La relación entre los niveles de vitamina D y la enfermedad periodontal en la población saudí, un estudio preliminar

Autores: Marwa Madi, Verica Pavlic, Shahad Mongith Alammar, Leenah Mohammad Alsulaimi, Reema Shaker Alotaibi, Gadah Mohammed AlOtaibi y Osama Zakariae

Fuente de artículo traducido:

Marwa Madi, V. P. (2021). The association between vitamin D level and periodontal disease in Saudi population, a preliminary study. *Saudi Dental Journal*.

ABSTRACTO

Objetivo

Entre otras funciones regulatorias, la vitamina D desempeña un papel en la modulación del proceso inflamatorio de la enfermedad periodontal. Por lo tanto, este estudio retrospectivo tuvo como objetivo evaluar la relación entre los niveles de vitamina D y la salud periodontal en pacientes dentales de la Provincia Oriental de Arabia Saudita.

Métodos

Se obtuvieron radiografías y niveles séricos de vitamina D de pacientes que acudían a tratamiento dental. Los criterios de exclusión incluyeron enfermedades sistémicas, tabaquismo, suplementación reciente de vitamina D y cirugía periodontal previa. Se registraron datos de género, edad y altura de la cresta alveolar (ACH). Se dividieron un total de 67 pacientes en tres grupos según sus niveles séricos de vitamina D (<10, <20 y > 20 ng/mL) y se comparó la pérdida ósea.

Resultados

Las diferencias en las medias se compararon utilizando la prueba t. Se empleó ANOVA para contrastar los grupos de vitamina D y la correspondiente altura de la cresta alveolar (ACH), así como para evaluar la correlación ($p < 0.05$). Los pacientes con niveles de vitamina D > 20 ng/mL presentaron una altura media de la cresta alveolar de 1.6 mm. Para aquellos con niveles de vitamina D < 20 ng/mL, la altura media fue de 3.1 mm, y de 4.6 mm para niveles de vitamina D < 10 ng/mL. Se identificó una correlación leve y negativa entre la vitamina D y la ACH en todos los grupos ($r = -0.055$, $p = 0.7$).

Conclusión

El nivel de vitamina D en suero parece ser un factor importante que influye en la salud bucal, especialmente en la condición periodontal, tanto en pacientes masculinos como femeninos.

1. INTRODUCCION

La vitamina D es una vitamina liposoluble, principalmente obtenida de la luz solar y la dieta (Jagelavičienė et al., 2018). Debido a las variaciones climáticas y la exposición inadecuada al sol, la deficiencia de vitamina D es un problema de salud global común (Schwalfenberg, 2011). Se utiliza el 25(OH)D para evaluar el nivel de vitamina D, ya que

permanece en la circulación durante 20 días, a diferencia de la 1,25 dihidroxivitamina D, que solo está presente durante cuatro horas.

No existe un consenso sobre el nivel óptimo de vitamina D, sin embargo se considera que un nivel de vitamina D < 20 ng/mL es insuficiente. Algunos estudios han sugerido que un nivel de vitamina D de 30 ng/mL es un nivel adecuado y aceptable para la salud (Bikle, 2012, Vieth, 2011).

El 1,25$(OH)_2$D actúa a través del receptor nuclear de la vitamina D (VDR), que funciona como un factor de transcripción. Regula varios procesos y funciones biológicas, incluyendo la inflamación, la inmunidad mediada por células, el equilibrio del calcio y los huesos, y la apoptosis (Hiremath et al., 2013). La vía VDR/1,25$(OH)_2$D podría facilitar la acción antibacteriana, antiviral y antiinflamatoria. Esta vía influye en los mecanismos de remodelación ósea al inducir la diferenciación de osteoclastos y osteoblastos. Por lo tanto, la deficiencia de vitamina D afecta la densidad ósea, lo que puede resultar en fracturas patológicas, osteomalacia y osteoporosis (Hiremath et al., 2013, Schwalfenberg, 2011).

Recientemente, se ha establecido que la vitamina D desempeña un papel importante en el desarrollo de la patogénesis de la enfermedad periodontal, afectando la densidad mineral ósea y la resorción ósea (Abreu et al., 2016, Anbarcioglu et al., 2019, Hiremath et al., 2013, Laky et al., 2017). En consecuencia, se ha sugerido que la deficiencia de vitamina D puede influir en el inicio y la progresión de la enfermedad periodontal (Laky et al., 2017). La periodontitis crónica es una enfermedad inflamatoria causada por la placa bacteriana, y su progresión puede provocar pérdida ósea, lo que finalmente conduce a la pérdida de dientes.

