

¿FERULAR IMPLANTES? UN ENFOQUE BASADO EN LA BIOMECÁNICA Y LA OCLUSIÓN: UNA REVISIÓN DE TEMA

Mariana Aguirre Gómez.¹ Santiago Rodríguez Garzón.² Sebastián Muñoz Zapata.³
Mauricio Naranjo Pizano.⁴

Resumen

Hay controversia sobre si las restauraciones de prótesis parcial fija (PPF) feruladas sobre implantes funcionan como una alternativa para reducir el esfuerzo biomecánico sobre el complejo implante-corona en comparación con las prótesis individuales. Esta revisión de tema busca comparar la distribución de esfuerzos, pérdida ósea y esquema oclusal en restauraciones sobre implantes feruladas e individuales con el fin de contribuir a la toma de decisiones sobre que tipo de diseño de restauración contribuye a un mejor desempeño clínico.

Palabras clave: Implante, ferular, pérdida ósea, oclusión, biomecánica

Abstract

There is controversy as to whether implant-supported splinted fixed partial denture (FPD) restorations function as an alternative to reduce biomechanical stress on the implant-crown complex compared to individual prostheses. This topic review seeks to compare stress distribution, bone loss, and occlusal pattern in splinted and single

¹ Residente Rehabilitación Oral. Facultad de Odontología, Universidad CES. Dirección electrónica: aguirre.mariana@uces.edu.co <https://orcid.org/0000-0002-5165-4923>

² Residente Rehabilitación Oral. Facultad de Odontología, Universidad CES. Dirección electrónica: rodriguezg.santiago@uces.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-7126-8539>

³ Odontólogo, especialista en Prótesis periodontal. Universidad CES. Dirección electrónica: smunoz@ces.edu.co <https://orcid.org/0000-0002-2420-5225>

⁴ Odontólogo, especialista en Prótesis Periodontal. Universidad CES. Dirección electrónica: mnanarajo@ces.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-7180-184X>

implant restorations in order to help make decisions about which type of restoration design contributes to better clinical performance.

Key words: Implant, splint, bone loss, occlusion, biomechanics

Introducción

Cuando se realizan restauraciones de PPF feruladas sobre dientes naturales, estas ofrecen una mayor protección contra la carga oclusal debido a que se observa una reducción de tensiones y deflexión en las estructuras de soporte, con base en esta premisa autores plantean la hipótesis de ferulizar restauraciones de PPF sobre implantes con ventajas similares a las encontradas sobre las estructuras de soporte dental.

La evidencia científica disponible plantea discusión entre ferular o no ferular las PPF sobre implantes con el fin de:

- Minimizar fuerzas oclusales perjudiciales sobre los componentes protésicos y estructuras de soporte
- Disminuir la pérdida ósea marginal anticipada
- Disminuir la prevalencia de complicaciones protésicas
- Mejorar el resultado estético (1)(2)

Tema en revisión

Distribución de fuerzas oclusales dientes Vs. implantes:

Los dientes presentan un amortiguador de fuerzas que corresponde al ligamento periodontal, presentando un desplazamiento vertical de 25 a 100 μ m y un

desplazamiento bucolingual de 56 a 108 u.m.; por el contrario, el desplazamiento de los implantes oscila entre 3 a 5 u.m. verticalmente y 10 a 50 u.m. horizontalmente en condiciones fisiológicas. En parafunción, esta movilidad incrementa conllevando a una pérdida ósea, este patrón de movimiento en el diente comienza con una fase primaria de adaptación periodontal principalmente no lineal, seguido por una fase de movimiento secundario que se produce por el acoplamiento del hueso alveolar; por el contrario en los implantes el movimiento bajo carga depende netamente de la deformación lineal y elástica del hueso, y cuando hay sobrecarga la movilidad aumenta, conllevando a pérdida ósea en el área cervical del implante, incluso si el trauma es continuo y grave se puede perder por completo la oseointegración. (3)

