



Abril - Junio 2023
Vol. 3, núm. 2 / pp. 71-75

Estabilidad de implantes postextracción, con una nueva superficie hidrofílica mediante análisis de frecuencia de resonancia. Estudio piloto

Stability of post-extraction implants, with a new hydrophilic surface by resonance frequency analysis. Pilot study

Henry Barreto-Latouche,* Eugenio Milanés,* Rogelio Jiménez-Tortolero,† Alejandro Sierra-Rebolledo§

Palabras clave:

implante dental, oseointegración, análisis de frecuencia de resonancia, cociente de estabilidad del implante, tratamiento de superficie, titanio.

Keywords:

dental implant, osseointegration, resonance frequency analysis, implant stability quotient, surface treatment, titanium.

* Residente del Postgrado de Implantología Bucal.

Profesor instructor.

† Cirujano Bucal e Implantólogo. Profesor agregado, Sub-Coordenador del Postgrado de Implantología Bucal.

§ Cirujano Bucal e

Implantólogo. Profesor titular, Coordinador del Postgrado Implantología Bucal.

Especialidad de Implantología Bucal, Facultad de Odontología, Universidad de Carabobo, Venezuela.

Recibido: 12/08/2023

Aceptado: 02/09/2023

doi: 10.35366/113474

RESUMEN

Introducción: la estabilidad primaria (EP) del implante sigue siendo un requisito esencial para obtener el éxito en implantes postextracción, la misma depende del macro diseño del implante y la secuencia de fresado. Mejoras en el tratamiento de superficie, recubrimientos físico-químicos y bioactivos en la superficie de los implantes de titanio podrían mejorar las condiciones para la oseointegración. Actualmente, el análisis de frecuencia de resonancia (RFA) es un método validado mundialmente para estimar cuantitativamente la estabilidad de los implantes. Este estudio evaluó la estabilidad primaria de implantes, postexodoncia, Osstem TS III con superficie hidrofílica mediante análisis RFA y torque de inserción. **Material y métodos:** fue llevado a cabo un estudio piloto en pacientes que cumplían con los criterios de inclusión. Implantes dentales Osstem-Hiossen TSIII BA y TSII SA fueron insertados aleatoriamente en sitios postextracción. El torque de inserción (TI) y el cociente de estabilidad del implante (ISQ) fueron registrados en la colocación del implante y a ocho semanas. **Resultados:** 10 implantes fueron insertados en cuatro pacientes. Ningún implante falló a cuatro semanas posteriores a la colocación. El promedio de RFA fue de 75.44 ISQ y el TI promedio obtenido en el momento de inserción fue 41.11 N.cm. **Conclusiones:** basado en los resultados del estudio, se puede aceptar que los implantes con superficie BA y SA, colocados en zonas postextracción muestran valores de estabilidad primaria óptimos para su oseointegración.

ABSTRACT

Introduction: primary stability (PS) of the implant remains an essential requirement for success in post-extraction implants and depends on the implant macro design and drilling sequence. Improvements in surface treatment, physicochemical and bioactive coatings on the surface of titanium implants could improve the conditions for osseointegration. Currently, resonance frequency analysis (RFA) is a worldwide validated method to quantitatively estimate implant stability. This study evaluated the primary stability of post-exodontic Osstem TS III implants with hydrophilic surface by resonance frequency analysis (RFA) and insertion torque. **Material and methods:** a pilot study was conducted in patients who met the inclusion criteria. Osstem-Hiossen TSIII BA and TSII SA dental implants were randomly inserted at post extraction sites. Insertion torque (IT) and ISQ at implant placement and at 8 weeks were recorded. **Results:** 10 implants were inserted in 4 patients. No implants failed at 4 weeks after insertion. The average RFA was 75.44 ISQ and the average TI obtained at the time of insertion was 41.11 N.cm. **Conclusions:** based on the results of the study, it can be accepted that implants with BA and SA surface, placed in post-extraction sites, show optimal primary stability values for their osseointegration.

Abreviaturas:

BA = apatita bioabsorbible.
BIC = contacto hueso-implante.
EP = estabilidad primaria.
HA = hidroxiapatita.

ISQ = cociente de estabilidad del implante.
RFA = análisis de frecuencia de resonancia.
SA = arenado y grabado con ácido.
TI = torque de inserción.