Alrededor del 50% de la población adulta en los Estados Unidos (Boggess et al., 2011) y aproximadamente el 84% de la población adulta del Reino de Arabia Saudita (Alshammari y Wahi, 2019; Guile, 1992) sufren de enfermedad periodontal.

Investigaciones previas han demostrado que la deficiencia de vitamina D aumenta el riesgo de periodontitis (Dietrich et al., 2004, Dietrich y García, 2005, Miley et al., 2009). Además, se ha observado que el uso complementario de vitamina D ayuda a mantener la salud periodontal al aumentar la densidad ósea y disminuir la resorción ósea alveolar (Alshouibi et al., 2013, Garcia et al., 2011, Hildebolt, 2005). Bashutski et al., en el año 2011 informaron que la cirugía periodontal obtuvo mejores resultados de tratamiento en pacientes con niveles adecuados de vitamina D que en aquellos con deficiencia de vitamina D. Estudios longitudinales anteriores también han concluido que la deficiencia de vitamina D puede considerarse un factor de riesgo para la pérdida dental (Jiménez et al., 2014, Zhan et al., 2014). Hasta el momento, los artículos publicados han presentado informes contradictorios sobre la relación entre la deficiencia de vitamina D y la enfermedad periodontal. Casi el 60% de los estudios transversales han observado una fuerte asociación entre hallazgos periodontales deficientes y niveles reducidos de vitamina D (Perić et al., 2018, Pinto et al., 2018). Otros estudios no han confirmado esta asociación y han sugerido investigaciones adicionales (Antonoglou et al., 2015, Bonnet et al., 2019, Eshghi et al., 2016, Garcia et al., 2011).

Por ende, este estudio tuvo como propósito evaluar la relación entre los niveles de vitamina D y la enfermedad periodontal en pacientes odontológicos de la Provincia Oriental de Arabia Saudita.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Muestra de estudio

Los pacientes que acudieron a recibir tratamiento en las clínicas dentales de la Universidad Imam Abdulrahman Bin Faisal, en Arabia Saudita, durante un período de seis meses (de septiembre de 2019 a febrero de 2020) fueron parte de este estudio. Los criterios de inclusión fueron la ausencia de enfermedades sistémicas, edades comprendidas entre los 20 y 45 años, no ser fumadores, no haber recibido previamente suplementos de vitamina D, no tener dientes faltantes, y no presentar lesiones óseas ni antecedentes de cirugía periodontal previa. En total, se incluyeron 67 pacientes en el estudio, con una edad promedio de 23 años, de los cuales el 74% (n = 49) eran mujeres y el 26% (n = 18) eran hombres. Se analizaron los registros médicos de los pacientes, radiografías y niveles séricos de vitamina D siguiendo las recomendaciones de la Declaración de Helsinki. Se obtuvo la aprobación del Comité de Revisión Institucional de la Facultad de Odontología (IRP 2018024).

2.2. Examen clínico

Se registró el género, la edad y la altura de la cresta alveolar (ACH) de los pacientes incluidos. Todas las ortopantomografías se realizaron con un PM 2002 CC Proline (Planmeca OY, Helsinki, Finlandia). La ACH se midió en radiografías panorámicas digitales de los pacientes utilizando un software informático (MiPACS Dental Enterprise Viewer 3.1.1404, EE. UU.). Para minimizar el efecto de la magnificación panorámica en los resultados, se estableció la relación de magnificación a 1.2, conforme a las indicaciones del fabricante. Se midió la distancia desde la cresta alveolar hasta la unión cemento-esmalte, tanto en sentido mesial como distal a cada diente, excluyendo los caninos y terceros molares. Se llevaron a cabo mediciones en un total de 48 sitios, y luego se calculó la media de la ACH de todos los sitios. Se calcularon las medias y desviaciones estándar de la pérdida ósea radiográfica, los niveles de vitamina D y la edad.

2.3. Evaluación del nivel de vitamina D en plasma

Se realizó la medición de vitamina D en suero a partir de muestras de sangre venosa de 10 mL, las cuales fueron recogidas y analizadas en el mismo laboratorio. Los niveles de vitamina D de los pacientes se dividieron en tres grupos (<10, <20 y >20 ng/mL) y se compararon con la pérdida ósea. La determinación de los niveles de vitamina D en plasma se llevó a cabo mediante el ensayo de quimioluminiscencia de 25-hidroxivitamina D TOTAL LIAISON (DiaSorin, Ltd., Stillwater, MN, EE. UU.).

