

Factores que afectan la estabilidad de los implantes dentales según la medición del coeficiente de estabilidad del implante (ISQ). Una revisión sistemática de la literatura.

Factors affecting dental implants stability as measured by the implant stability quotient (ISQ). A systematic review of the literature.

JOSÉ ANTONIO CHIRIBOGA MALO

Odontólogo, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. Residente de Patología y Cirugía Bucal, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. j-chiriboga@javeriana.edu.co
Tel. 301-408-0966

VALERIA DENNIS RAMÍREZ FREIRE

Odontóloga, Universidad Internacional del Ecuador. Residente de Patología y Cirugía Bucal, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. ramirez-valeria@javeriana.edu.co
Tel. 314-451-6065

JORGE ANDRÉS VELAZCO DÁVILA^a Odontólogo, Universidad Central de Venezuela. Especialista en Patología y Cirugía Bucal, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. jorgevelazco@javeriana.edu.co
Tel. 317-576-9347

YANCY ALEJANDRA TABARES ACEVEDO

Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Especialista en Patología y Cirugía Bucal, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. ytabares@javeriana.edu.co
Tel. 317-576-5143

GLORIA CRISTINA MORENO ABELLO

Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana, Magister en Microbiología. Profesor asistente, Facultad de Odontología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Asesora metodológica. gcmoreno@javeriana.edu.co.
Tel. 300-895-2918

^aCorrespondencia: jorgevelazco@javeriana.edu.co; gcmoreno@javeriana.edu.co; ytabares@javeriana.edu.co; j-chiriboga@javeriana.edu.co; ramirez-valeria@javeriana.edu.co

***Investigación original**

Como citar: Chiriboga Malo JA, Ramírez Freire VD, Velazco Dávila JA, Tabares Acevedo YA, Moreno Abello GC. Factores que afectan la estabilidad de los implantes dentales según la medición del coeficiente de estabilidad del implante (ISQ). Una revisión sistemática de la literatura. Univ Odontol. 2022.

RESUMEN

Antecedentes: La estabilidad en los implantes dentales colocados en los rebordes alveolares edéntulos es considerado uno de los parámetros más importantes para evaluar el éxito del tratamiento y por ende su oseointegración. A través de los años se ha reportado en la literatura varios factores que pueden afectar a la estabilidad de los implantes dentales tales como: la densidad ósea, el macro diseño del implante (forma, diámetro, longitud, tipo de rosca), el diseño quirúrgico, la carga (convencional, inmediata), el micro diseño del implante (tratamientos de superficie del implante) y el sexo; los cuales repercuten directamente a los valores de coeficiente de estabilidad del implante (ISQ) medidos mediante el análisis de frecuencia de resonancia (RFA) misma que es analizada con una escala de 1 a 100, siendo valores superiores a 60 clínicamente aceptables; por lo tanto, permite al profesional predecir la estabilidad del implante dental. **Objetivo:** Evaluar los factores que pueden afectar la estabilidad de los implantes dentales mediante el análisis de frecuencia de resonancia (RFA) y los valores del coeficiente de estabilidad del implante (ISQ) medido con el dispositivo Osstell. **Materiales y métodos:** En esta revisión sistemática de la literatura se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos: PubMed, Scopus, EBSCO, Science direct y Cochrane de artículos publicados entre el 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre de 2021. Se realizó la elección de estudios clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas y meta-análisis basados en el manual de Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. Se obtuvieron y analizaron un total de 26 artículos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. **Resultados:** En los 26 artículos seleccionados fueron evaluados un total de 3047 implantes dentales en 1367 pacientes. Los principales factores estudiados fueron densidad ósea, macrodiseño del implante, microdiseño del implante, técnica quirúrgica, carga y sexo. La densidad ósea es el factor que más afecta la estabilidad primaria de un implante dental, mientras que el microdiseño es el factor que más influye en la estabilidad secundaria según el análisis de frecuencia de resonancia (RFA). **Conclusiones:** Tanto la estabilidad primaria como la secundaria en un implante dental dependen de varios factores. Es importante individualizar cada caso y analizar cada uno de los factores con el fin de tomar decisiones acertadas y basadas en evidencia que permitan obtener resultados predecibles tras colocar un implante dental.

Palabras clave: “Implantes dentales”, “análisis de frecuencia de resonancia”, “Osstell”, “coeficiente de estabilidad del implante”, “estabilidad del implante” y “factores”.

ABSTRACT

Background: Dental implants stability placed on the edentulous alveolar ridge is considered as one of the most important factors to evaluate the treatment success and its osseointegration. Recent studies found in literature have reported a great number of factors that seem to affect the stability of dental implants; some of these factors are: bone density, implant macro design (shape, diameter, length and thread type), surgical protocol, loading (conventional or immediate), implant micro design (surface treatment) and sex. Implant stability quotient (ISQ) values measured by resonance frequency analysis (RFA) are directly affected by the variability of these factors and is clinically analyzed in a 1 to 100 scale, were values above 60 are considered acceptable for implant stability. Obtaining ISQ values by means of RFA helps the clinician to predict the future stability of a dental implant.

Objective: To review the literature on the factors that can affect the stability of dental implants considering the implant stability quotient (ISQ) values measured with the Osstell device. **Materials and methods:** A systematic search of the literature was carried out in the following databases: PubMed, Scopus, EBSCO, Science direct y Cochrane of articles published between January 2015 and December 2021. Randomized controlled trials, systematic reviews and metanalysis were selected based on the Cochrane handbook for systematic reviews. A total of 26 articles were selected and analyzed based on our inclusion and exclusion criteria. **Results:** In the 26 articles selected, 3047 implants were evaluated placed in 1367 patients. The most studied factors were: bone density, implant macro design, implant micro design, surgical technique, implant loading and genre. Bone density is the factor that influence the most when studying primary stability. For secondary stability, implant micro design has a direct relationship according to resonance frequency analysis (RFA). **Conclusions:** Primary and secondary stability depends on many factors. It is important to individualize each patient and evaluate each factor for decision making based on evidence and have a more predictable outcome when placing dental implants.

