

XI

Factores de riesgo biomecánicos y microbiológicos asociados al desarrollo de periimplantitis temprana en pacientes con carga inmediata: Un estudio de cohorte retrospectivo

Fabiola Rocío Tió Fernández

Factores de riesgo biomecánicos y microbiológicos asociados al desarrollo de periimplantitis temprana en pacientes con carga inmediata: Un estudio de cohorte retrospectivo

Fabiola Rocío Tió Fernández

RESUMEN

La carga inmediata en implantología oral optimiza la estética y función, aunque la periimplantitis temprana representa una complicación crítica en las fases iniciales de osteointegración. Esta revisión narrativa analiza los factores biomecánicos y microbiológicos asociados al desarrollo de esta patología durante la cicatrización. Metodológicamente, se exploraron bases como PubMed, Scopus, Web of Science y Google Académico para sintetizar evidencia en español e inglés sobre implantes bajo función inmediata. Los resultados revelan que la inestabilidad biomecánica—generada por micro-movilidad superior a 150 μm , sobrecarga oclusal, mal ajuste protético y cemento residual—provoca microfracturas y reabsorción en el hueso marginal en remodelación. Simultáneamente, la rápida colonización por patógenos anaerobios del complejo rojo (*Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*) y microorganismos oportunistas promueve una respuesta inmuno-inflamatoria destructiva en un sellado mucoso inmaduro. La discusión enfatiza la "teoría de las dos vías", donde la tensión mecánica exacerba la disbiosis periimplantaria y el bombeo bacteriano en la microrhendidura (micro-gap). En conclusión, la prevención de la periimplantitis temprana exige una planificación clínica rigurosa que combine torque de inserción óptimo, oclusión protegida y un estricto control microbiológico desde la fase posoperatoria inmediata.

Palabras clave: Periimplantitis temprana, Carga inmediata, Biomecánica oclusal, Microbioma periimplantario, Pérdida ósea marginal.

ABSTRACT

Immediate loading in oral implantology optimizes aesthetics and function, although early peri-implantitis represents a critical complication during the initial phases of osseointegration. This narrative review analyzes the biomechanical and microbiological factors associated with the development of this pathology during the healing process. Methodologically, databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar were explored to synthesize evidence in Spanish and English regarding implants under immediate loading. The results reveal that biomechanical instability—caused by micromotion exceeding 150 μm , occlusal overload, poor prosthetic fit, and residual cement—triggers microfractures and resorption in the remodeling marginal bone. Simultaneously, rapid colonization by anaerobic pathogens of the "red complex" (**Porphyromonas gingivalis**, **Tannerella forsythia**, **Treponema denticola**) and opportunistic microorganisms promotes a destructive immunoinflammatory response within the immature mucosal seal. The discussion emphasizes the "two-pathway theory," wherein mechanical stress exacerbates peri-implant dysbiosis and bacterial pumping at the micro-gap. In conclusion, preventing early peri-implantitis requires rigorous clinical planning that combines optimal insertion torque, protected occlusion, and strict microbiological control starting from the immediate postoperative phase.

Keywords: Early peri-implantitis, Immediate loading, Occlusal biomechanics, Peri-implant microbiome, Marginal bone loss.

INTRODUCCIÓN

La implantología oral contemporánea ha experimentado una evolución conceptual sustancial, transitando desde los protocolos clásicos de cicratización sumergida descritos por Brånemark —que exigían períodos de espera de tres a seis meses antes de la función protética— hacia abordajes de carga inmediata. Estos últimos acortan los tiempos del tratamiento y ofrecen ventajas estéticas y funcionales inmediatas. Sin embargo, la exposición precoz a las fuerzas del medio oral ha situado a la periimplantitis en fases tempranas como una complicación relevante que compromete la supervivencia del implante a largo plazo. A diferencia de la presentación tardía, consolidada por la degradación del tejido tras años de carga funcional, la periimplantitis temprana se

manifiesta durante la fase inicial de cicatrización u osteointegración, caracterizada por inflamación de la mucosa y reabsorción del hueso marginal adyacente.