Como condición de base, los implantes están hechos de una aleación predominantemente de Titanio que presenta un módulo elástico 5 a 10 veces mayor al módulo elástico del hueso, creando una condición de esfuerzo y sobrecarga sobre las estructuras óseas. Otra condición corresponde a la presencia de fibras paralelas a la superficie del implante y la ausencia de una unión fibrosa entre el implante y el hueso, haciendo que sean susceptibles a que fuerzas laterales generen esfuerzos perjudiciales sobre el implante y sobre los componentes protésicos. (4)

Por otro lado, durante el diagnóstico clínico, los dientes presentan signos de mayor evidencia (atrición, erosión, abfracción, caries, fractura, dolor, movilidad) lo cual permite al profesional tomar medidas preventivas o terapéuticas tempranas para el tratamiento de dichas afecciones; por el contrario, en restauraciones sobre implantes los signos clínicos iniciales pueden pasar por alto (mucositis periimplantaria, pérdida

ósea cresta) llegando a estadios clínicos avanzados (periimplantitis, aflojamiento del tornillo, chipping de la cerámica, fracturas de componentes protésicos) donde el clínico debe tomar medidas terapéuticas de mayor complejidad con un pronóstico cuestionable. (5)

Propiocepción y Oseopercepción:

La propiocepción del ligamento periodontal es la encargada de coordinar la magnitud y las fuerzas de los movimientos masticatorios.

Debido a la ausencia del ligamento periodontal en los implantes, se especula que no hay presencia de propiocepción, sin embargo, estudios demuestran oseopercepción por medio de mecanorreceptores en la interfase hueso-implante comprobando la hipótesis de presencia activa de un feedback sensorial de los implantes cargados prótesisicamente. Ésta es aproximadamente solo de un 10% de la propiocepción que habría en un diente y debido a esto se presenta una tasa más elevada de complicaciones en las coronas sobre implantes en comparación con restauraciones sobre dientes naturales. (6)(7)(3)

Biomecánica en implantes:

La biomecánica se define como la ciencia que estudia las fuerzas y las aceleraciones que actúan sobre los organismos vivos.

En restauraciones sobre implantes se aplica el concepto de biomecánica reactiva, donde cada factor negativo desencadena un efecto acumulativo perjudicial que se suma a los demás factores de manera colectiva, estos factores principalmente son:

Fuerza muscular, inclinación cuspídea de la restauración, ubicación y calidad del hueso residual, posición del implante y diseño del pilar.

Para eliminar los efectos perjudiciales de la biomecánica reactiva, surge la biomecánica terapéutica que corresponde a los procedimientos realizados para cambiar de manera reparadora cada factor biomecánico, convirtiéndolo en fisiológico y disminuyendo así el torque (movimiento de un sistema de fuerzas que produce torsión o rotación) para el implante.

Hay 4 variantes clínicas principales con relación al torque:

1)Inclinación cúspidea: Es la variante de mayor peso para disminuir la carga del implante. Por cada 10° de aumento en la inclinación cuspídea, se genera un promedio del 30% en el torque.

2)Desplazamiento horizontal: Teniendo como referencia la distancia desde la plataforma del implante hacia el centro de la tabla oclusal de la restauración, por cada 1 milímetro que se separen estos 2 parámetros, el torque del implante aumenta alrededor del 15%.

3)Inclinación del implante: Por cada 10° en la inclinación del implante con respecto al eje axial se produce un aumento del torque del 5%.

4)Desplazamiento vertical del implante: Por cada milímetro que aumente la distancia entre el implante y el margen de la restauración se genera un aumento en un 5% del torque. (8)

Cantilévers en implantes

Los cantilevers funcionan como una palanca tipo I: La extensión del cantiliver corresponde al brazo de palanca, el fulcro se corresponde con la última parte del

cantiliver cerca al pilar y la distancia entre el último pilar y el pilar más alejado de la extensión del cantiléver forma el brazo de resistencia (distancia AP).