Key words: “Dental implants”, “resonance frequency analysis”, “Osstell”, “implant stability quotient”, “implant stability” and “factors”.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades bucodentales constituyen una importante carga para el sector de la salud de muchos países y afectan a las personas durante toda su vida, causando dolor, molestias, cambios en la apariencia física e incluso la muerte. Según el último estudio de “Global Burden of Disease” en el 2017 se estima que 3.500 millones de personas sufren de patologías que afectan a los dientes las cuales pueden llevar a la pérdida de estos (1).

La colocación de implantes dentales para restaurar los dientes perdidos es una opción de tratamiento cada vez más popular, ya que ha logrado buenos resultados estéticos y funcionales (2). El objetivo principal del tratamiento con implantes dentales es lograr un anclaje estable en el hueso alveolar (estabilidad primaria) y por ende la llamada oseointegración a largo plazo, la cual es esencial para el éxito del implante dental (3).

Con el paso del tiempo, tratamientos con implantes dentales se han vuelto cada vez más populares y cada día más pacientes optan por ellos debido a su alta predictibilidad y tasas de éxito, sin embargo, se debe tener en cuenta que también se han reportado fracasos para dicho tratamiento y se presume que es debido a factores que no permitieron obtener una buena estabilidad primaria y por ende fracasan en la oseointegración o estabilidad secundaria (largo plazo) del implante dental (3,4). De acuerdo con cifras recientes se estima que solamente entre el 2.5 y 3.6% de los implantes dentales colocados en condiciones favorables fracasan (5).

La estabilidad primaria es definida por varios autores como una interacción mecánica entre la superficie del implante dental y el hueso alveolar, por lo tanto, a mayor contacto entre ambas

mayor será la estabilidad primaria (3,6). A medida que transcurre el tiempo ocurren una serie de fases en donde el implante dental ya no depende únicamente de la estabilidad primaria y empieza a depender cada vez más de la estabilidad secundaria o también conocida como estabilidad biológica que se traduce en la oseointegración del implante (3). Una vez colocado un implante dental con una buena estabilidad primaria, le sigue la fase curativa en donde se producen cambios inflamatorios que consisten en la formación de hematoma, llegada de células de defensa, plaquetas, factores de crecimiento, cambios en el pH y aparición de fibroblastos, lo que da lugar a la siguiente fase que consiste en la reparación de la herida a cargo de la matriz desmineralizada y por regeneración y aposición de matriz ósea mineralizada. La fase final consiste en la remodelación de la matriz alrededor del sitio del implante, logrando cambios en la arquitectura de los tejidos duros y finalizando el proceso dinámico de la oseointegración (7).

Existen controversias entre los distintos estudios y autores en cuanto a los tiempos que corresponden a cada una de las estabilidades; algunos dicen que la estabilidad primaria finaliza a las 8 semanas, mientras que otros afirman que la estabilidad primaria llega hasta las 12 semanas. Sin embargo, todos concuerdan que finalmente la estabilidad secundaria termina reemplazando a la estabilidad primaria en casi su totalidad (3,6).

Debido al énfasis de los últimos estudios clínicos en el análisis de la estabilidad de los implantes y su importancia para lograr un tratamiento exitoso se han estudiado varias técnicas para medir la estabilidad del implante dental como son, el análisis histomorfométrico, torque en reversa, test de percusión y análisis del torque de inserción, sin embargo, muchos de estos son métodos son invasivos y a su vez subjetivos (7). Desde 1996 el análisis de frecuencia de resonancia (RFA) ha estado disponible como un método no invasivo, estandarizado y ampliamente utilizado para cuantificar la estabilidad del implante; se puede usar en entornos intraoperatorios y postoperatorios sin presentar un riesgo clínico, además el resultado es numéricamente interpretado y se lo conoce como el coeficiente de estabilidad del implante (ISQ). Los valores oscilan entre 1 (estabilidad baja) y 100 (estabilidad alta) (7,8). La casa comercial Osstell durante los últimos años ha perfeccionado sus equipos de RFA para adaptarlos a los distintos sistemas de implantes y su rehabilitación, además de presentar y almacenar los datos de una manera sencilla. Basados en estudios clínicos se ha establecido una escala numérica que permite evaluar la calidad de la estabilidad que posee un implante dental tras obtener su ISQ a través de RFA: valores inferiores a 60 representan una baja estabilidad, valores entre 60 y 69 estabilidad media y los superiores a 70 una estabilidad alta (9). Los equipos Osstell y Osstell Mentor son los más utilizados ya que han demostrado una alta repetibilidad clínica. Al momento de la medición se obtienen 2 valores, uno corresponde al ISQ más alto y el otro al ISQ más bajo para el mismo implante (7,9).

Durante los últimos años han surgido controversias en cuanto a la influencia de factores mecánicos, biológicos y clínicos que podrían estar relacionados con la estabilidad de los implantes dentales (3,5,8). Los más estudiados han sido la ubicación del implante, las características macro y micro

del diseño de los implantes, el tipo de hueso en el que se coloca el implante, el uso de injertos óseos, el sexo y condición sistémica del paciente, el diseño quirúrgico y la carga del implante. Su análisis por separado es complejo por lo cual no es posible atribuir a un solo factor el fracaso o éxito de un tratamiento con implantes dentales. El uso del análisis de frecuencia de resonancia y la obtención de un valor numérico (ISQ) permiten analizar la influencia de los factores y así tener conocimiento de la importancia de estos en la estabilidad de un implante dental inmediatamente luego de su colocación, así como a mediano y largo plazo (3,5,7,9).

Existen pocos estudios que evalúen los factores que pueden afectar la estabilidad de un implante dental de una manera objetiva y cuantificable y además como estos repercuten en la práctica clínica tomando en cuenta los valores del ISQ; por lo tanto el objetivo de esta revisión sistemática de la literatura fue evaluar factores como la densidad ósea, el sexo, la carga (inmediata, convencional), el macrodiseño (forma, tipo de rosca, diámetro, longitud) y el microdiseño de los implantes dentales y conocer si estos afectan la estabilidad de los implantes dentales según la medición del coeficiente de estabilidad del implante (ISQ).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistémica de la literatura que busca dar una respuesta a la pregunta planteada, sobre ¿Cuáles son los factores que pueden afectar la estabilidad de los implantes dentales según la medición del ISQ?

