalah. Pembelajaran mesin merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang mengandalkan algoritma untuk memprediksi hasil berdasarkan dataset. Tujuan dari pembelajaran mesin adalah memungkinkan mesin belajar dari data sehingga mereka dapat menyelesaikan masalah tanpa campur tangan manusia. Pembelajaran representasi adalah subtype dari pembelajaran mesin dimana algoritma komputer belajar fitur-fitur yang diperlukan untuk mengklasifikasikan data yang diberikan. Jaringan saraf adalah kumpulan algoritma yang menghitung sinyal melalui neuron buatan. Tujuan dari jaringan saraf adalah membentuk jaringan saraf buatan yang berfungsi seperti otak manusia. *Deep learning* merupakan bagian dari pembelajaran mesin yang menggunakan jaringan dengan berbagai lapisan komputasi dalam jaringan saraf mendalam untuk menganalisis data masukan. Tujuannya adalah membangun jaringan saraf yang secara otomatis mengidentifikasi pola untuk meningkatkan deteksi fitur¹².

Clinical Decision Support System (CDSS) adalah sistem yang terdiri dari basis data pengetahuan medis yang

luas dan mekanisme output inferensi yang terdiri dari kumpulan algoritma yang berasal dari praktik medis berdasarkan bukti yang dijalankan melalui modul logika medis. Saat ini, *intuitif interface* dengan kontrol suara dirancang untuk membantu profesional perawatan kesehatan bekerja lebih efisien dengan penghematan waktu dan biaya dalam praktik klinis kedokteran gigi. Realitas yang ditingkatkan adalah teknologi yang menempatkan gambar yang dihasilkan oleh komputer pada perspektif pengguna dunia nyata, sehingga memberikan pandangan gabungan. Realitas virtual adalah rekreasi gambar atau lingkungan tiga dimensi yang dihasilkan oleh komputer yang dapat diinteraksikan dengan, dalam cara yang tampak nyata atau fisik oleh individu yang menggunakan peralatan elektronik khusus¹³.

TINJAUAN

Penyakit periodontal adalah suatu kondisi inflamasi yang kompleks yang disebabkan oleh berbagai faktor penyebab yang bekerja bersama dan saling berinteraksi. Penyakit periodontal termasuk salah satu penyakit oral yang paling umum terjadi pada manusia. Perkembangan penyakit periodontal yang terus berlanjut dapat mengakibatkan kehilangan gigi pada orang dewasa. Sejumlah studi telah dilakukan untuk menginvestigasi penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam mendiagnosis dan memperkirakan penyakit periodontal.¹⁴ Penggunaan sistem yang berbasis pada algoritma *deep Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendiagnosis dan memperkirakan kesehatan periodontal gigi. Dengan memanfaatkan algoritma CNN, akurasi dalam mendiagnosis terbukti mencapai 76,7–81,0 %, sementara akurasi dalam memperkirakan kebutuhan pencabutan mencapai 73,4–82,8 %. Perbedaan dalam akurasi tampaknya terjadi antara jenis gigi yang berbeda. Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa gigi premolar biasanya memiliki satu akar, sedangkan gigi geraham memiliki 2 atau 3 akar, sehingga kompleksitas anatomi lebih tinggi dan perlu interpretasi yang lebih kompleks oleh CNN¹⁵. Penelitian sebelumnya menggunakan sistem berbasis AI yang bergantung pada CNN untuk mengaitkan kesehatan periodontal yang buruk