La ventaja mecánica es definida como una magnitud que muestra la amplificación de una fuerza aplicada para contrarrestar una carga de resistencia; en restauraciones sobre implantes se calcula dividiendo el brazo de palanca sobre el brazo de resistencia; entre mayor sea la diferencia, más efectiva y nociva será la palanca clase I, por lo tanto, siempre se debe tratar de reducir o eliminar el cantiléver ya que este aumenta el estrés en todo el componente del implante. Figura 1. (9)

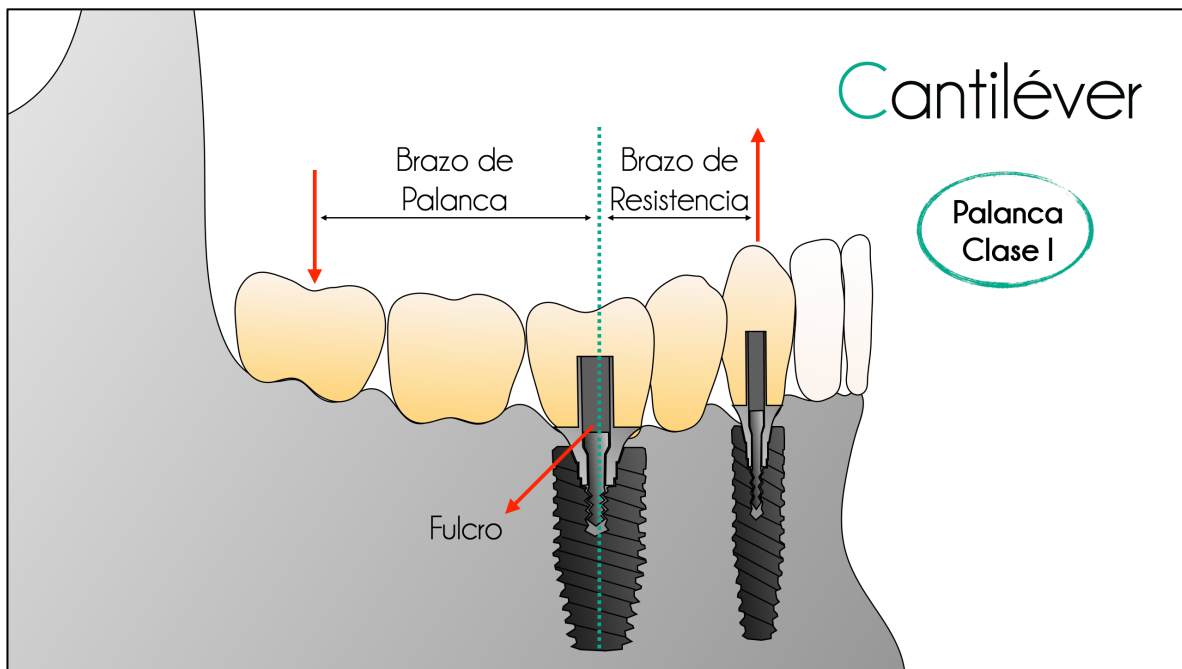


Figura 1: Imagen adaptada del libro de *Implantología Contemporánea* (Carl E. Misch): Imagen que representa una prótesis parcial fija sobre implantes con presencia de un cantiléver distal de 2 ponticos.

En resumen, respecto a los cantiléver se pueden afirmar: Presencia de una palanca clase I, fuerza de flexión sobre la porción distal del cantiléver, vibración vertical en la porción distal y acumulación de zonas de tensión/compresión.

Los cantilévers también se manifiestan en una restauración unitaria cuando hay presencia de contactos oclusales fuertes limitadas a una sola área, contactos marcados en crestas marginales, tablas oclusales muy amplias con diámetros de implantes reducidos. (9)

Absorción de la energía cinética en implantes:

Para que la biomecánica en implantes funcione adecuadamente debe haber una sincronización de 3 propiedades:

1)Intensidad: Se han calculado fuerzas masticatorias que oscilan entre 161 y 299 N en sector anterior (10)(11)(12) y en sector posterior de 446 y 1.220 N (13); la magnitud de estas fuerzas aumenta en fase activa de bruxismo, en práctica de deportes extremos o cuando el paciente sufre un traumatismo.