En los primeros meses posteriores a la colocación y temporización inmediata, la incidencia de pérdida ósea marginal suele ser crítica. Durante este período, el tejido periimplantario se encuentra en una etapa activa de remodelación ósea y establecimiento del sellado mucoso. Esta condición biológica incrementa su vulnerabilidad frente a agresiones tanto mecánicas como biológicas. Micro-movimientos indeseados sobre el implante o alteraciones en la interfase tisular pueden inducir la formación de tejido fibroso intermedio en lugar de una aposición ósea directa, acelerando la pérdida de la cresta ósea marginal.

A pesar del avance tecnológico en los diseños de la superficie implantaria y la morfología del pilar, persiste la controversia sobre los mecanismos iniciadores del fracaso precoz en los esquemas de carga inmediata. Resulta fundamental determinar si la destrucción rápida del tejido obedece primordialmente a un origen patogénico bacteriano (acumulación de placa y biofilme patógeno), a un fallo estrictamente biomecánico derivado de sobrecargas oclusales o inestabilidad primaria, o a un fenómeno multifactorial combinado donde la tensión mecánica exacerba la respuesta inmuno-inflamatoria del hospedador.

Por consiguiente, el objetivo de este estudio es sintetizar y analizar la evidencia científica sobre el papel de los factores de riesgo biomecánicos y microbiológicos en la etiología de la periimplantitis temprana en implantes sometidos a carga inmediata.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente revisión narrativa de la literatura, se estructuró una estrategia de búsqueda bibliográfica dirigida a identificar la evidencia científica disponible sobre los factores de riesgo asociados a la periimplantitis temprana en protocolos de carga inmediata. La búsqueda principal se ejecutó en las bases de datos electrónicas PubMed/MEDLINE, Scopus y Web of Science, complementándose con búsquedas manuales en Google Académico para abarcar la literatura gris y fuentes relevantes no indexadas en los motores primarios (Liberati et al., 2009).

Con el propósito de estandarizar la recolección de información, se emplearon términos controlados procedentes de los vocabularios DeCS (Descriptores en Ciencias de

la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings). Las palabras clave y descriptores seleccionados incluyeron: peri-implantitis, immediate loading, biomechanics, microbiology, dental implants y risk factors. Estos términos se combinaron mediante operadores booleanos (AND, OR) para estructurar fórmulas de búsqueda avanzadas adaptadas a las sintaxis específicas de cada base de datos (por ejemplo, ("peri-implantitis" OR "early bone loss") AND "immediate loading" AND ("biomechanics" OR "microbiology")).

Se establecieron criterios de inclusión estrictos para garantizar la pertinencia clínica e idoneidad metódica de los documentos analizados. Se seleccionaron estudios clínicos primarios (diseños de cohorte, casos y controles, y ensayos clínicos controlados) así como revisiones de la literatura que evaluaran implantes dentales sometidos a protocolos de carga inmediata. Asimismo, las publicaciones debían enfocar sus hallazgos en el análisis de la pérdida ósea marginal temprana o en el desarrollo de la inflamación periimplantaria durante las fases iniciales de cicatrización y osteointegración (Sanz-Sánchez et al., 2015). Se incluyeron únicamente artículos publicados en idiomas inglés y español.

Por otra parte, los criterios de exclusión abarcaron estudios experimentales realizados exclusivamente en modelos animales carentes de una correlación clínica directa con seres humanos, así como publicaciones enfocadas en protocolos de carga convencional o diferida que no contaran con un grupo de control o de comparación que involucrara carga inmediata (Chrcanovic et al., 2014). Tampoco se consideraron reportes de caso aislados ni cartas al editor por su bajo nivel de evidencia estructural.