2.4. Análisis estadístico

Las diferencias en medias se compararon utilizando pruebas t. Se calculó la correlación entre el nivel de vitamina D y la altura de la cresta alveolar (ACH) entre los tres grupos, y los resultados se compararon utilizando ANOVA, con un nivel de significancia establecido en $p < 0.05$.

3. RESULTADOS

De los 67 pacientes, el 74% eran mujeres (edad media 24 ± 5.3 años) y el 26% eran hombres (edad media 22 ± 4.3 años). No se observaron diferencias significativas en la distribución por género ($t = 1.40$, $p = 0.164$). Los niveles medios de vitamina D fueron de 14.7 ± 6.2 ng/mL y 13 ± 3.4 ng/mL para pacientes mujeres y hombres, respectivamente, sin encontrar diferencias significativas ($t = 1.21$, $p = 0.11$). Del total de pacientes, el 80% tenía niveles de vitamina D < 20 ng/mL. La media de la altura de la cresta alveolar (ACH) fue de 1.89 ± 0.74 mm para hombres y 2.4 ± 0.6 mm para mujeres, mostrando una diferencia significativa ($t = 2.89$, $p = 0.002$). Los pacientes con niveles de vitamina D > 20 ng/mL presentaron una media de ACH de 1.6 mm. Se observó una media de ACH de 3.1 mm en aquellos con niveles de vitamina D < 20 ng/mL, y de 4.6 mm para niveles de vitamina D < 10 ng/mL (**Fig. 1**). Se encontró una correlación negativa leve entre la vitamina D y ACH en todos los grupos ($r = -0.055$, $p = 0.7$; **Fig. 2**).

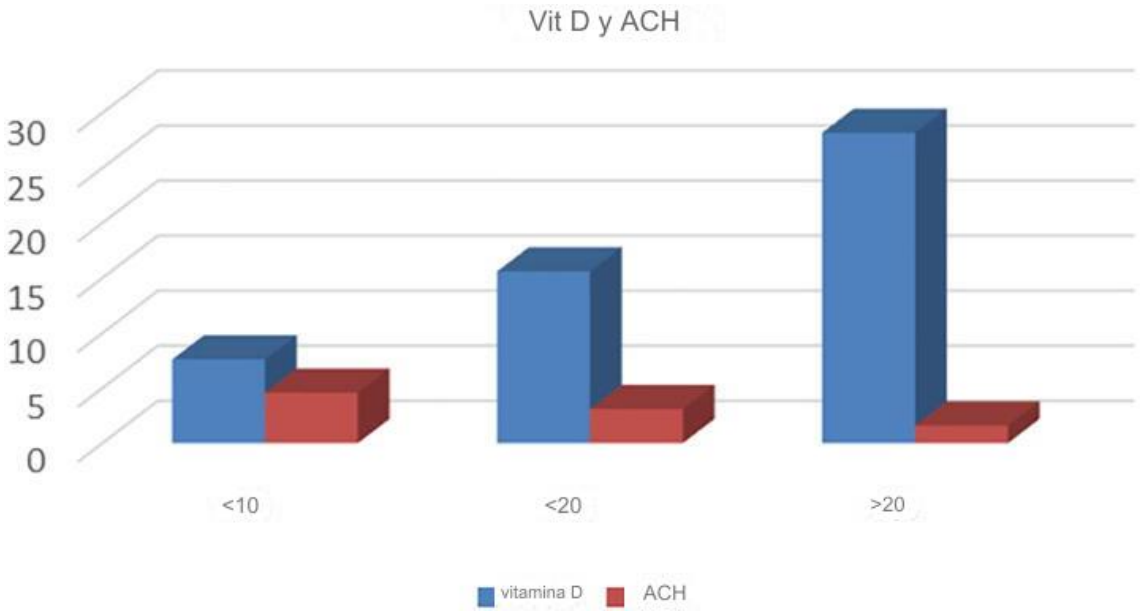

Fig. 1

La altura media de la cresta alveolar de los pacientes en relación con la vitamina D.