Posterior a una rehabilitación sobre implantes siempre se genera un incremento significativo de la fuerza máxima masticatoria, la cual se incrementa aún más en los próximos 5 años después de la rehabilitación protésica. (14)(15)

2)Frecuencia: El contacto diario de los dientes durante la función fisiológica en un día es de minutos, pero en presencia de parafunción, este contacto se prolonga, incrementando el tiempo de exposición y el riesgo de una posible falla protésica.

3)Dirección: Las fuerzas no axiales son más propensas a causar daño en comparación con las fuerzas axiales. En una restauración protésica con presencia de contactos oclusales A, B y C las fuerzas se dirigen axialmente en el eje de la restauración, sin embargo, cuando solo hay presencia de un contacto se generarán fuerzas resultantes de carácter no axial. (16)(17)

Esquemas de oclusión: Se han considerado diferentes esquemas de oclusión para restauraciones sobre implantes:

- Oclusión mutuamente protegida: Cada diente del sector anterior y posterior cumple con una función específica, favoreciendo la protección sincronizada entre éstos, además, éste es el esquema oclusal con el cual se ha evidenciado menor actividad electromiográfica.

Según Gartnes y cols, el esquema de oclusión mutuamente protegida se puede transpolar a restauraciones sobre implantes ya que los patrones estáticos y dinámicos mandibulares presentan similitudes, dicho esquema oclusal se denominada: “oclusión implanto-protegida”. (5)

- Oclusión implanto protegida: Este esquema de oclusión fue desarrollado originalmente por Misch, y corresponde a un esquema para rehabilitación sobre implantes promoviendo la longevidad tanto del implante como de la prótesis. Para lograr este esquema se deben seguir los principios básicos de oclusión sobre implantes: Presencia de guía anterior, estabilidad bilateral en oclusión céntrica, contactos oclusales uniformes, ausencia de discrepancias entre relación céntrica y máxima intercuspidación, movimientos excursivos suaves sin interferencias en lado de trabajo y no trabajo. (5)

Con respecto a las desoclusiones generadas sobre restauraciones implantosoportadas es fundamental considerar si éstas serán dadas por un implante

o varios implantes, si serán diseñadas de manera ferulada o individual y si presentan participación en función canina o en grupo. (3)

Sobrecarga oclusal, bruxismo, actividad parafuncional:

-Existen varios factores que pueden contribuir a la falla de los implantes posterior a la oseointegración: Resistencia del huésped, acúmulo de placa dentobacteriana y sobrecarga oclusal.

Una mala calidad ósea en conjunto con un traumatismo mecánico por sobrecarga oclusal, supera la resistencia del hueso receptor; Piattelli y Colaboradores examinaron implantes perdidos por sobrecarga oclusal, en estos no se observaron signos de infección periimplantaria. En evaluaciones histológicas se observó presencia de tejido conjuntivo entre implantes y el hueso circundante, lo que se corresponde con pérdida de contacto hueso-implante. Estos hallazgos histológicos concuerdan con la hipótesis de que las fuerzas excesivas laterales de los contactos prematuros pueden causar pérdida ósea marginal excesiva de manera progresiva.(18)

Restauraciones individuales Vs. feruladas:

En una revisión sistemática realizada por Mohammad D. Al Amri y Cols, se evaluaron 6 estudios con el fin de comparar la pérdida ósea a nivel crestal en implantes restaurados con restauraciones feruladas/ no-feruladas y con seguimiento entre 3 y 10 años. La media de pérdida de hueso crestal para implantes con restauraciones no feruladas fue de $0,30 \pm 0,65$ y $1,3 \pm 0,2$ mm, y la media de pérdida media de hueso crestal para implantes con restauraciones feruladas fue de

0,50 $\pm$ 0,8 y 1,22 $\pm$ 0,95 mm sin diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se demostró que las restauraciones feruladas funcionan mejor que las restauraciones individuales en cuanto a la distribución de carga disminuyendo el esfuerzo sobre los componentes protésicos. (19)