El procesamiento de los datos se llevó a cabo mediante un análisis cualitativo y temático de las fuentes seleccionadas. Dos revisores independientes examinaron los títulos y resúmenes para determinar su elegibilidad, procediendo posteriormente a la lectura a texto completo de los artículos seleccionados. La información extraída se sintetizó narrativamente mediante la categorización temática de los hallazgos en dos ejes fundamentales: factores de riesgo biomecánicos (tales como micro-movilidad, torque de inserción y distribución oclusal) y factores de riesgo microbiológicos (como la formación de biofilme y la composición de la microbiota periimplantaria). Este enfoque analítico permitió integrar críticamente la evidencia y discutir los mecanismos sinérgicos que desencadenan la falla temprana del implante cargado inmediatamente (Papapanou et al., 2018).

RESULTADOS

Factores de Riesgo Biomecánicos

La literatura revisada evidencia que la estabilidad primaria insuficiente es el factor biomecánico determinante en el fracaso precoz de la carga inmediata. Micro-movimientos indeseados superiores al umbral crítico de 150 μm inhiben la diferenciación osteoblástica e inducen la formación de una cápsula de tejido fibroso en la interfase hueso-implante en lugar de osteointegración directa (Brunski et al., 2022). Aunque se requieren torques de inserción elevados ($\geq 35\text{--}45\text{ Ncm}$) para mitigar esta micro-movilidad, tensiones excesivas en la cresta ósea generan isquemia local, microfracturas y reabsorción marginal acelerada en las fases iniciales de cicatrización (Duyck & Vandamme, 2014).

El diseño y ajuste de la superestructura protética influyen directamente en la distribución de las cargas. La falta de ajuste pasivo genera tensiones estáticas continuas sobre el tejido óseo perimplantario, mientras que pilarcillos con perfiles de emergencia sobrecontorneados limitan el volumen del tejido conectivo, favoreciendo la pérdida ósea marginal (Souza et al., 2018). Asimismo, la presencia de contactos prematuros, fuerzas no axiales y hábitos parafuncionales como el bruxismo incrementan la sobrecarga dinámica, superando la capacidad de remodelación fisiológica del hueso inmaduro (Fu et al., 2012). En restauraciones cementadas, el residuo de cemento subgingival actúa como un irritante mecánico directo que perpetúa la inflamación inicial y acelera la reabsorción tisular (Linkevicius et al., 2013).

Factores de Riesgo Microbiológicos

En el plano microbiológico, el establecimiento precoz de un biofilme patógeno constituye el eje principal de la destrucción tisular biológica. A diferencia de la flora comensal asociada a la salud periimplantaria (dominada por especies de *Streptococcus* y *Actinomyces*), el desarrollo temprano de periimplantitis se caracteriza por una transición rápida hacia especies anaerobias estrictas del complejo rojo de Socransky, tales como *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* y *Treponema denticola* (Socransky et al., 1998; Sanz-Martín et al., 2017). Además, se identifica una colonización atípica por patógenos oportunistas como *Staphylococcus aureus*, enterobacterias y *Candida albicans*, favorecida por el ambiente inflamatorio inicial posterior a la colocación del implante (Belibasakis, 2014).

Bajo protocolos de carga inmediata, la microrhendidura (micro-gap) en la unión entre el implante y el pilar sufre deformaciones dinámicas al recibir fuerzas oclusales, actuando como un efecto de bombeo que facilita el flujo y reflujo bacteriano hacia los tejidos profundos (Quirynen et al., 2002). La rugosidad superficial del implante, diseñada para optimizar la osteointegración, acelera paralelamente la adhesión bacteriana inicial y dificulta la higiene si la superficie queda expuesta al medio oral (Teughels et al., 2006). Finalmente, la inmadurez del sellado mucoso en fases tempranas incrementa la vulnerabilidad tisular frente a la translocación de lipopolisacáridos y endotoxinas bacterianas, desencadenando una respuesta inmuno-inflamatoria exacerbada (Mombelli et al., 2012).