dengan hasil kesehatan sistemik, dan melaporkan bahwa AI dapat digunakan untuk diagnosis otomatis serta layak digunakan dalam skrining penyakit lainnya¹⁶. Penelitian oleh Papantopoulos menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk membedakan antara periodontitis agresif dan periodontitis kronis pada pasien dengan memanfaatkan parameter imunologi, seperti jumlah leukosit, interleukin, dan titer antibodi IgG. Salah satu ANN berhasil mengklasifikasikan pasien sebagai periodontitis agresif atau periodontitis kronis dengan akurasi antara 90–98%. Prediksi terbaik diperoleh dari ANN yang memasukkan jumlah monosit, eosinofil, neutrofil, dan rasio sel T CD4+/CD8+ sebagai input. Studi ini menyimpulkan bahwa ANN dapat digunakan untuk diagnosis yang akurat antara periodontitis agresif dan periodontitis kronis dengan memanfaatkan parameter yang relatif sederhana dan mudah diukur, seperti jumlah leukosit dalam darah perifer¹⁷. Wang¹³ mengembangkan sistem berbasis *Digital Convolution Neural Network* untuk mendeteksi periodontitis pada gigi premolar dan gigi geraham. Krois dalam penelitiannya menggunakan CNN untuk mendeteksi kehilangan tulang periodontal pada radiografi gigi panoramik¹⁸. Sistem ini dapat membantu upaya penegakkan diagnosis oleh dokter gigi. Teknologi progresif tidak boleh merusak moral manusia atau mesin itu sendiri. Ini memiliki beberapa kelemahan seperti pengumpulan data sebelumnya, kesenjangan antara istilah medis dan algoritma matematika, kebutuhan akan daya komputasi yang kompleks dan kuat, dan pertimbangan etika di mana dokter akan bertanggung jawab atas pasien dan penggunaan informasinya.

Li¹⁹ mengembangkan alat evaluasi untuk secara otomatis mendeteksi karies gigi dan periodontitis periapikal pada foto rontgen periapikal menggunakan *deep learning*.¹⁹ Model *deep learning* yang dimodifikasi dikembangkan menggunakan kumpulan data besar (4129 gambar) dengan anotasi berkualitas tinggi untuk mendukung deteksi otomatis karies gigi dan periodontitis periapikal. Performa model dibandingkan dengan performa klasifikasi dari dokter gigi. Model *deep learning* secara otomatis membedakan karies gigi dan periodontitis periapikal. Model *deep learning* dapat meningkatkan

akurasi dan konsistensi serta mengurangi beban kerja dokter gigi, menjadikan kecerdasan buatan sebagai alat yang kuat untuk praktik klinis²⁰. Revilla-Leon²¹ mengevaluasi kinerja model AI dalam mendeteksi plak gigi dan mendiagnosis gingivitis dan penyakit periodontal.²¹ Tinjauan dilakukan di 4 basis data: MEDLINE/PubMed, World of Science, Cochrane, dan Scopus. Pencarian manual juga dilakukan. Studi dikelompokkan menjadi 4 kelompok: mendeteksi plak gigi, diagnosis gingivitis, diagnosis penyakit periodontal dari gambar intraoral, dan diagnosis kehilangan tulang alveolar dari foto radiograf periapikal, bitewing, dan panoramik. Dua peneliti mengevaluasi studi secara independen dengan menerapkan penilaian kritis Joanna Briggs Institute. Dua puluh empat artikel dimasukkan: 2 studi mengembangkan model AI untuk mendeteksi plak, dengan akurasi berkisar antara 73,6% hingga 99%; 7 studi menilai kemampuan mendiagnosis gingivitis dari foto intraoral dengan akurasi antara 74% hingga 78,20%; 1 studi menggunakan gambar intraoral fluoresen untuk mendiagnosis gingivitis dengan akurasi antara 67,7% hingga 73,72%; 3 studi menilai kemampuan mendiagnosis penyakit periodontal dari foto intraoral dengan akurasi antara 47% hingga 81%, dan 11 studi mengevaluasi kinerja model AI dalam mendeteksi kehilangan tulang alveolar dari gambar radiograf dengan akurasi antara 73,4% hingga 99%. Model AI untuk aplikasi periodontal masih dalam pengembangan tetapi mungkin memberikan alat diagnosis yang kuat²⁰.

Analisis mendalam menggunakan data radiografi dapat membantu dalam mendiagnosis dan perencanaan perawatan penyakit periodontal dengan mendeteksi perubahan periodontal pada tahap awal^{21,22}. Hal ini berkontribusi pada intervensi dini dalam bidang implantologi. Selain meningkatkan pemahaman tentang periodontitis, teknologi ini juga berperan sebagai jembatan untuk menggabungkan indikator konvensional serta parameter imunologi dan mikrobiologis dalam diagnosis penyakit periodontal²³. Setelah kecerdasan buatan dapat diterapkan sebagai alat dalam manajemen perawatan dan praktik, membentuk penggabungan data, bukan hanya data gigi, tetapi juga data genetik, geografis, demografis, dan

medis, akan memungkinkan kecerdasan buatan memberikan nilai yang benar-benar revolusioner dan berpotensi memberikan perawatan yang optimal untuk pasien. Ozden *et al.* menggunakan unit identifikasi untuk mengklasifikasikan penyakit periodontal dengan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM), *Decision Tree* (DT), dan *Artificial Neural Networks* (ANNs). Kinerja SVM dan DT ditemukan mencapai 98% dengan waktu komputasi total masing-masing 19,91 dan 7,00 detik²⁴.