Citar como: Barreto-Latouche H, Milanés E, Jiménez-Tortolero R, Sierra-Rebolledo A. Estabilidad de implantes postextracción, con una nueva superficie hidrofílica mediante análisis de frecuencia de resonancia. Estudio piloto. Lat Am J Oral Maxillofac Surg. 2023; 3 (2): 71-75. <https://dx.doi.org/10.35366/113474>



INTRODUCCIÓN

Las rehabilitaciones implantosoportadas se han convertido en una de las opciones terapéuticas más utilizadas para el tratamiento de pacientes edéntulos parciales y totales. La colocación de implantes inmediatos a la exodoncia con la finalidad de preservar las condiciones del hueso alveolar y disminuir los tiempos de tratamientos, ha presentado altas tasas de éxito, que van desde 92.7 a 98%, según los registros clínicos observados.¹ Alcanzar la estabilidad primaria del implante sigue siendo un requisito esencial para obtener el éxito del mismo implante tanto en la colocación diferida como inmediatas ya que, durante el proceso de osteointegración, la estabilidad mecánica primaria será reemplazada gradualmente por la estabilidad biológica.

La estabilidad primaria depende principalmente del macro diseño del implante, incluida la longitud funcional, además de la técnica quirúrgica y las propiedades en cantidad y calidad del hueso local. La observación de un contacto directo hueso-implante (BIC), confirmada por Albrektsson y colaboradores con microscopía electrónica, fue el descubrimiento más importante en implantología dental y los implantes de superficie maquinada se caracterizaron por un BIC bajo, por lo tanto, se sugirieron modificaciones de la superficie del implante para mejorar la osteointegración, particularmente en escenarios clínicos desafiantes.²

En la actualidad, existe el interés clínico de que los implantes se integren rápidamente con el hueso para ser funcionales; en la última década, hubo un esfuerzo continuo para mejorar la interfaz entre el hueso y el implante para acelerar el proceso de osteointegración. Estos esfuerzos se han concentrado en mejorar esta interfaz químicamente (al incorporar fases inorgánicas sobre o dentro de la capa de óxido de titanio) o físicamente (al aumentar el nivel de rugosidad).^{3,4}



Figura 1: Guía quirúrgica restrictiva obtenida mediante planificación digital.



Figura 2: Smart-Peg, (Osstell) conectado al implante, posterior a la inserción para medición de ISQ (RFA 1).

RFA 1 = ISQ durante inserción del implante.

Este cambio topográfico se consigue mediante tratamientos ácidos, arenado, o diferentes mecanismos de oxidación. Los implantes dentales con arenado y superficie grabada con ácido (SA) tienen una macrorugosidad lograda con partículas abrasivas (arenado) y micropits obtenidos por grabado ácido para mejorar la osteointegración. La superficie SA proporciona un espacio apropiado para la adhesión, proliferación y diferenciación de osteoblastos.⁵ También se ha informado la aplicación de biomateriales de tamaño nanométrico en la superficie del implante, estos enfoques innovadores pretenden imitar el entorno bioquímico y la arquitectura nanoestructural del hueso humano. Los recubrimientos comprenden agentes, fármacos, proteínas o factores de crecimiento específicos. Los objetivos clínicos de la investigación de biomateriales han sido en primer lugar la optimización de la estabilidad del implante al interactuar con las cascadas naturales de osteointegración, la mejora de la integración del tejido blando periimplantario y la reducción de la periimplantitis al afectar la adhesión a la superficie del implante.^{6,7}

El propósito de combinar la superficie SA con las características de osteoinductividad de la hidroxiapatita (HA) es aprovechar las ventajas de ambos procesos. Se cree que un nanorrecubrimiento de HA convierte el implante de titanio bioinerte en más hidrofílico (bioactivo), lo que hace que el implante sea capaz de superar condiciones desfavorables durante la cicatrización. Investigaciones previas reportaron algunas fallas usando superficies modificadas con HA; sin embargo, la fuerza de unión fue muy baja (20-35 MPa), resultando en el desprendimiento de HA. Un novedoso recubrimiento HA se desarrolló para ser reabsorbible y mejorar el proceso de osteointegración sin aumentar el riesgo de falla del implante y las investigaciones preliminares *in vivo* han mostrado resultados alentadores a corto y largo plazo.⁸ La finalidad del desarrollo

de estas superficies es lograr la formación rápida, segura y a largo plazo de la estabilidad secundaria que permita una carga protésica temprana.

En la práctica clínica, las mediciones de estabilidad del implante mediante análisis de frecuencia de resonancia RFA se utilizan como un indicador indirecto para predecir el momento para la carga práctica del implante y como un indicador de pronóstico del posible fracaso del implante. Dada la gran importancia clínica de las estimaciones cuantitativas de la estabilidad de los implantes, se han desarrollado una serie de métodos, como el análisis de frecuencia de resonancia (RFA), para estimar este parámetro.