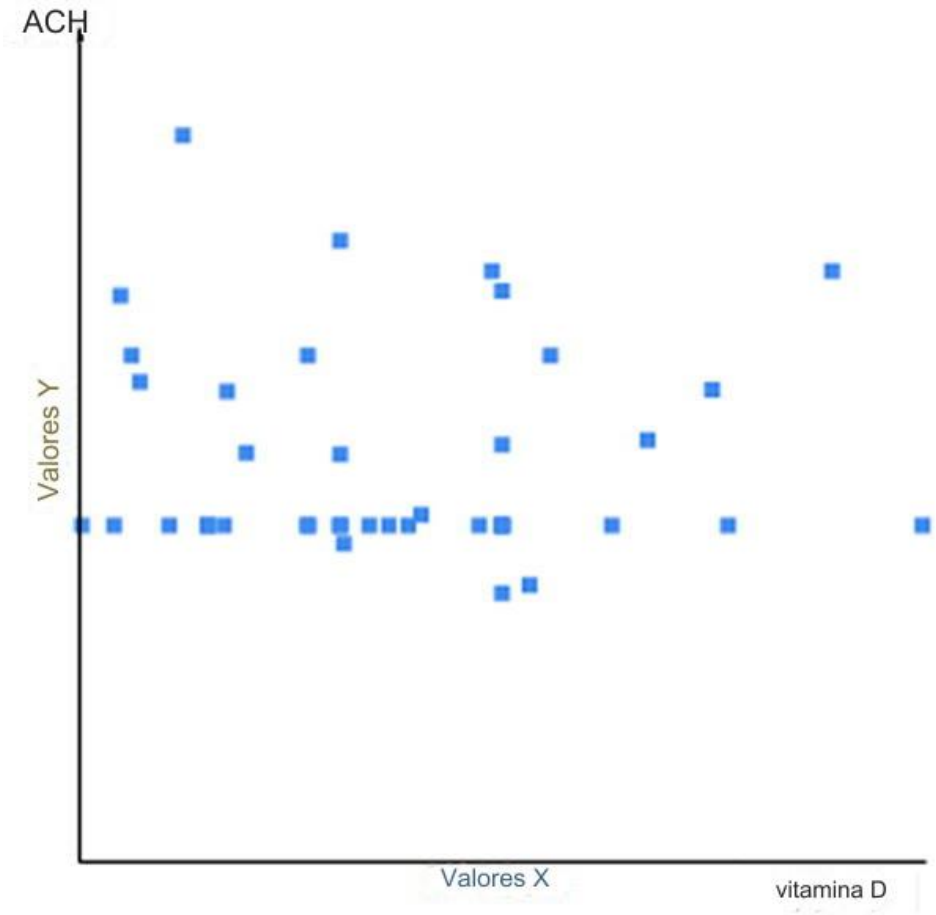

Fig. 2

La asociación entre la vitamina D y la altura de la cresta alveolar en todos los grupos (r = -0.055, p = 0.7).

4. DISCUSIÓN

La periodontitis es una condición inflamatoria crónica causada por bacterias periodontopáticas que resulta en la destrucción de los tejidos de soporte de los dientes. Si no se trata de manera oportuna, la periodontitis eventualmente causa el desprendimiento de las encías y una mayor destrucción del hueso alveolar. A nivel mundial, la periodontitis es la principal causa de pérdida dental en adultos; por lo tanto, se debe priorizar la prevención sobre el tratamiento de esta enfermedad.

Las funciones inmunorreguladoras y antiinflamatorias de la vitamina D han sido previamente documentadas (Bonnet et al., 2019, Stein et al., 2014). Se ha observado una relación entre la deficiencia de vitamina D (<20 ng/mL) y varias condiciones inflamatorias e infecciosas, incluida la enfermedad periodontal (Holick, 2007, Zhan et al., 2014). Por lo tanto, el riesgo de gingivitis y periodontitis crónica puede disminuir mediante una adecuada ingesta de vitamina D (Dietrich and Garcia, 2005, Krall et al., 2001, Miley et al., 2009). Dietrich et al., en el año 2004 reportaron una correlación negativa entre los niveles de vitamina D y la enfermedad periodontal. Nuestros resultados mostraron que la pérdida ósea promedio (3.5 mm) aumentó en pacientes con niveles de < 10 ng/mL de vitamina D, mientras que aquellos con niveles > 20 ng/mL de vitamina D mostraron una disminución en la pérdida ósea (1.6 mm). De manera similar a nuestros

hallazgos, un estudio previo realizado en adultos canadienses reveló una relación entre el bajo nivel de vitamina D y la enfermedad periodontal que se manifiesta como pérdida ósea alveolar (Bonnet et al., 2019).