P: Población con necesidad de tratamiento con implantes dentales, edéntulos parciales o totales.

I: Características propias del paciente (densidad ósea y sexo), características propias del diseño de un implante dental (longitud, diámetro, tipo de rosca, forma, tratamiento de superficie) y características del tratamiento con implantes dentales (diseño quirúrgico y carga).

C: Grupos controles dependen de las variables de cada estudio.

O: Influencia de los diferentes factores que afectan la estabilidad del implante dental. Coeficiente de estabilidad del implante dental (ISQ) medido con dispositivo Osstell a través de la frecuencia de análisis de resonancia (RFA).

Criterios de inclusión: Se seleccionaron artículos científicos publicados en un periodo comprendido entre enero de 2015 a diciembre de 2021 en idiomas de inglés y español, publicaciones científicas cuyo diseño fuera estudios clínicos controlados aleatorizados, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y meta-análisis, estudios en humanos y utilización del dispositivo Osstell para medir la estabilidad de los implantes dentales.

Criterios de exclusión: Publicaciones científicas con diseños que no aborden la pregunta PICO, aquellos que no utilizaron el dispositivo Osstell para medir la estabilidad de los implantes dentales, artículos sin disponibilidad del texto completo y estudios in vitro.

Para el desarrollo de la revisión sistemática se realizó una búsqueda electrónica en 5 bases de datos: PubMed, Scopus, EBSCO, Science direct y Cochrane, utilizando las siguientes palabras claves: “implantes dentales”, “análisis de frecuencia de resonancia”, “Osstell”, “coeficiente de estabilidad del implante”, “estabilidad primaria” y “factores OR causas OR influencia OR razones OR determinantes”. “dental implants”, “resonance frequency analysis OR RFA”, “Osstell”, “implant stability quotient OR ISQ”, “implant stability” and “factors OR causes OR influences OR reason OR determinants”. Todas estas búsquedas se realizaron en un período comprendido del 1 de enero del 2015 al 31 de diciembre del 2021.

La búsqueda inicial fue de 626 artículos, de los cuales 22 fueron descartados por no encontrarse el texto completo o por ser en otro idioma, dando un total de 604. Posteriormente se filtraron todos los artículos por título y se encontraron 498 duplicados, para un total de 106 artículos.

Dos investigadores independientes (JC y VR) evaluaron los títulos y resúmenes utilizando los criterios de inclusión y exclusión en los 106 artículos y se excluyeron 80 artículos por diversas razones para un total final de 26 estudios (figura 1). En la tabla 1 se muestran los estudios seleccionados según el diseño.

Figura 1. Diagrama de búsqueda y selección de artículos.

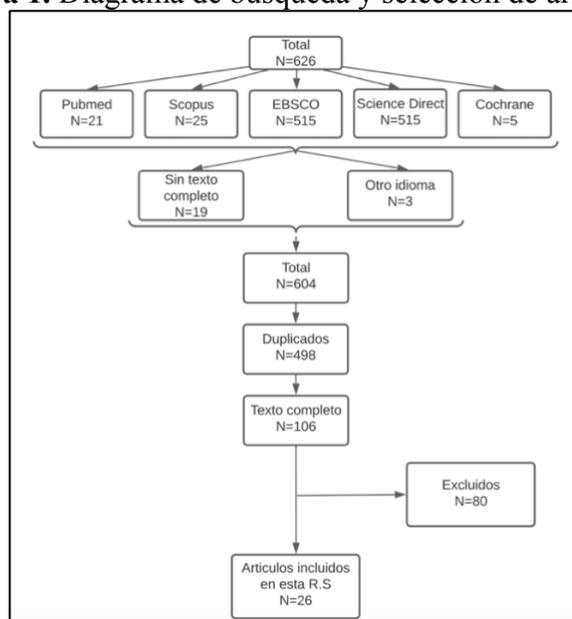


Tabla 1. Estudios seleccionados para esta revisión sistemática de la literatura.

Agrupación de Artículos Según Su Diseño	
<i>Tipo de Estudio</i>	<i>Número de Artículos</i>
Ensayo clínico controlado aleatorizado	23
Revisión sistemática	2
Revisión sistemática y meta-análisis	1

Basados en el manual de Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones se realizó la clasificación de sesgos después de una lectura crítica completa de cada uno de los 23 artículos de estudios clínicos. La clasificación la realizaron de manera independiente los investigadores (JC y VR) y los desacuerdos fueron resueltos por otros investigadores (JV, YT y GM) a manera de consenso. Los sesgos analizados fueron: selección, realización, detección, desgaste, notificación y otros; se les otorgó una de las tres posibilidades (bajo riesgo, riesgo moderado y alto riesgo) de acuerdo con los dominios analizados (figura 2).

Figura 2. Análisis riesgo de sesgos para ECA.

Autores	Año	Selección	Realización	Detección	Desgaste	Notificación	Otros
Baldi y cols.	2018	?	+	+	+	+	+
Lozano-Carrascal y cols.	2016	?	?	+	+	?	+
Su y cols.	2020	+	?	+	+	+	+
Díaz Sánchez y cols.	2017	?	?	+	+	+	+
Nappo y cols.	2019	?	?	?	+	+	+
Bafijari y cols.	2019	?	?	+	+	+	+
Tanaka y cols.	2018	?	?	+	?	+	+
Aragoneses y cols.	2020	?	+	+	?	+	+
Merheb y cols.	2017	+	+	+	+	+	+
Díaz Sánchez y cols.	2019	+	?	+	?	+	+
Carmo Filho y cols.	2018	+	+	+	?	+	+
Planinic y cols.	2020	+	?	?	+	+	+
Vallecillo-Rivas y cols.	2021	?	+	+	+	+	+
Fu y cols.	2017	?	+	+	+	+	+
Gehrke y cols.	2021	+	+	+	+	+	+
Sierra-Rebolledo y cols.	2020	+	+	?	+	+	+
Cobian y cols.	2015	?	+	+	+	+	+
Daher y cols.	2020	+	?	+	+	+	+
Vollmer y cols.	2020	+	+	+	+	+	+
Bergamo y cols.	2021	+	+	+	+	+	+
Novellino y cols.	2017	+	+	+	?	+	+
Gursoytrak y cols.	2019	+	+	+	?	+	+
Sargolzaie y cols.	2019	?	+	+	+	?	+

RESULTADOS

Un total de 26 estudios cumplieron los criterios establecidos para esta revisión sistemática, todos publicados entre enero de 2015 y diciembre de 2021. En las tablas 2, 3 y 4 se muestra la clasificación completa de los estudios utilizados para el análisis y comparación de información.