El RFA se realiza midiendo la respuesta de un elemento de cerámica piezoeléctrica (SmartPeg, Osstell®) adherido a un implante a un estímulo de vibración que consta de pequeñas señales sinusoidales en el rango de 5 a 15 kHz, en pasos de 25 Hz en el otro elemento. La amplitud máxima de la respuesta luego se codifica en un parámetro llamado cociente de estabilidad del implante (ISQ) que varía de 0 a 100. El valor ISQ refleja positivamente la estabilidad mecánica general de un implante. Sin embargo, los valores ISQ están bajo la influencia de una gran cantidad de factores clínicos y biológicos. Por otro lado, la técnica de RFA no es invasiva ni destructiva, lo que representa una gran ventaja en el área clínica.⁹

Hasta la fecha existe escasa información acerca de las ventajas de las superficies hidrofílicas en cuanto a la estabilidad primaria de los implantes colocados postexodoncia; con base en ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar la estabilidad primaria de los implantes con superficie hidrofílica colocados inmediatos a la exodoncia mediante análisis de frecuencia de resonancia (RFA) y torque de inserción.



Figura 3: Smart-Peg, (Osstell) conectado al implante, ocho semanas postinserción para medición de ISQ (RFA 2).

RFA 2 = ISQ a ocho semanas postinserción.



Figura 4:

Dispositivo Osstell ISQ (SN: 4669, Osstell BA, Gotemburgo, Suecia).

MATERIAL Y MÉTODOS

Un estudio clínico descriptivo fue llevado a cabo en la población de pacientes con necesidades de implantes inmediatos que acuden a la Clínica de Implantología Bucal de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, en Valencia, Venezuela. Los criterios de inclusión establecidos fueron pacientes ASA I sin enfermedades sistémicas o psiquiátricas, no fumadores, densidad ósea clase D2 o D3 según evaluación previa de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).¹⁰

Muestra: implantes dentales de cuerpo cónico y conexión cónica modelos TSIII (Osstem Implant, Busan, Corea) tratados con superficie SA, arenada con granos de óxido de aluminio de 250-500 μm y grabada con ácido clorhídrico, así como implantes tratados con superficie BA, los cuales presentan adicional al tratamiento una capa de hidroxiapatita (HA) de 10 nm de espesor, que tiene la capacidad de bioabsorción en el cuerpo humano. La fuerza de unión de la capa de HA es de 75 MPa;² fueron colocados siguiendo la secuencia de trabajo indicada por el fabricante.

Procedimiento clínico. Previo consentimiento informado. Los pacientes se enjuagaron con clorhexidina al 0.12% durante un minuto. Una solución de articaína al 4% con epinefrina 1:100.000 fue utilizada para el bloque anestésico infiltrativo local de la zona, la exodoncia fue realizada mediante elevadores y fórceps siguiendo la técnica habitual atraumática.

Una guía quirúrgica restrictiva obtenida mediante planificación digital (Blue Sky Plan | dental treatment planning software) fue instalada en el paciente (Figura 1). Los implantes se colocaron en alveolos postexodoncia

en zonas molares y premolares, seguido de preservación alveolar con xenoinjerto (BoneFill, Bionnovation-Brasil) y membrana de colágeno absorbible (SUS-MEM, Argentina). La densidad ósea se evaluó previamente en la tomografía de haz cónico (CBCT), según la clasificación de Mish.¹¹ Todos los procedimientos quirúrgicos fueron realizados por dos cirujanos calibrados (HBL, EM).

La osteotomía del implante se realizó de acuerdo con los protocolos del fabricante. Se eligieron implantes de diferentes longitudes y diámetros según las necesidades individuales de los pacientes, asegurando un mínimo de 3 mm de inserción apical en hueso. Los implantes utilizados eran idénticos excepto por el tratamiento de la superficie. Los mismos se colocaron de acuerdo con un protocolo de una etapa.

Los valores de torque de inserción (TI) en Newton. Centímetros medidos mediante un torquímetro (Osstem Implant, Busan, Corea) fueron registrados al momento de alcanzar la posición final del implante durante la inserción. Se instaló un Smart-peg Nro. 61 modelo 100544 en la conexión de cada implante y los valores de RFA expresados en ISQ, fueron obtenidos mediante un dispositivo Osstell ISQ (SN: 4669, Osstell BA, Gotemburgo, Suecia) durante la inserción (RFA1) (Figura 2) y ocho semanas después de la misma (RFA2) (Figura 3).