Solusi AI masih jauh dari rutinitas praktik kedokteran gigi, terutama karena: keterbatasan penyediaan data, aksesibilitas data, struktur dan komprehensifitas data, serta standar dalam pengembangannya. Pertanyaan praktis seputar nilai dan kegunaan solusi penggunaan AI dalam ranah kedokteran gigi yang masih menjadi pertanyaan yaitu tentang etika dan tanggung jawab^{25,26}.

SIMPULAN DAN SARAN

Profesi dokter gigi tidak bisa digantikan dalam hal ini, AI dapat membantu dokter gigi dalam merencanakan perawatan pasien dalam jangka panjang dan juga meraih hasil perawatan pasien yang lebih maksimal. Model AI untuk aplikasi periodontal masih dalam pengembangan dan kedepannya sangat memungkinkan dapat menunjang penegakan diagnosis yang kuat. Perkembangan kecerdasan buatan di sektor kedokteran gigi memerlukan lebih banyak ulasan sistematis dan meta-analisis untuk meningkatkan pengetahuan dan jangkauan aplikasi dari kecerdasan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mijwel MM. History of artificial intelligence. *Comput Sci Coll Sci*. 2015;1-6.
2. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res* 2020; 99(7):769-74. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034520915714>
3. Smith C, McGuire B, Huang T, & Yang G. The history of artificial intelligence, University of Washington. 2006. Available from <https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf>. Accessed 1 Juni 2023.
4. Sachdeva S, Mani A, Vora H, Saluja H, Mani S, Manka N. Artificial intelligence in periodontics: A dip in the future. *J Cell Biotech* 2021; 7(2): 119-124. DOI: 10.3233/JCB-210041.
5. Mahmood H, Shaban M, Indave BI, Santos-Silva AR, Rajpoot N, Khurram SA. Use of artificial intelligence in diagnosis of head and neck precancerous and cancerous lesions: A systematic review. *Oral Oncol* 2020; 110:104885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2020.104885>
6. Nagi R, Aravinda K, Rakesh N, Gupta R, Pal A, Mann AK. Clinical applications and performance of Intelligence systems in dental and maxillofacial radiology: A review. *Imaging Sci Dent* 2020; 50(2):81-92. DOI: <https://doi.org/10.5624%2Fisd.2020.50.2.81>
7. Choi EM, Park BY, Noh HJ. Efficacy of mobile health care in patients undergoing fixed orthodontic treatment: A systematic review. *Int J Dent Hyg* 2021; 19(1):29-38. DOI: <https://doi.org/10.1111/idh.12459>
8. Maffulli N, Rodriguez HC, Stone IW, Nam A, Song A, Gupta M, Alvarado R, Ramon D, Gupta A. Artificial intelligence and machine learning in orthopedic surgery: a systematic review protocol. *J Orthop Surg Res* 2020; 15(1): 478. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02002-z>
9. Indovina P, Barone D, Gallo L, Chirico A, De Pietro G, Giordano A. Virtual Reality as a Distraction Intervention to Relieve Pain and Distress During Medical Procedures: A Comprehensive Literature Review. *Clin J Pain* 2018; 34(9): 858-77. DOI: <https://doi.org/10.1097/ajp.0000000000000599>
10. Renton T. Dental (Odontogenic) Pain. *Rev Pain* 2011;5(1):2-7. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F204946371100500102>
11. Rahaman MM, Li C, Yao Y, Kulwa F, Rahman MA, Wang Q, Qi S, Kong F, Zhu X, Zhao X. Identification of COVID-19 samples from chest X-Ray images using deep learning: A comparison of transfer