Tabla 2. Estudios controlados aleatorizados incluidos en esta revisión sistemática.

N	Autores	Año	Participantes	Implantes	Riesgo de Sesgo
1	Baldi y cols.	2018	75	75	Moderado
2	Lozano-Carrascal y cols.	2016	NR*	47	Moderado
3	Su y cols.	2020	25	32	Moderado
4	Díaz Sánchez y cols.	2017	27	67	Moderado
5	Nappo y cols.	2019	31	70	Moderado
6	Bafijari y cols.	2019	42	77	Alto
7	Tanaka y cols.	2018	113	229	Moderado
8	Aragoneses y cols.	2020	195	559	Moderado
9	Merheb y cols.	2017	48	195	Bajo
10	Díaz Sánchez y cols.	2019	20	106	Alto

11	Carmo Filho y cols.	2018	19	80	Moderado
12	Planinic y cols.	2020	150	150	Moderado
13	Vallecillo-Rivas y cols.	2021	31	60	Moderado
14	Fu y cols.	2017	50	95	Moderado
15	Gehrke y cols.	2021	20	60	Bajo
16	Sierra-Rebolledo y cols.	2020	30	30	Moderado
17	Cobián y cols.	2015	43	84	Alto
18	Daher y cols.	2020	26	120	Moderado
19	Vollmer y cols.	2020	272	582	Bajo
20	Bergamo y cols.	2021	56	150	Bajo
21	Novellino y cols.	2017	21	64	Moderado
22	Gursoytrak y cols.	2019	14	50	Moderado
23	Sargolzaie y cols.	2019	59	65	Alto

*NR: El estudio por Lozano-Carrascal y cols. no reporta con exactitud el número de participantes involucrados.

Tabla 3. Revisiones sistemáticas incluidas en este estudio.

<i>N</i>	<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Artículos</i>	<i>Variables X</i>	<i>Variable Y</i>	<i>Resultado</i>
1	Chen y cols (7)	2019	62	Tiempo, densidad ósea, pérdida de hueso marginal, implantes fallidos.	RFA en valores ISQ (estabilidad del implante)	No se pudo llegar a una conclusión definitiva, ya que se encontraron resultados mixtos en los pocos artículos que informaron asociaciones y correlaciones significativas entre las mediciones de RFA y la pérdida ósea, mientras que otros concluyeron lo contrario. La heterogeneidad entre los estudios complicó aún más la interpretación.
2	Manzano-Moreno y cols (8)	2015	39	Macrodiseno del implante, microdiseno del implante, técnica quirúrgica, densidad ósea, carga y regeneración ósea.	Estabilidad del implante según valor ISQ.	Muchos factores pueden afectar la estabilidad del implante dental medida con el dispositivo Osstell. Éste puede ser un instrumento útil para decidir el momento de la carga del implante, pero se requiere investigación adicional para establecer la confiabilidad y previsibilidad del análisis de frecuencia de resonancia para la futura osteointegración de los implantes dentales, lo que sigue siendo controvertido.

Tabla 4. Revisiones sistemáticas y meta-análisis incluidos en este estudio.

<i>N</i>	<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Artículos</i>	<i>Variables X</i>	<i>Variable Y</i>	<i>Resultado</i>
1	Atieh y cols (6)	2018	5	Macrodiseno del implante y pérdida de hueso marginal.	Valores ISQ para estabilidad del implante.	Existe evidencia limitada para demostrar la efectividad de los implantes dentales cónicos para lograr una mayor estabilidad del implante en comparación con los implantes dentales de paredes paralelas. Es posible obtener resultados superiores a corto plazo en el mantenimiento del hueso marginal periimplantario con implantes dentales cónicos. Se requieren más ECA diseñados adecuadamente para respaldar las supuestas ventajas de los implantes dentales cónicos en el protocolo de carga inmediata y otros escenarios clínicos complejos.

La densidad ósea fue el factor más encontrado en los diferentes estudios (tabla 5), debido a que muchos autores asocian la estabilidad del implante al contacto hueso-implante (BIC) y por lo tanto tomar medidas para obtener el ISQ podría reforzar la idea que, a mayor valor, mayor estabilidad y por ende mayor BIC. Vollmer y cols encontraron valores ISQ entre 39 y 87, si bien encontró diferencias significativas a favor del hueso mandibular sobre el hueso maxilar, también existieron implantes en mandíbula que estuvieron por debajo de 60 siendo clínicamente relevantes (20). Merheb y cols reportaron valores para estabilidad primaria entre 41 y 88, siendo significativamente mayores para los colocados en mandíbula (15), también existió implantes mandibulares con valores inferiores a 60. Vallecillo-Rivas y cols mostraron un ISQ mínimo de 25 y máximo de 91 al momento de la cirugía y mínimo de 63 y máximo de 87 doce semanas después (16). Los tres estudios mencionan que la razón de obtención de mayor ISQ en mandíbula en comparación con maxilar depende del tipo de hueso (cortical vs esponjoso) y que al momento del fresado e inserción del implante en hueso cortical se genera mayor resistencia y por lo tanto mayor BIC (15,16,20).