Análisis estadístico. Los datos fueron registrados mediante el paquete estadístico IBM SPSS 22.0. La prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y un análisis descriptivo de frecuencias, promedios y rangos fueron realizados para ambas variables torque de inserción y análisis de frecuencia de resonancia, con un intervalo de confianza de 95%

RESULTADOS

Un total de cuatro pacientes de sexo femenino fueron tratadas con 10 implantes Osstem TSIII (siete implantes SA y tres implantes dentales Osstem TSIII BA). Ningún implante falló a cuatro semanas después de la colocación del implante. El torque de inserción promedio obtenido fue 41.11 ± 4.16 N.cm. Y el cociente de estabilidad del implante (ISQ) promedio en el momento de inserción fue de 75.44 ± 5.19 ISQ (Figura 4) y a las ocho semanas se reportó un valor promedio de 80 ± 5.21 ISQ (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Este estudio piloto aleatorizado evaluó la estabilidad del implante entre implantes de superficie SA e implantes de superficie BA con el objetivo de determinar la eficacia clínica de los implantes de superficies modificadas.

Las mediciones del torque de inserción (TI) y los valores ISQ se realizaron inmediatamente después de la instalación del implante y en la semana ocho. Estos intervalos de medición fueron elegidos debido a la importancia de estos periodos en el proceso de osteointegración (estabilidad inicial, periodo de remodelación, periodo de curación).¹²

Los resultados del presente estudio no mostraron diferencia significativa en las mediciones de ISQ entre los implantes SA y BA. Sin embargo, los implantes mostraron un aumento significativo del ISQ en la octava semana después de la colocación del implante. Coincidiendo con Tallarico y colaboradores, quienes informaron que los implantes con una superficie hidrófila parecen evitar la reducción de los valores ISQ durante la fase de remodelación.⁵

Nuestros resultados muestran un alto nivel de estabilidad del implante para las superficies estudiadas en todos los tiempos evaluados. Estos resultados son similares a los reportados por Carmo Filho y asociados,¹³ quienes evaluaron el torque de inserción (TI), la estabilidad primaria y secundaria de implantes dentales con diferentes tratamientos de superficie durante el periodo de osteointegración reportando que todos los tipos de implantes exhibieron una estabilidad primaria y secundaria aceptable.

Bafijari y colegas³ refieren que, además de los factores biológicos, la estabilidad primaria del implante se origina a partir de una combinación de factores mecánicos y biológicos. La necesidad de una herramienta de diagnóstico clínico para evaluar la estabilidad de los implantes dentales está cada vez más extendida. La RFA es un método intraoral no invasivo que está diseñado para reflejar la interfaz entre el hueso y el implante.

En el presente estudio usamos RFA para medir la estabilidad de los implantes dentales durante el periodo de osteointegración dada la confiabilidad y repetibilidad reportada en

Tabla 1: Valores expresados en promedio y rango de las variables torque de inserción y análisis de frecuencia de resonancia. N = 9.

Variable	Media \pm desviación estándar	Rango	Varianza
TI (Nw.cm)	41.11 ± 4.16	35-45	17.36
RFA 1 (ISQ)	75.44 ± 5.19	67.5-83	26.96
RFA 2 (ISQ)	80.00 ± 5.21	70.0-84	27.20

TI = torque de inserción. RFA 1 = ISQ durante inserción del implante. RFA 2 = ISQ a ocho semanas postinserción.

diversos estudios, como el de Andersson P y colaboradores,¹⁴ cuyos resultados indican que las mediciones de RFA se pueden utilizar para identificar implantes con mayor riesgo de falla.

En este estudio piloto, los índices ISQ aumentaron de 75.44 al momento de la colocación hasta 80 ISQ a las ocho semanas de seguimiento, lo que muestra una mayor estabilidad del implante, datos que coinciden con lo informado por Sierra-Rebolledo y su grupo,¹⁵ quienes observaron un aumento progresivo y similar en la estabilidad del implante evaluado por RFA a lo largo de las semanas posteriores a la colocación del implante; dicho estudio también hace un seguimiento de la estabilidad de los implantes cónicos colocados inmediatamente después de la extracción del diente, donde después de la semana seis de seguimiento, registraron valores ISQ medios más altos que los observados en el momento de la colocación del implante.

CONCLUSIONES

El RFA parece adecuado para la evaluación de la estabilidad del implante. Basado en los resultados obtenidos en este estudio preliminar, se puede concluir que, dados los valores RFA superiores a 67.5 ISQ, el tratamiento de superficie hidrofílico en implantes cónicos es una alternativa viable para asegurar valores de estabilidad primaria óptimos para el éxito y adicionalmente mejoraría estos valores de RFA a ocho semanas postinserción, lo cual podría ser de gran valor predictivo al momento de decidir la carga protésica. Sin embargo, se necesitan ensayos adicionales con un tamaño de muestra más grande y un seguimiento más prolongado para confirmar estos resultados preliminares.