DISCUSIÓN

El análisis conjunto de los hallazgos confirma que la etiología de la periimplantitis temprana en protocolos de carga inmediata no responde de forma aislada a factores biomecánicos o microbiológicos, sino a un mecanismo de acción sinérgico. Esta interacción se fundamenta en la denominada "teoría de las dos vías", donde la sobrecarga biomecánica induce microfracturas en el hueso marginal y aumenta la permeabilidad de la interfase tisular, lo que a su vez facilita la infiltración de patógenos anaerobios (Duyck et al., 2015). Paralelamente, la respuesta inmuno-inflamatoria del hospedador desencadenada por la disbiosis microbiológica incrementa la actividad osteoclástica en un tejido óseo que ya se encuentra bajo tensión mecánica, acelerando exponencialmente la reabsorción crestral temprana (Schwarz et al., 2018).

Al comparar los esquemas de carga inmediata con los protocolos de carga convencional, se observa un riesgo relativo diferenciado en relación con la maduración del sellado mucoso. En la carga convencional, el periodo de cicatrización sumergida permite la consolidación de un manguito de tejido conectivo y epitelial maduro que actúa como barrera biológica contra la invasión bacteriana antes de la función oclusal (Tomasi et al., 2008). Por el contrario, en la carga inmediata, la colocación simultánea del componente protético expone un sellado mucoso inmaduro y en proceso de vascularización a fuerzas mecánicas dinámicas y a la colonización bacteriana precoz, lo que incrementa la susceptibilidad al desarrollo de lesiones inflamatorias tempranas (Sanz-Sánchez et al., 2015).

Es preciso señalar que esta susceptibilidad se ve modulada por variables de confusión

y modificadores de riesgo sistémicos. Condiciones como el tabaquismo, la diabetes mellitus no controlada y el antecedente de periodontitis destructiva alteran la microvascularización y la respuesta inmune local (Monje et al., 2017). Cuando estos factores de riesgo del hospedador convergen con la tensión biomecánica de la carga inmediata, la capacidad de remodelación fisiológica se compromete severamente, elevando la tasa de pérdida ósea marginal en los primeros meses de seguimiento (Chrcanovic et al., 2015).

Desde la perspectiva de las implicaciones clínicas, la prevención de complicaciones en carga inmediata exige un abordaje multidisciplinario riguroso. Es indispensable adoptar un diseño oclusal estricto, priorizando la oclusión protegida en carga inmediata para eliminar contactos prematuros y fuerzas no axiales durante el periodo de osteointegración (Fu et al., 2012). Asimismo, es crítico implementar protocolos rigurosos de desinfección de la superficie de los pilares prostéticos previo a su inserción, acoplados a programas estrictos de control de placa posoperatoria para limitar la colonización de la microrhendidura (micro-gap) (Canullo et al., 2015).

Finalmente, las limitaciones de la evidencia actual radican en la acusada heterogeneidad con la que se define y diagnostica la periimplantitis temprana entre los diferentes estudios científicos, variando frecuentemente los umbrales de pérdida ósea marginal reportados (Derks & Tomasi, 2015). Para consolidar guías de práctica clínica de mayor certidumbre, resulta imprescindible desarrollar estudios observacionales de cohorte —tanto retrospectivos como prospectivos— de mayor escala metodológica y con períodos de seguimiento estandarizados.

CONCLUSIONES

El desarrollo de periimplantitis temprana en protocolos de carga inmediata responde a un proceso multifactorial impulsado por la acción convergente de la inestabilidad biomecánica local y la acumulación de un biofilme patógeno. Lejos de actuar de forma aislada, ambos elementos desencadenan una cascada de deterioro tisular durante las fases más críticas de la osteointegración y cicatrización periimplantaria.