Tabla 5. Relación entre la densidad ósea y el ISQ					
Estudio	Número de implantes	Tipos de hueso	Tiempo de las medidas	Comparación	Resultados
Yi-Han Su y cols (10)	32	Maxilar y mandíbula	0, 2, 4, 6, 8, 10 y 12 sem	ISQ maxilar vs ISQ mandíbula	ISQ significativamente mayor para implantes en mandíbula en todas las mediciones ($P < 0.05$)
Díaz-Sánchez y cols 2017 (11)	67	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0, 3, 6, 12 mes	ISQ entre los tipos de hueso	ISQ no fue significativo para los distintos tipos de hueso en ningún momento.
Nappo y cols (12)	70	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0 y 3 mes	ISQ entre los tipos de hueso	Después de 3 meses los valores del ISQ fueron significativamente mayores en hueso tipo III que tipo IV.
Bafijari y cols (13)	77	Mandíbula (anterior y posterior)	0 y 12 sem	ISQ entre los mandíbula anterior y posterior	ISQ no fue significativo para las distintas regiones mandibulares.
Tanaka y cols (14)	229	Maxilar y mandíbula	Estabilidad primaria y secundaria	ISQ maxilar vs ISQ mandíbula	ISQ significativamente mayor para implantes en mandíbula ($P < 0.01$).
Merheb y cols (15)	195	Maxilar y mandíbula	0, 3 y 6 mes	ISQ vs diferentes regiones en maxilar y mandíbula.	Cirugía: ISQ fue significativamente mayor para huesos corticales ($r.64$ a $r.37$). A los 3 y 6 meses los valores no fueron significantes en ningún tipo de hueso ($P > .05$).

Vallecillo-Rivas y cols (16)	60	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0, 8 y 12 sem	ISQ entre huesos 1 y 2 vs 3 y 4	ISQ en función de la calidad del hueso (1-2 frente a 3-4) no fueron estadísticamente significativas a las 8 o 12 semanas después de la colocación del implante. Pero si fue significativo tras la medición en cirugía ($p < 0.05$).
Min-Wen Fu y cols (17)	95	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0	ISQ maxilar vs ISQ mandíbula	La puntuación estuvo significativamente influenciada por el arco maxilar (69.6 ± 9.4) /mandibular (76.5 ± 10.9) ($P = 0,001$).
Cobián y cols (18)	84	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0, 3 y 6 mes	ISQ entre huesos 1 y 2 con 3 y 4	Huesos tipo 1 y 2 presentaron valores superiores en 0 y 3 meses vs hueso tipo 3 y 4.
Daher y cols (19)	120	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	6 y 12 mes	ISQ entre los tipos de hueso	ISQ en hueso tipo 4 fue significativamente menor en comparación con los demás ($P = < 0.001$).
Vollmer y cols (20)	582	Maxilar y mandíbula	0 y 4 mes	ISQ maxilar vs ISQ mandíbula	ISQ significativamente mayor para implantes en mandíbula ($P = < 0.001$).

En cuanto al sexo (tabla 6), Fu y cols obtuvieron valores ISQ para hombres entre 51 y 91 y para mujeres entre 30 y 90, siendo estadísticamente significativos (17). Daher y cols por su parte encontraron valores ISQ para hombres en un rango de 51 a 89 y en mujeres de 43 a 86 tras 6 meses de su colocación (19). Aragonese y cols obtuvieron un promedio para estabilidad primaria y secundaria en el ISQ para mujeres de 71.1 ± 11.38 para implantes de 10mm y de 67.1 ± 11.59 para implantes de 11.5mm y en cuanto a los hombres un ISQ de $70.6 \pm SD 10.70$ en implantes de 10mm y 71.2 ± 9.41 para implantes de 11.5mm, refieren que dichos valores son estadísticamente significativos a favor de hombres al comparar el implante de 11.5mm (21). Los estudios coinciden en que la densidad ósea del sexo femenino suele ser menor en comparación con el sexo masculino, y además en mujeres la edad es un factor determinante ya que la pérdida de volumen óseo es más marcado con el paso de los años. Por lo tanto, al obtener mediciones de ISQ existirá menor BIC resultando en valores inferiores que el sexo masculino (17,19,21).

Tabla 6. Relación entre el sexo y el ISQ					
Estudio	Número de implantes	Tipos de hueso	Tiempo de las medidas	Comparación	Resultados
Aragoneses y cols (21)	559	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0, 3, 6, 12 mes	ISQ en mujeres vs ISQ en hombres	ISQ significativamente mayor para implantes en hombres $70.99 \pm 9,91$ vs mujeres $69 \pm 11,70$ ($P < 0.001$).
Planinic y cols (22)	67	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0 y 5 mes	ISQ en mujeres vs ISQ en hombres en diseños quirúrgicos	No hubo diferencia significativa entre sexos ($p = 0,27$), y se realizaron tres técnicas quirúrgicas diferentes ($p = 0,66$).
Min-Wen Fu y cols (17)	95	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	0	ISQ maxilar vs ISQ mandíbula entre los 2 sexos	Valores ISQ Insignificantes con relación al sexo. ($p > 0.05$)
Daher y cols (19)	120	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	6 y 12 mes	ISQ entre mujeres y hombres en cargas distintas	No hubo diferencias significativas entre los valores ISQ entre sexos independientemente de la carga.

En la tabla 7 se muestran los resultados para la carga y su influencia en el ISQ. Daher y cols realizaron una comparación entre el ISQ que existió a los 6 meses posterior a la cirugía entre los implantes con carga inmediata y aquellos con carga convencional; no encontró diferencias estadísticas, pero obtuvo los siguientes valores para implantes cargados inmediatamente (3 valores según la dirección de su medición); 66.2 ± 2.5 , 68.3 ± 3.6 y 67.2 ± 5.7 y para los implantes con carga convencional las 3 mediciones fueron de 65 ± 5.8 , 67.7 ± 6.4 y 66.3 ± 5.8 . Daher y cols refieren que considerando que la medición del ISQ a los 6 meses corresponde a estabilidad secundaria no debería existir una diferencia entre ambas cargas; sin embargo, para cargar inmediatamente un implante sugiere una estabilidad primaria alta (19).