REFERENCIAS

- Milillo L, Fiandaca C, Giannoulis F, Ottria L, Lucchese A, Silvestre F, Petrucci M. Immediate vs non-immediate loading post-extractive implants: a comparative study of implant stability quotient (ISQ). *Oral Implantol (Rome)*. 2016; 9 (3): 123-131. Available in: <https://doi.org/10.11138/orl/2016.9.3.123>
- Kormoczi K, Komlós G, Papócsi P, Horváth F, Joób-Fancsaly Á. The early loading of different surface-modified implants: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2021; 21 (1) :207. Available in: <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01498-z>
- Bafijari D, Benedetti A, Stamatovski A, Baftijari F, Susak Z, Veljanovski D. Influence of resonance frequency analysis (RFA) measurements for successful osseointegration of dental implants during the healing period and its impact on implant assessed by osstell mentor device. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019; 7 (23): 4110-4115. doi: 10.3889/oamjms.2019.716.
- Tallarico M, Baldini N, Martinolli M, Xhanari E, Kim YJ, Cervino G, et al. Do the new hydrophilic surface have any influence on early success rate and implant stability during osseointegration period? four-month preliminary results from a split-mouth, randomized controlled trial. *Eur J Dent*. 2019; 13 (1): 95-101. doi: 10.1055/s-0039-1688737.
- Tallarico M, Baldini N, Gatti F, Martinolli M, Xhanari E, Meloni SM, et al. Role of new hydrophilic surfaces on early success rate and implant stability: 1-year post-loading results of a multicenter, split-mouth, randomized controlled trial. *Eur J Dent*. 2021; 15 (1): 1-7. doi: 10.1055/s-0040-1713952.
- Hagi TT, Enggist L, Michel D, Ferguson SJ, Liu Y, Hunziker EB. Mechanical insertion properties of calcium-phosphate implant coatings. *Clin Oral Implants Res*. 2010; 21 (11): 1214-1222. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.01916.x.
- Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck-Broichsitter B, Jung O, Precht C, et al. Impact of dental implant surface modifications on osseointegration. *Biomed Res Int*. 2016; 2016: 6285620. doi: 10.1155/2016/6285620.
- Kim MJ, Kim IH, Chang NH, Kim YK. Long-term evaluation of the prognosis of super hydrophilic surface treated CA implants: a retrospective clinical study. *BMC Oral Health*. 2022; 22 (1): 97. doi: 10.1186/s12903-022-02142-0.
- Huang, Hairong & wu, Gang & Eb, Hunziker. The clinical significance of implant stability quotient (ISQ) measurements: a literature review. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2020; 10 (4): 629-638. doi: 10.1016/j.jobcr.2020.07.004.
- Misch CE, Hoar J, Beck G, Hazen R, Misch CM. A bone quality-based implant system: a preliminary report of stage I & stage II. *Implant Dent*. 1998; 7 (1): 35-42. Available in: <https://doi.org/10.1097/00008505-199804000-00004>
- Mish CE. *Misch. Implantología Contemporánea*. 4a ed. Resnik R, editor. Elsevier; 2020.
- Almassri HNS, Ma Y, Dan Z, Ting Z, Cheng Y, Wu X. Implant stability and survival rates of a hydrophilic versus a conventional sandblasted, acid-etched implant surface: systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc*. 2020; 151 (6): 444-453. doi: 10.1016/j.adaj.2020.03.002.
- Carmo Filho LCD, Marcello-Machado RM, Castilhos ED, Del Bel Cury AA, Faot F. Can implant surfaces affect implant stability during osseointegration? A randomized clinical trial. *Braz Oral Res*. 2018; 32: e110. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0110.
- Andersson P, Pagliani L, Verrocchi D, Volpe S, Sahlin H, Sennerby L. Factors influencing resonance frequency analysis (RFA) measurements and 5-year survival of neoss dental implants. *Int J Dent*. 2019; 2019: 3209872. doi: 10.1155/2019/3209872.
- Sierra-Rebolledo A, Tariba-Forero D, Rios-Calvo MD, Gay-Escoda C. Effect of undersized drilling on the stability of immediate tapered implants in the anterior maxillary sector. A randomized clinical trial. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2021; 26 (2): e187-e194. doi: 10.4317/medoral.24107.

Correspondencia:
Henry Barreto-Latouche
E-mail: hbarreto@uc.edu.ve