En una revisión sistemática y meta-análisis, realizada por de Souza y Cols en el cual se evaluaron 19 estudios donde se evaluó la pérdida ósea marginal, la tasa de supervivencia de implantes y complicaciones protésicas en restauraciones feruladas/ no-feruladas sobre implantes con un seguimiento de 87,8 meses, se encontró que para la pérdida ósea marginal no hubo diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas/ no-feruladas ($p=0,32$); cuando se evaluó la pérdida ósea marginal en implantes de conexión externa no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas/ no-feruladas ($p=0,90$); para la pérdida ósea marginal en implantes de conexión interna no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas/ no-feruladas ($p=0,27$); para la pérdida ósea marginal en implantes del sector posterior no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas y no feruladas ($P= 0.76$). Con respecto a la supervivencia de los implantes se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor de restauraciones feruladas en comparación con no feruladas ($P <.001$); cuando se evaluó la tasa de supervivencia en implantes con conexión externa se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor de restauraciones feruladas en comparación con no feruladas ($P<.001$); cuando se evaluó la tasa de supervivencia en implantes de conexión interna no se encontraron

diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas/ no-feruladas ($p = 0,11$); cuando se evaluó la tasa de supervivencia en implantes del sector posterior se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor de restauraciones feruladas en comparación con no feruladas ($P = 0,009$). Con respecto a las complicaciones protésicas, dentro de las complicaciones analizadas se incluyó: chipping de la cerámica, aflojamiento del tornillo de fijación, fractura del tornillo de fijación y la inflamación de los tejidos blandos; no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas y no feruladas ($p=0,37$), sin embargo, el chipping de la cerámica se presentó más en restauraciones feruladas y el aflojamiento del tornillo en restauraciones no feruladas.

Por lo tanto, según el análisis cuantitativo, con respecto a la pérdida de hueso marginal y las complicaciones protésicas en implantes ferulados y no ferulados no hubo diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, si hubo diferencias estadísticamente significativas con respecto a la tasa de supervivencia del implante a favor de ferular las restauraciones, ya que según los estudios evaluados: 75 implantes fracasaron (equivalente a un 3,4 %), de los cuales 24 estaban ferulados (99,1% de supervivencia), y 51 no estaban ferulados (96,5 % de supervivencia).(20)

Vigolo P y cols, realizaron un estudio controlado aleatorizado donde se compararon los cambios alrededor del hueso marginal, en implantes adyacentes ferulados y no ferulados colocados en el maxilar posterior y cargados protésicamente con seguimiento a 10 años. Entre los 5 y 10 años el grupo de implantes ferulados tuvo

una pérdida ósea media de 0,5 mm, y el grupo de implantes no ferulados tuvo una pérdida ósea media de 0,5 mm, por lo tanto, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. (21)

Ravida y cols compararon las complicaciones biológicas y técnicas más comunes en restauraciones sobre implantes ferulados/ no-ferulados, resaltando que ambos diseños son opciones válidas para restaurar implantes adyacentes, cada opción con sus respectivas complicaciones biológicas y técnicas.

Las complicaciones biológicas corresponden a: *pérdida ósea*, donde no hubo diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas y no feruladas; *acceso a la higiene*, donde la restauración ferulada debe estar bien diseñada para un adecuado acceso a la higiene, así como la capacidad y la motricidad por parte del paciente para realizar la higiene.

Las complicaciones técnicas corresponden a la *pasividad*, donde las restauraciones unitarias presentaron un ajuste más pasivo, por lo tanto el ajuste pasivo es inversamente proporcional al número de implantes presentes; respecto al *chipping de la cerámica* no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre restauraciones feruladas y no feruladas; el *aflojamiento del tornillo de fijación* y la *descementación de la corona* se presenta mas en restauraciones no feruladas con diferencias estadísticamente significativas en comparación con restauraciones feruladas.

Los autores sugieren las siguientes recomendaciones: Cuando hay presencia de poca destreza manual o presencia de 3 o mas implantes adyacentes se recomienda

no ferular; y cuando hay presencia de bruxismo, hueso comprometido, implantes con diámetro reducido e implantes cortos, recomiendan ferularlos. (2)

No hay un consenso definitivo respecto a cuál decisión es superior a la otra, pero se propone un árbol de decisiones para guiar a los clínicos basándose en los artículos encontrados en esta revisión de tema. Figura 2.