La relación entre la enfermedad periodontal y la vitamina D ha sido objeto de investigación en numerosos estudios (Anbarcioglu et al., 2019, Dietrich and Garcia, 2005, Miley et al., 2009). Boggess et al., en el año 2011 observaron que las pacientes embarazadas con periodontitis presentaban deficiencia de vitamina D; además, se demostró que el uso complementario de vitamina D podía mejorar la salud bucal de las madres.

De manera similar, Miley et al., en el año 2009 observaron una mejora en la salud periodontal después de la administración de suplementos de vitamina D. Sin embargo, Hildebolt en el año 2005 recomendó llevar a cabo más ensayos clínicos controlados para analizar la función complementaria de los suplementos de calcio y vitamina D en el tratamiento de la enfermedad periodontal. Por otro lado, Anbarcioglu et al., en el año 2019 observaron un aumento en la prevalencia de deficiencia de vitamina D en pacientes con periodontitis agresiva, lo que sugiere que un nivel reducido de vitamina D podría ser un factor de riesgo, y se recomienda realizar pruebas en casos de sospecha de deficiencia.

La evaluación radiográfica permite una estimación precisa del nivel óseo alveolar, el patrón de defectos óseos y la participación de furcación (Gomes-Filho et al., 2007, Hausmann, 2000). La radiografía panorámica se utiliza comúnmente para el cribado y el diagnóstico, pero presenta limitaciones como la distorsión y la magnificación (Rockenbach et al., 2003). Estudios anteriores han demostrado que las mediciones lineales realizadas en radiografías panorámicas fueron subestimadas en comparación con las mediciones reales (Langlois et al., 2011). Persson et al., en el año 2003 evaluaron la correlación entre radiografías intraorales y panorámicas en la evaluación de la distancia desde la cresta alveolar hasta la unión cemento-esmalte. Concluyeron que las diferencias medias entre estas mediciones eran de hasta 0.04 mm, y ambas presentaban una alta concordancia. En nuestro estudio, todas las imágenes se tomaron utilizando el mismo aparato radiográfico y ajustes. Además, para todas las mediciones lineales, se utilizó el factor de magnificación recomendado por el fabricante.

Alshouibi et al., en el año 2013 investigaron la salud periodontal en hombres mayores con pérdida ósea moderada y una dosis de mantenimiento de Vitamina D de ≥ 800 UI. Sugirieron que esta dosis diaria podría detener la progresión de la enfermedad periodontal. En otro estudio, Ketharanathan et al., en el año 2019 evaluaron la pérdida ósea radiográfica y los niveles de Vitamina D en pacientes con periodontitis de dos grupos étnicos en comparación con controles sanos. Observaron una disminución significativa en la pérdida ósea radiográfica con un aumento leve en los niveles de Vitamina D en suero.

A nivel mundial, alrededor de mil millones de personas podrían estar experimentando deficiencia de vitamina D debido a una ingesta insuficiente de calcio y vitamina D (Glerup et al., 2000, Holick, 2006). Se esperaba que los niveles de vitamina D fueran adecuados en pacientes saudíes debido al clima soleado presente la mayor parte del año. Sin embargo, se informó de deficiencia de vitamina D en casi la mitad de las muestras

estudiadas de adultos saudíes sanos (Al-Daghri, 2018, Alsuwadia et al., 2013). Esta situación podría atribuirse en parte a una baja ingesta dietética y suplementaria de vitamina D, al uso de vestimenta tradicional que reduce la exposición de la piel, a factores genéticos y a la preferencia individual de evitar el clima caluroso y soleado (Alsuwadia et al., 2013).

Las ingestas diarias recomendadas actuales de calcio y vitamina D para adultos son de 400-600 UI y 1,000-1,200 mg, respectivamente (Moore et al., 2004). Por lo tanto, se ha evidenciado que aumentar la ingesta de calcio y vitamina D a través de fuentes naturales y suplementos orales es fundamental para la salud ósea y bucal (Dixon et al., 2009, Heaney, 2002). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la ingesta prolongada de suplementos de vitamina D en dosis altas sin consulta médica puede aumentar el riesgo de toxicidad por vitamina D (VDT; Dudenkov et al., 2015). La toxicidad por vitamina D de origen externo se diagnostica por un nivel de 25(OH)D superior a 150 ng/mL, lo que se asocia con hipercalcemia e hipercalciuria grave, y una disminución significativa en la actividad de la hormona paratiroidea (Holick, 2015).