- learning approaches. *J Xray Sci Technol* 2020; 28(5): 821-39. DOI: 10.3233/XST-200715.
12. Kim CH, Hahm MH, Lee DE, Choe JY, Ahn JY, Park SY, Lee SH, Kwak Y, Yoon SY, Kim KH, Kim M, Chang SH, Son J, Cho J, Park KS, Kim JK. Clinical usefulness of deep learning-based automated segmentation in intracranial hemorrhage. *Technol Health Care* 2021; 29(5): 881-895
 13. Guo LH, Wang D, Qian YY, Zheng X, Zhao CK, Li XL, Bo XW, Yue WW, Zhang Q, Shi J, Xu HX. A two-stage multi-view learning framework based computer-aided diagnosis of liver tumors with contrast enhanced ultrasound images. *Clin Hemorheol Microcirc* 2018; 69(3): 343-54. DOI: [10.3233/CH-170275](https://doi.org/10.3233/CH-170275)
 14. Akst J. A primer: Artificial Intelligence Versus Neural Networks. *Inspiring Innovation: The Scientist Exploring Life* 2019; 65802.
 15. Rashmi JK, Amandeep S, Sangeetha R. Dentistry and Artificial Intelligence. *Acta Scientific Dental Sciences*. 2020;4(10):26-32.
 16. Lee JH, Lee JS, Choi JK, Kweon HI, Kim YT, Choi SH. National dental policies and socio-demographic factors affecting changes in the incidence of periodontal treatments in Korean: A nationwide population-based retrospective cohort study from 2002-2013. *BMC Oral Health* 2016; 16(1): 118.
 17. Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Diagnosis and prediction of periodontally compromised teeth using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Periodontal Implant Sci*. 2018;48(2):114-23. DOI: 10.5051/jpis.2018.48.2.114
 18. Yauney G, Rana A, Wong LC, Javia P, Muftu A, Shah P. Automated Process Incorporating Machine Learning Segmentation and Correlation of Oral Diseases with Systemic Health. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2019; 2019: 3387-93. DOI: [10.1109/EMBC.2019.8857965](https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8857965)
 19. Li S, Liu J, Zhou Z, Zhou Z, Wu X, Li Y, Wang S, Liao W, Ying S, Zhao Z. Artificial intelligence for caries and periapical periodontitis detection. *J Dent* 2022 Jul; 122: 104107. DOI: [10.1016/j.jdent.2022.104107](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104107)
 20. Papantonopoulos G, Takahashi K, Bountis T, Loos BG. Artificial neural networks for the diagnosis of aggressive periodontitis trained by immunologic parameters. *PLoS One*. 2014;9(3):e89757. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089757>
 21. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Barmak AB, Inam W, Kan JYK, Kojs JC, Akal O. Artificial intelligence models for diagnosing gingivitis and periodontal disease: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2022 Mar 14: S0022-3913(22)00075-0. DOI: [10.1016/j.prosdent.2022.01.026](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.01.026)
 22. Krois J, Ekert T, Meinhold L, Golla T, Kharbot B, Wittemeier A, Dörfer C, Schwendicke F. Deep Learning for the Radiographic Detection of Periodontal Bone Loss. *Sci Rep* 2019; 9(1): 8495. DOI: [10.1038/s41598-019-44839-3](https://doi.org/10.1038/s41598-019-44839-3)
 23. Furman E, Jasinevicius TR, Bissada NF, Victoroff KZ, Skillicorn R, Buchner M. Virtual reality distraction for pain control during periodontal scaling and root planing procedures. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(12):1508-16. DOI: [10.14219/jada.archive.2009.0102](https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0102)
 24. Sohamura T, Kusumoto N, Otani T, Yamada S, Wakabayashi K, Yatani H. CAD/CAM fabrication and clinical application of surgical template and bone model in oral implant surgery. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(1):87-93. DOI: [10.1111/j.1600-0501.2008.01588.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01588.x)
 25. Shan T, Tay FR, Gu L. Application of Artificial Intelligence in Dentistry. *J Dent Res* 2021; 100(3): 232-44. DOI: [10.1177/0022034520969115](https://doi.org/10.1177/0022034520969115)
 26. Ozden FO, Özgönenel O, Özden B, Aydogdu A. Diagnosis of Periodontal Diseases Using Different Classification Algorithms: A Preliminary Study. *Niger J Clin Pract*. 2015;18(3):416-21. DOI: [10.4103/1119-3077.151785](https://doi.org/10.4103/1119-3077.151785)