Tabla 7. Relación entre la carga y el ISQ					
Estudio	Número de implantes	Tipos de hueso	Tiempo de las medidas	Comparación	Resultados
Daher y cols (19)	120	Huesos tipo 1, 2, 3 y 4	6 y 12 mes	ISQ entre carga convencional vs ISQ con carga inmediata	ISQ obtenido entre los implantes con carga inmediata no fue significativo al compararlos con carga convencional. ($p > 0.05$)

Tanaka y cols (14)	229	Maxilar y mandíbula	Estabilidad primaria y secundaria	ISQ con colocación de healing vs ISQ sin colocación de healing	ISQ en implantes con healing el mismo día de la cirugía presentaron ISQ mayor estadísticamente significativo en comparación con implantes en 2 fases ($p < 0.05$).
--------------------	-----	---------------------	-----------------------------------	--	--

El macrodiseño de implante dental (tabla 8) es un factor que engloba varios subfactores que las distintas casas comerciales a través de los años han implementado en sus diferentes sistemas de implantes. El diámetro y la longitud son subfactores del macrodiseño que se reportan con bastante frecuencia en los resultados de los estudios. El estudio por Merheb y cols comparó los resultados del ISQ con base en la longitud y el diámetro de los implantes; en cuanto a longitud encontró diferencias significativas a favor de los implantes con longitud 11mm (73.1 ± 6.6), 13mm (75.4 ± 7.4) y 15mm (74.8 ± 7.2) en comparación con el implante de 9mm (68.7 ± 6.7). En cuanto al diámetro encontró diferencias estadísticas a favor de los implantes de 4mm con un ISQ de 76.65 ± 6.05 en comparación con los implantes de 3.5mm con resultados de 72.46 ± 7.42 . Ambas comparaciones (diámetro y longitud) fueron realizadas al momento de la colocación de los implantes; la diferencia se perdió para ambas en la fase protésica; es decir, estabilidad secundaria (15). Aragonese y cols por su parte realizaron comparaciones similares en cuanto a la longitud de los implantes y encontraron diferencias significativas a favor de los implantes de 10mm (69.96 ± 10.03) vs 11.5mm (68.50 ± 10.54) en todos los tiempos de medición del estudio (estabilidad primaria y estabilidad secundaria) para implantes colocados en el maxilar; en mandíbula la diferencia no fue significativa (21). En su artículo del 2017, Diaz-Sánchez y cols no encontraron diferencias significativas al comparar implantes en cuanto a su diámetro y longitud. Comparó valores ISQ al momento de la colocación, 3 meses, 6 meses y 1 año; en los siguientes diámetros 3.5mm (67.82 ± 8.09) (70.64 ± 7.78) (72.26 ± 7.28) (73.48 ± 7.04), diámetro 4mm (70.41 ± 7.68) (73.52 ± 7.44) (74.94 ± 7.40) (76.05 ± 6.99), diámetro 4.2mm (69.82 ± 5.93) (74.17 ± 5.13) (75.71 ± 4.61) (76.39 ± 5.25) y diámetro 5mm (70.2 ± 4.05) (74.15 ± 3.43) (76.25 ± 3.13) (77.1 ± 2.80); se realizó las mismas mediciones en dichos tiempos para las siguientes longitudes, 9.5mm (70.44 ± 7.57) (73.86 ± 7.25) (75.6 ± 6.76) (76.48 ± 6.22), longitud de 11mm (67.60 ± 6.28) (71.65 ± 6.10) (73.21 ± 5.84) (74.17 ± 6.28) y longitud 12.5mm (70.05 ± 7.27) (72.5 ± 7.12) (74.0 ± 6.95) (75.30 ± 6.51) (11). Según los resultados presentados por estos tres estudios, tanto el diámetro como la longitud pueden influenciar en los valores de estabilidad primaria según el tipo de hueso y la técnica quirúrgica; sin embargo, la estabilidad secundaria no se ve influenciada por estas características debido a que dependen del tratamiento de superficie de cada implante y la capacidad de cicatrización de cada individuo (11,15,21).

La forma de un implante dental también es una característica del macrodiseño, Gehrke y cols compararon los ISQ para implantes cónicos versus semicónicos, donde encontraron diferencias estadísticas a favor de los implantes cónicos en lo que respecta a estabilidad primaria, mientras que para estabilidad secundaria la diferencia ya no fue significativa; se realizó las mediciones al momento de la cirugía y a los 90 días; obteniendo los siguientes valores: implantes cónicos ISQ entre 55 y 81 en la primera medida y entre 57 y 79 en la segunda medición; para los implantes semicónicos fue entre 51 y 78 en primera medición y 90 días después entre 56 y 76 (3). Su y cols decidieron comparar implantes cónicos versus rectos, encontraron diferencias estadísticas a favor

de los implantes cónicos, sin embargo, los valores para ambos grupos aumentaron progresivamente hasta la semana 12 en donde ya no existió diferencia significativa; obtuvieron valores en promedio de 72.43 ± 5.8 para los implantes cónicos, 70.04 ± 5.8 para los implantes rectos al momento de la cirugía fue de 77.94 ± 4.23 para los cónicos y 75.87 ± 4.23 para los implantes rectos a las 12 semanas (10). Lozano-Carrascal comparó las diferencias en el ISQ entre implantes cilíndricos e implantes cónicos; encontró diferencias estadísticas a favor de los cónicos con respecto a la estabilidad primaria, mientras que para la secundaria ya no existió diferencias significantes; para los implantes cónicos colocados en mandíbula el ISQ fue de 71.67 ± 5.16 y para el maxilar de 67.2 ± 4.42 ; mientras que los cilíndricos obtuvieron valores de 57.15 ± 4.83 en mandíbula y 49.17 ± 15.30 en el maxilar (4). Estudios con relación a la forma del implante coinciden que, si bien no existe una diferencia significativa a largo plazo con relación a la forma del implante, una mejor estabilidad primaria es deseable y se lo puede conseguir con implantes cónicos sobre todo cuando se trata de huesos menos corticales (3,4,6,10).

Gehrke y cols estudiaron la influencia que tiene el tipo de rosca en implantes dentales con el ISQ o estabilidad del implante; encontró que en implantes cónicos con espacio amplio entre roscas el ISQ para estabilidad primaria fue significativo en comparación con implantes semicónicos con roscas más cercanas entre sí, sin embargo, para la estabilidad secundaria la significancia se perdió; los valores reportados según sus tiempos de medición fueron para implantes cónicos entre 55 y 81 en la primera medida y entre 57 y 79 en la segunda medición y para los implantes semicónicos fue entre 51 y 78 en primera medición y 90 días después entre 56 y 76 (3). Baldi y cols reportan que al utilizar implantes con más espacios entre roscas, mayor es la probabilidad de obtener una mejor estabilidad; implantes con espacios profundos entre roscas obtuvieron un promedio de 78.0 ± 6.4 y los implantes con espacios cortos y menos profundos entre rosca un promedio de 71.8 ± 6.6 , las mediciones fueron realizadas al momento de la colocación del implante (5). Los autores coinciden en que, a mayor espacio entre rosca, mayor contacto existirá entre el hueso y la superficie del implante, por lo que recomiendan su uso especialmente en zona de huesos de baja densidad (3,5,6).