Un estudio previo demostró que la edad avanzada y el tabaquismo eran variables de confusión que podían influir significativamente en la relación entre la vitamina D y la enfermedad periodontal (Khammissa et al., 2018). En nuestro estudio, se seleccionaron intencionalmente no fumadores de entre 20 y 45 años para evitar los posibles efectos de la edad y los cambios hormonales en los resultados. Además, los pacientes de este estudio fueron seleccionados al azar entre aquellos que buscaban tratamiento dental; por lo tanto, la radiografía panorámica se utilizó como la herramienta más común para el cribado de pacientes. Se recomienda tratar en futuros estudios la comparación de los hallazgos radiográficos, así como los parámetros clínicos periodontales, con el nivel de vitamina D en suero.

La principal limitación de este estudio es el tamaño reducido de la muestra, así como su evaluación del efecto de la vitamina D únicamente en la ACH. Por lo tanto, se sugiere llevar a cabo ensayos clínicos aleatorizados adicionales con muestras más amplias. Además, sería ideal que investigaciones futuras evalúen el impacto de la vitamina D en la pérdida de inserción y la profundidad de las bolsas periodontales en pacientes con enfermedad periodontal a lo largo del tiempo mediante el uso de radiografías intraorales.

5. CONCLUSIÓN

La Vitamina D desempeñó un papel fundamental en la salud periodontal de hombres y mujeres jóvenes de Arabia Saudita. Por lo tanto, mantener un nivel adecuado de Vitamina D parece ser esencial para una buena salud periodontal.

Referencias

- Abreu O.J., Tatakis D.N., Elias-Boneta A.R., Del Valle L.L., Hernandez R., Pousa M.S., Palacios C. Low vitamin D status strongly associated with periodontitis in Puerto Rican adults. *BMC Oral Health.* 2016; 16(1):89–94. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Al-Daghri N.M. Vitamin D in Saudi Arabia: prevalence, distribution and disease associations. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 2018; 175:102–107. [PubMed] [Google Scholar]

- Alshammari A.K.S., Wahi M.M. A Narrative Review of the Prevalence of Periodontitis in Saudi Arabia: A Proposal for a National Oral Health Research Agenda for Vision 2030. *TODENTJ.* 2019; 13(1):171–176. doi: 10.2174/1874210601913010171. [CrossRef] [Google Scholar]

- Alshouibi E.N., Kaye E.K., Cabral H.J., Leone C.W., Garcia R.I. Vitamin D and periodontal health in older men. *J. Dent. Res.* 2013; 92:689–693. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Alsuwadia A.O., Farag Y.M., Al Sayyari A.A., Mousa D.H., Alhejaili F.F., Al-Harbi A.S., Housawi A.A., Mittal B.V., Singh A.K. Prevalence of vitamin D deficiency in Saudi adults. *Saudi Med J.* 2013; 34:814–818. [PubMed] [Google Scholar]

- Anbarcioglu E., Kirtiloglu T., Öztürk A., Kolbakir F., Acıkgöz G., Colak R. Vitamin D deficiency in patients with aggressive periodontitis. *Oral Dis.* 2019; 25:242–249. [PubMed] [Google Scholar]

- Antonoglou G.N., Suominen A.L., Knuuttila M., Ylöstalo P., Ojala M., Männistö S., Marniemi J., Lundqvist A., Tervonen T. Associations between serum 25-hydroxyvitamin D and periodontal pocketing and gingival bleeding: results of a study in a non-smoking population in Finland. *J. Periodontol.* 2015; 86:755–765. [PubMed] [Google Scholar]

- Bashutski J.D., Eber R.M., Kinney J.S., Benavides E., Maitra S., Braun T.M., Giannobile W.V., McCauley L.K. The impact of vitamin D status on periodontal surgery outcomes. *J. Dent. Res.* 2011; 90:1007–1012. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Bikle D.D. Vitamin D and bone. *Curr. Osteoporos. Rep.* 2012; 10:151–159. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Boggess K.A., Espinola J.A., Moss K., Beck J., Offenbacher S., Camargo C.A., Jr Vitamin D status and periodontal disease among pregnant women. *J. Periodontol.* 2011; 82:195–200. [PubMed] [Google Scholar]