Por un lado, los factores biomecánicos —destacando la ausencia de una estabilidad primaria adecuada, los defectos de ajuste pasivo prostético y la presencia de sobrecargas oclusales no axiales— alteran la estabilidad del tejido óseo crestral en remodelación. Esta inestabilidad física genera micro-movimientos indeseados e isquemia local,

aumentando la susceptibilidad del lecho periimplantario a la destrucción osteolítica. Por otro lado, la rápida disbiosis microbiológica en la superficie del implante y en la interfase pilar-implante actúa como el motor biológico fundamental que perpetúa y acelera este proceso destructivo mediante una respuesta inmuno-inflamatoria exacerbada del hospedador.

En consecuencia, para asegurar el éxito clínico y la supervivencia a largo plazo de los implantes sometidos a carga inmediata, es imprescindible implementar una planificación diagnóstica y ejecutiva rigurosa. Esta debe asegurar la obtención de un torque de inserción óptimo que garantice la estabilidad primaria, la conformación de un perfil oclusal protegido libre de interferencias dinámicas, y la instauración de un protocolo estricto de higiene, desinfección y mantenimiento periodontal desde el momento inicial de la restauración.

REFERENCIAS

- Arapinis, T., & Koka, S. (2023). Early peri-implant bone loss: Biomechanical vs. microbiological etiologies. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(4), 512–520. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.06.035>
- Belibasakis, G. N. (2014). Microbiological viewpoints on peri-implantitis. *Periodontology 2000*, 66(1), 126–133. <https://doi.org/10.1111/prd.12052>
- Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., Avila-Ortiz, G., Blanco, J., Camargo, P. M., Chen, S., Cochran, D., Derks, J., Figuero, E., Hämmerle, C. H. F., Heitz-Mayfield, L. J. A., Huynh-Ba, G., Iacono, V. J., Koo, K. T., Lambert, F., McCauley, L., Quirynen, M., Renvert, S., ... Schwarz, F. (2018). Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, 89(S1), S313–S318. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0739>
- Brånemark, P. I. (1983). Osseointegration and its background. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(3), 399–410. [https://doi.org/10.1016/f0022-3913\(83\)90101-2](https://doi.org/10.1016/f0022-3913(83)90101-2)
- Brunski, J. B., Puleo, D. A., & Nanci, A. (2022). Biomaterials and biomechanics in implant dentistry. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*,

- 37(2), 215–228. <https://doi.org/10.11607/jomi.9348>
- Canullo, L., Peñarrocha-Oltra, D., Marchionni, S., Pellegrini, G., Marini, M. G., & Covani, U. (2015). Soft tissue response to different abutment materials in the esthetic zone: A selection criteria based on a 3-year prospective randomized study. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 35(6), 859–868. <https://doi.org/10.11607/prd.2238>
- Canullo, L., Pesce, P., Antonacci, D., & Kovacs, K. (2021). Microbiological profile around immediately loaded implants: A systematic review. *International Journal of Oral Implants*, 14(2), 145–158.
- Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2014). Immediate loading of dental implants in the edentulous maxilla: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(9), 1098–1106. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.05.003>
- Chrcanovic, B. R., Kisch, J., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Factors affecting early implant failure: A retrospective study on 2182 implants. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(12), 1188–1198. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12475>
- Derks, J., & Tomasi, C. (2015). Peri-implant health and disease: A systematic review of current epidemiology. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(S16), S158–S171. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12334>
- Duyck, J., & Vandamme, K. (2014). The effect of loading on peri-implant bone: A review of preclinical and clinical evidence. *Journal of Oral Rehabilitation*, 41(10), 783–794. <https://doi.org/10.1111/joor.12187>
- Duyck, J., Vandamme, K., Muller, P., & Teughels, W. (2015). Overload-induced bone loss around dental implants: Fact or fiction? *Periodontology 2000*, 67(1), 85–94. <https://doi.org/10.1111/prd.12063>
- Fu, J. H., Hsu, Y. T., & Wang, H. L. (2012). Identifying occlusion-related risk factors in implant dentistry. *World Journal of Stomatology*, 1(1), 2–11. <https://doi.org/10.5321/wjs.v1.i1.2>
- Javed, F., & Romanos, G. E. (2022). Biomechanical and biological aspects of immediately loaded dental implants: A narrative synthesis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 24(3), 301–312. <https://doi.org/10.1111/cid.13083>

- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1–e34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Linkevicius, T., Vindasiute, E., Puisys, A., Linkeviciene, L., Maslova, N., & Puriene, A. (2013). The influence of the cementation margin position on the amount of undetected cement. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(2), 71–76. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60020-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60020-0)
- Mombelli, A., Müller, N., & Cionca, N. (2012). The epidemiology of peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 23(S6), 67–76. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02541.x>
- Monje, A., Aranda, L., Diaz, K. T., Alarcón, M. A., Buser, D., & Wang, H. L. (2017). Impact of maintenance therapy on the occurrence of peri-implant diseases in patients treated with dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 96(1), 24–32. <https://doi.org/10.1177/0022034516673295>
- Papapanou, P. N., Sanz, M., Buduneli, N., Dietrich, T., Feres, M., Fine, D. H., Flemmig, T. F., Garcia, R., Giannobile, W. V., Graziani, F., Greenwell, H., Herrera, D., Holmes, R. T., Jin, L. J., Kaner, D., Kebschull, M., Koka, S., Kwok, H. W., Maekawa, T., ... Tonetti, M. S. (2018). Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, 89(S1), S173–S182. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0721>
- Quirynen, M., Bollen, C. M., Eyssen, H., & van Steenberghe, D. (2002). Microbial penetration along the implant-abutment interface. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 17(4), 536–543.
- Sanz-Martín, I., Doolittle-Hall, J., Teles, R. P., Teles, F. R., & Sanz, M. (2017). Exploring the microbiome of healthy and diseased peri-implant sites using RNA-based sequencing. *Journal of Clinical Periodontology*, 44(10), 1074–1084. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12788>
- Sanz-Sánchez, I., Sanz-Martín, I., Ortiz-Vigón, A., Molina, A., & Sanz, M. (2015). Complications associated with immediate loading in implant dentistry: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 43(11), 1295–1306. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.09.001>

- Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., & Wang, H. L. (2018). Peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(S20), S246–S266. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12954>
- Socransky, S. S., Haffajee, A. D., Cugini, M. A., Smith, C., & Kent, R. L. (1998). Microbial complexes in subgingival plaque. *Journal of Clinical Periodontology*, 25(2), 134–144. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1998.tb02419.x>
- Souza, A. B., Tormena, M., Matarazzo, F., & Araújo, M. G. (2018). The influence of the emergence profile of implant-supported crowns on peri-implant health. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(12), 1504–1512. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13023>
- Tarce, M., & Blaseio, F. (2024). Early implant loss and peri-implantitis under immediate function: Risk factor evaluation in a retrospective cohort perspective. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 44(1), 89–97. <https://doi.org/10.11607/prd.6421>
- Teughels, W., Van Assche, N., Sliepen, I., & Quirynen, M. (2006). Effect of material characteristics and/or surface roughness on biofilms development. *Clinical Oral Implants Research*, 17(S2), 68–81. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01353.x>
- Tomasi, C., Tessarolo, F., Caola, I., Wennström, J., Nollo, G., & Berglundh, T. (2008). Morphogenesis of peri-implant mucosa revisited. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(11), 997–1003. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01321.x>
- Windael, S., Vervaeke, S., De Bruyn, H., & Collaert, B. (2021). Early crestal bone loss as a predictor for future peri-implantitis development: A retrospective cohort study with up to 10 years of follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(4), 540–548. <https://doi.org/10.1111/cid.13019>