Tabla 8. Relación entre el macrodiseño del implante y el ISQ					
Estudio	Número de implantes	Diseño de implante	Tiempo de las medidas	Comparación	Resultados
Díaz-Sánchez y cols (11)	67	Diámetro: 3.4mm, 4.0mm, 4.2mm, 5.0mm Longitud: 8mm, 9.5mm, 11mm, 12.5mm	1 año en total. Inmediatamente tras la inserción, segunda fase, 6 meses y 1 año.	Diámetro vs ISQ: 3.4mm, 4.0mm, 4.2mm, 5.0mm Longitud vs ISQ: 8mm, 9.5mm, 11mm, 12.5mm	Diámetro: No diferencias significativas en el valor ISQ en relación con el diámetro del implante ($P \leq 0,05$). Longitud: no diferencias significativas entre el valor ISQ y la longitud del implante ($P \leq 0,05$)

Nappo y cols (12)	70	Diámetro: 3.5mm, 4mm. Longitud: 9mm, 11mm, 13mm	3 meses. Al momento de la colocación y en 3 meses.	Diámetro vs ISQ: 3.5mm, 4mm. Longitud vs ISQ: 9mm, 11mm, 13mm	Diámetro: En el momento de la colocación, los valores ISQ fueron significativamente más altos para implantes 4mm ($76,23 \pm 5,16$) en comparación con los implantes 3,5mm ($71,38 \pm 5,79$). Longitud: En el momento de la colocación, valores ISQ aumentaron progresivamente con la longitud del implante, pero sin diferencias significativas en los grupos (9, 11 y 13mm). 3 meses: Valores ISQ fueron significativamente más altos que los basales exclusivamente para implantes de 9 y 11mm. Los de 13mm no mostraron diferencias entre los valores ISQ1 e ISQ2.
Aragoneses y cols (21)	559	Longitud: 10mm, 11.5mm. Diámetro: 3,7, 4,0 y 4,3 mm	12 meses. Momento de la cirugía, 3, 6 y 12 meses.	Longitud 10mm vs 11.5mm	Diferencias significativas al comparar los valores ISQ en T1, siendo los valores para los implantes de 10mm (73.25) mayores que los de los implantes de 11,5mm (71.75). En T2 (71.1 – 70.2) y T3 (73.02-71.34). Longitud de 10 mm arroja valores mayores que 11,5 mm en cada punto de seguimiento.
Merheb y cols (15)	195	Diámetro: 3.5, 4mm. Longitud: 9, 11, 13, 15mm	6 meses: Momento de la cirugía y de 3 a 6 meses	Diámetro: 3.5, 4mm. Longitud: 9, 11, 13, 15mm	Longitud: En la cirugía la estabilidad fue de 68.7 para los 9mm, 73.1 para los 11mm; 75.4 para los 13mm y 74.8 ISQ para los 15mm. Significativo entre los 9mm vs 11,13 y 15mm. Diámetro: En la cirugía la estabilidad fue de 72.4 para los 3,5mm y 76,6 para los 4mm. Significativo entre los 2 grupos. La diferencia en la estabilidad del implante fue significativa entre los dos grupos. En fase protésica ya no diferencia significativa.
Díaz-Sánchez y cols (23)	106	Diámetro: 3,8; 4,1; 4,5 y 5,5mm. Longitud incluida es de 9 mm, 10 mm, 11,5 mm y 13mm.	12 meses. Momento de la cirugía, 3, 6 y 12 meses.	Diámetro: 3,8; 4,1; 4,5 y 5,5mm. Longitud incluida es de 9 mm, 10 mm, 11,5 mm y 13mm	Las mediciones ISQ no mostraron diferencias significativas al inicio entre los grupos de implantes y en las visitas posteriores ($p < 0,005$). Los resultados obtenidos mostraron un aumento de las medidas de ISQ a lo largo de las visitas.
Cobián y cols (18)	84	Diámetro: 3,3 y 3,75. Longitud: 10, 11,5 y 13mm.	Momento de la cirugía, mandíbula 3 meses y maxilar 6 meses.	Diámetro: 3,3 y 3,75. Longitud: 10, 11,5 y 13mm.	Los de mayor diámetro fueron los más estables. Los de longitud 11,5mm resultaron los más estables en cuanto a longitud. Los implantes de longitud 13mm evidenciaron menos estabilidad inicial y tras el periodo de cicatrización.

Carmo Filho y cols decidieron evaluar los valores ISQ en cuatro diferentes sistemas de implantes con tratamiento de superficie distintos (nanotite, osseotite, SLA (ráfaga de arena con grabado ácido) y SLActive (ráfaga de arena con grabado ácido activado)), encontró que todos los grupos

se comportaron de manera similar según sus valores ISQ hasta el día 91, desde entonces todos los sistemas de implantes aumentaron su ISQ; en promedio los valores ISQ mínimos y máximos fueron los siguientes; SLActive (78.8±2.6 y 80.2±2.4), SLA (79.5±2.8 y 83.4±3.1), nanotite (78.4±3.2 y 81.6±3.4) y osseotite (75.5±5.6 y 78.6±5.8) (24). Novellino y cols encontró que los valores ISQ aumentaron significativamente a partir de la quinta semana posquirúrgica en comparación con los valores ISQ al momento de la cirugía en implantes con tratamiento de superficie SAE (chorro de arena y grabado ácido) y SAE modificado (chorro de arena y grabado ácido con modificación), reportan valores ISQ en un rango entre 32.5 y 82.5 (25). Finalmente el estudio por Gursoytrak y cols realizó la comparación entre valores ISQ para estabilidad secundaria entre 2 tipos de tratamientos de superficie, no encontró diferencias significativas a las 12 semanas; el grupo con tratamiento bioactivo ISQ 73.40±4.30 y el grupo con tratamiento por chorro de arena 72.15±3.39 (26).