- Bonnet C., Rabbani R., Moffatt M.E.K., Kelekis-Cholakis A., Schroth R.J. The Relation between Periodontal Disease and Vitamin D. *J. Can Dent. Assoc.* 2019; 85:1488–2159. [PubMed] [Google Scholar]

- Dietrich T., Garcia R.I. Associations between periodontal disease and systemic disease: evaluating the strength of the evidence. *J. Periodontol.* 2005; 76:2175–2184. [PubMed] [Google Scholar]

- Dietrich T., Joshipura K.J., Dawson-Hughes B., Bischoff-Ferrari H.A. Association between serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D3 and periodontal disease in the US population. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004; 80:108–113. [PubMed] [Google Scholar]

- Dixon D., Hildebolt C.F., Miley D.D., Garcia M.N., Pilgram T.K., Couture R., Spearie C.A., Civitelli R. Calcium and vitamin D use among adults in periodontal disease maintenance programmes. *Br. Dent. J.* 2009; 206(12):617–627. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Dudenkov D.V., Yawn B.P., Oberhelman S.S., Fischer P.R., Singh R.J., Cha S.S., Maxson J.A., Quigg S.M., Thacher T.D. *Mayo Clinic Proceedings.* Elsevier; 2015. Changing incidence of serum 25-hydroxyvitamin D values above 50 ng/mL: a 10-year population-based study; pp. 577–586. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Eshghi R., Rashidi Maybodi F., Khabazian A., Shahhosseini S. Association between serum levels of vitamin D and chronic periodontitis in premenopausal women in Yazd. *Casp. J. Dent. Res.* 2016; 5:47–51. [Google Scholar]

- Garcia M.N., Hildebolt C.F., Miley D.D., Dixon D.A., Couture R.A., Anderson Spearie C.L., Langenwalter E.M., Shannon W.D., Deych E., Mueller C. One-year effects of vitamin D and calcium supplementation on chronic periodontitis. *J. Periodontol.* 2011; 82:25–32. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Glerup H., Mikkelsen K., Poulsen L., Hass E., Overbeck S., Thomsen J., Charles P., Eriksen E.F. Commonly recommended daily intake of vitamin D is not sufficient if sunlight exposure is limited. *J. Intern. Med.* 2000; 247:260–268. [PubMed] [Google Scholar]

- Gomes-Filho I.S., Sarmento V.A., De Castro M.S., Da Costa N.P., Da Cruz S.S., Trindade S.C., de Freitas C.O.T., de Santana Passos J. Radiographic features of periodontal bone defects: evaluation of digitized images. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2007; 36:256–262. [PubMed] [Google Scholar]

- Guile E.E. Periodontal status of adults in central Saudi Arabia. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1992; 20:159–160. [PubMed] [Google Scholar]

- Hausmann E. Radiographic and digital imaging in periodontal practice. *J. Periodontol.* 2000; 71:497–503. [PubMed] [Google Scholar]

- Heaney R.P. The importance of calcium intake for lifelong skeletal health. *Calcif. Tissue Int.* 2002; 70(2):70–73. [PubMed] [Google Scholar]

- Hildebolt C.F. Effect of vitamin D and calcium on periodontitis. *J. Periodontol.* 2005; 76:1576–1587. [PubMed] [Google Scholar]

- Hiremath V., Rao C., Naiak V., Prasad K.V.V. Anti-inflammatory effect of vitamin D on gingivitis: a dose response randomised controlled trial. *Indian J. Public Health.* 2013; 57:29–32. [PubMed] [Google Scholar]

- Holick M.F. *Mayo Clinic Proceedings.* Elsevier; 2015. Vitamin D is not as toxic as was once thought: a historical and an up-to-date perspective; pp. 561–564. [PubMed] [Google Scholar]

- Holick M.F. Vitamin D deficiency. *N. Engl. J. Med.* 2007; 357:266–281. [PubMed] [Google Scholar]