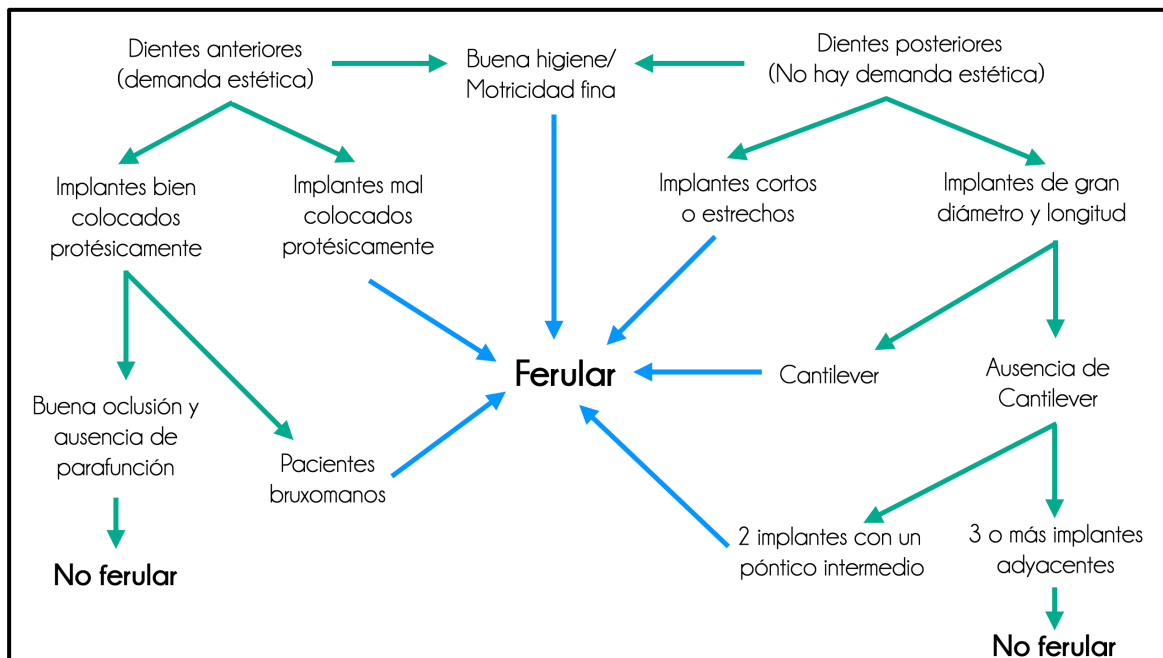


Figura 2: Árbol de decisiones: Toma de decisiones sobre ferular o no ferular teniendo en cuenta la demanda estética, higiene del paciente, motricidad fina, oclusión, parafunción, cantilevers, longitud, diámetro y cantidad de implantes.

Conclusiones

- Los errores en la planeación se ven reflejados en un aumento del torque para el implante.

- No hay diferencias entre ferular y no ferular PPF sobre implantes con respecto a la pérdida ósea crestal.
- Si hay diferencias entre ferular y no ferular PPF sobre implantes con respecto a la supervivencia del implante, a favor de prótesis feruladas.
- Las principales complicaciones protésicas en PPF sobre implantes en restaraciones feruladas son chipping de estructura de recubrimiento; en restauraciones no feruladas corresponde al aflojamiento del tornillo de fijación.
- Evitar cantilievers en PPF sobre implantes.
- Buscar en lo posible un esquema de oclusión implanto protegida en PPF sobre implantes.
- Los factores a tener en cuenta para decidir si ferular o no ferular las PPF sobre implantes son: Facilidad de higiene, diseño de la prótesis, estética, presencia de actividad parafuncional, número, diámetro y altura de los implantes.