- Holick M.F. Resurrection of vitamin D deficiency and rickets. *J. Clin. Invest.* 2006; 116:2062–2072. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Jagelavičienė E., Vaitkevičienė I., Šilingaitė D., Šinkūnaitė E., Daugėlaitė G. The relationship between vitamin D and periodontal pathology. *Medicina (B. Aires)* 2018; 54:45–53. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Jimenez M., Giovannucci E., Kaye E.K., Joshipura K.J., Dietrich T. Predicted vitamin D status and incidence of tooth loss and periodontitis. *Public Health Nutr.* 2014; 17:844–852. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Ketharanathan V., Torgersen G.R., Petrovski B.É., Preus H.R. Radiographic alveolar bone level and levels of serum 25-OH-Vitamin D 3 in ethnic Norwegian and Tamil periodontitis patients and their periodontally healthy controls. *BMC Oral Health.* 2019; 19(1):83–90. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Khammissa R.A.G., Ballyram R., Jadwat Y., Fourie J., Lemmer J., Feller L. Vitamin D Deficiency as It Relates to Oral Immunity and Chronic Periodontitis. *Int. J. Dentistry.* 2018; 2018:1–9. doi: 10.1155/2018/7315797. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- Krall E.A., Wehler C., Garcia R.I., Harris S.S., Dawson-Hughes B. Calcium and vitamin D supplements reduce tooth loss in the elderly. *Am. J. Med.* 2001; 111:452–456. [PubMed] [Google Scholar]

- Laky M., Bertl K., Haririan H., Andrukhov O., Seemann R., Volf I., Assinger A., Gruber R., Moritz A., Rausch-Fan X. Serum levels of 25-hydroxyvitamin D are associated with periodontal disease. *Clin. Oral Investig.* 2017; 21:1553–1558. [PubMed] [Google Scholar]

- Langlois, C. de O., SaMpaiO, M.C.C., Silva, A.E.R., Costa, N.P. da, Rockenbach, M.I.B., 2011. Accuracy of linear measurements before and after digitizing periapical and panoramic radiography images. Braz. Dent. J. 22, 404–409. [PubMed]

- Miley D.D., Garcia M.N., Hildebolt C.F., Shannon W.D., Couture R.A., Anderson Spearie C.L., Dixon D.A., Langenwalter E.M., Mueller C., Civitelli R. Cross-sectional study of vitamin D and calcium supplementation effects on chronic periodontitis. *J. Periodontol.* 2009; 80:1433–1439. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- Moore C., Murphy M.M., Keast D.R., Holick M.F. Vitamin D intake in the United States. *J. Am. Diet. Assoc.* 2004; 104:980–983. [PubMed] [Google Scholar]

- Perić M., Cavalier E., Toma S., Lasserre J.F. Serum vitamin D levels and chronic periodontitis in adult, Caucasian population—a systematic review. *J. Periodontal Res.* 2018; 53:645–656. [PubMed] [Google Scholar]

- Persson R.E., Tzannetou S., Feloutzis A.G., Brägger U., Persson G.R., Lang N.P. Comparison between panoramic and intra-oral radiographs for the assessment of alveolar bone levels in a periodontal maintenance population. *J. Clin. Periodontol.* 2003; 30:833–839. [PubMed] [Google Scholar]

- Pinto J., Goergen J., Muniz F., Haas A.N. Vitamin D levels and risk for periodontal disease: A systematic review. *J. Periodontal Res.* 2018; 53:298–305. [PubMed] [Google Scholar]

- Rockenbach M.I.B., Sampaio M.C.C., da Costa L.J., da Costa N.P. Evaluation of mandibular implant sites: correlation between panoramic and linear tomography. *Braz. Dent. J.* 2003; 14:209–213. [PubMed] [Google Scholar]

- Schwalfenberg G.K. A review of the critical role of vitamin D in the functioning of the immune system and the clinical implications of vitamin D deficiency. *Mol. Nutr. Food Res.* 2011; 55:96–108. [PubMed] [Google Scholar]

- Stein S.H., Livada R., Tipton D.A. Re-evaluating the role of vitamin D in the periodontium. *J. Periodontal Res.* 2014; 49:545–553. [PubMed] [Google Scholar]

- Vieth R. Why the minimum desirable serum 25-hydroxyvitamin D level should be 75 nmol/L (30 ng/ml) *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* 2011; 25:681–691. [PubMed] [Google Scholar]

- Zhan Y., Samietz S., Holtfreter B., Hannemann A., Meisel P., Nauck M., Völzke H., Wallaschofski H., Dietrich T., Kocher T. Prospective study of serum 25-hydroxy vitamin D and tooth loss. *J. Dent. Res.* 2014; 93:639–644. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]