Referencias

1. Yang HS, Lang LA, Felton DA. Finite element stress analysis on the effect of splinting in fixed partial dentures. J Prosthet Dent. junio de 1999;81(6):721-8.
2. Ravidà A, Saleh MHA, Muriel MC, Maska B, Wang HL. Biological and Technical Complications of Splinted or Nonsplinted Dental Implants: A Decision Tree for Selection. Implant Dent. 1 de febrero de 2018;27(1):89-94.
3. Gross MD. Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts. Aust Dent J. junio de 2008;53 Suppl 1:S60-68.
4. Sheridan RA, Decker AM, Plonka AB, Wang HL. The Role of Occlusion in Implant Therapy: A Comprehensive Updated Review. Implant Dent. diciembre de

2016;25(6):829-38.

5. Chen YY, Ling Kuan C, Wang YB. Implant occlusion: biomechanical considerations for implant-supported prostheses. *J Dent Sci.* 2008;3:65-74.
6. Hämmerle CH, Wagner D, Brägger U, Lussi A, Karayiannis A, Joss A, et al. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res.* junio de 1995;6(2):83-90.
7. Lang NP, Pjetursson BE, Tan K, Brägger U, Egger M, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. II. Combined tooth--implant-supported FPDs. *Clin Oral Implants Res.* diciembre de 2004;15(6):643-53.
8. Weinberg LA. Therapeutic biomechanics concepts and clinical procedures to reduce implant loading. Part I. *J Oral Implantol.* 2001;27(6):293-301.
9. C.E M. *Implantología contemporánea*, 3.^a ed. Elsevier España; 1120 p.
10. Haraldson T, Karlsson U, Carlsson GE. Bite force and oral function in complete denture wearers. *J Oral Rehabil.* enero de 1979;6(1):41-8.
11. Lujan-Climent M, Martinez-Gomis J, Palau S, Ayuso-Montero R, Salsench J, Peraire M. Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *Eur J Oral Sci.* 2008;116(3):229-36.
12. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand.* 1977;35(6):297-303.
13. Ferrario VF, Sforza C, Zanotti G, Tartaglia GM. Maximal bite forces in healthy young adults as predicted by surface electromyography. *J Dent.* agosto de 2004;32(6):451-7.
14. Melo ACM, Ledra IM, Vieira RA, Coró ER, Sartori IA de M. Maximum Bite Force of Edentulous Patients before and after Dental Implant Rehabilitation: Long-Term Follow-Up and Facial Type Influence. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont.* julio de 2018;27(6):523-7.
15. Peumans M, Politano G, Van Meerbeek B. Effective Protocol for Daily High-quality Direct Posterior Composite Restorations. Cavity Preparation and Design. *J Adhes Dent.* 2020;22(6):581-96.
16. Warreth A, Doody K, Al-Mohsen M, Morcos O, Al-Mohsen M, Ibieyou N. Fundamentals of occlusion and restorative dentistry. Part II: occlusal contacts, interferences and occlusal considerations in implant patients. *J Ir Dent Assoc.* noviembre de 2015;61(5):252-9.
17. Wismeijer D, Buser D, Chen S. *ITI Treatment Guide, Volume 8: Biological*

and Hardware Complications in Implant Dentistry. 2015. 232 p.

18. Piattelli A, Scarano A, Favero L, Iezzi G, Petrone G, Favero GA. Clinical and Histologic Aspects of Dental Implants Removed Due to Mobility. *J Periodontol*. 2003;74(3):385-90.

19. Al Amri MD, Kellesarian SV. Crestal Bone Loss Around Adjacent Dental Implants Restored with Splinted and Nonsplinted Fixed Restorations: A Systematic Literature Review. *J Prosthodont*. 2017;26(6):495-501.

20. de Souza Batista VE, Verri FR, Lemos CAA, Cruz RS, Oliveira HFF, Gomes JML, et al. Should the restoration of adjacent implants be splinted or nonsplinted? A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. enero de 2019;121(1):41-51.

21. Vigolo P, Mutinelli S, Zaccaria M, Stellini E. Clinical evaluation of marginal bone level change around multiple adjacent implants restored with splinted and nonsplinted restorations: a 10-year randomized controlled trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. abril de 2015;30(2):411-8.