El diseño quirúrgico es otro de los factores que muchos estudios incluyeron y analizaron los valores ISQ para establecer cual protocolo seguir de acuerdo con la estabilidad de los implantes dentales (tabla 9). Merheb y cols compararon el ISQ tras usar una guía de soporte mucoso versus una guía de soporte óseo al momento de colocar los implantes; encontraron diferencias estadísticas a favor de los implantes colocados con guía de soporte mucoso (75.5±6.7) contra 72.6±7.4 para guía de soporte óseo (15). Bergamo y cols compararon los valores de ISQ para dos técnicas quirúrgicas distintas; oseodensificación (OD) versus fresado sustractivo (SD) al momento de la colocación del implante, a las 3 semanas y a las 6 semanas, encontró una diferencia estadística a favor de la técnica de oseodensificación excepto para los implantes cortos; los valores promedio para implantes cortos, medios y largos fueron; con técnica de OD (61±5.7;64±6.0;63±3.3) (75±2.7;70±2.9;75±2.1) (70±6.2;68±6.7;72±4.9) y para la técnica de SD (56±6.2;53±6.6;61±24.8) (63±2.4;59±2.5;66±1.8) (60±4.4;58±4.1; 61±4.4) (28). Sierra-Rebolledo y cols compararon los valores ISQ entre la técnica de fresado convencional (CD) y la técnica de fresado subdimensionado (UD) con relación a la longitud final del implante en 3 tiempos (cirugía, 6 semanas y 12 semanas) obteniendo los siguientes valores; para CD (65.5±6.03;66.40±4.51;69.09±6.59) y para UD (64.07±7.41;65.64±7.41;66.96±5.77) por lo tanto no existió una diferencia estadística a pesar de que el grupo CD mostró valores superiores durante todo el estudio (27). No se conoce con exactitud la razón por la cual varían los ISQ de acuerdo con la técnica quirúrgica; sin embargo, los autores justifican que el tipo de hueso en donde se va a colocar el implante influye en la elección de la técnica con el fin de preservar la mayor cantidad de hueso y por ende no perder la estabilidad primaria (15,27,28).

Tabla 9. Relación entre el diseño quirúrgico y el ISQ					
Estudio	Número de implantes	Tipos de hueso	Tiempo de las medidas	Comparación	Resultados
Díaz-Sánchez y cols (11)	67	1, 2, 3, 4	Inmediatamente tras la inserción, segunda fase, 6 meses y 1 año.	Tipo 1: no se modificó la técnica de fresado. Tipo 2: fresa helicoidal se redujo en un 75 % de la longitud final, Tipo 3: fresa espiral se redujo un 50 % de la longitud final, Tipo 4: la fresa espiral se redujo un 25 % de la longitud final.	La reducción del fresado final aumento significativamente la estabilidad primaria por generar un mayor contacto entre el implante y el hueso.

Bergamo y cols (28)	150	Maxilar y mandíbula (anterior y posterior)	Inmediato, 3 semanas, 6 semanas	Oseodensificación (OD) vs Fresado sustractivo (SD)	El fresado OD presentó una estabilidad primaria y secundaria del implante significativamente mayor durante las primeras 6 semanas de cicatrización en relación con el SD convencional.
Planinić y cols (22)	150	D3 Y D4	Inmediato y 5 meses	Estándar, osteótomo (OD) y guiada	Grupo del osteótomo mayor estabilidad primaria ($P < 0,01$) que grupo convencional y guiada. No hubo diferencias significativas en la estabilidad secundaria ($P > 0,05$).
Merheb y cols (15)	195	Diferentes regiones de interés	Inmediato, 3 meses, 6 meses	Guía de soporte mucoso vs guía de soporte óseo	La diferencia en la estabilidad del implante ($P < 0,01$) fue estadísticamente significativa para los implantes colocados con guía de soporte mucoso.
Sierra-Rebolledo y cols (27)	30 implantes	Maxilar anterior	Inmediato, 6 semanas y 12 semanas	Perforación convencional (CD), perforación subdimensionada (UD)	La comparación de los valores ISQ medios no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en los tres puntos temporales de medición. Sin embargo, el grupo CD siempre mostró valores ISQ más altos que el grupo UD

DISCUSIÓN

Todos los factores estudiados durante ésta revisión sistemática de la literatura influyen sobre la estabilidad de los implantes dentales y deberán ser estudiados en conjunto para la individualización de cada caso; sin embargo, la densidad ósea se mantiene como el factor más influyente en la estabilidad primaria, mientras que el microdiseño de los implantes parece ser el factor más influyente para la estabilidad secundaria.

Todos los estudios incluidos y discutidos en esta sección realizaron sus mediciones de RFA utilizando un dispositivo Osstell para obtener los valores de ISQ en sus implantes estudiados.

Densidad Ósea vs ISQ

Varios estudios clínicos se han concentrado en el estudio de la densidad ósea, siendo uno de los factores que parece ser de los más influyentes para la estabilidad primaria de los implantes dentales

(6,8). En su gran mayoría los autores toman la decisión de obtener valores de ISQ al momento de la colocación del implante (inmediatamente después de la cirugía) con el fin de cuantificar la estabilidad primaria (11-18,20). Los estudios en donde se pretendió comparar los valores ISQ entre hueso maxilar y mandíbula (10,14,15,17,20), concuerdan que el ISQ obtenido en el momento de la cirugía para el hueso mandibular es significativamente superior que el ISQ para el hueso maxilar como es el caso de los estudios por Vollmer y cols y Merheb y cols (15,20). Sin embargo, existe discrepancia al momento de comparar los datos para mediciones tomadas a partir de los 3 meses misma que estaría cuantificando la estabilidad secundaria, tal como lo demostró el artículo Vallecillo-Rivas y cols, en donde si bien se mantuvo la significancia estadística para la estabilidad primaria, la estabilidad secundaria medida en la semana 12 ya no fue significativa (16). Diversos autores también deciden realizar la comparación de los valores ISQ de acuerdo con el tipo de hueso según la clasificación de Leckholm y Zarb, en donde la gran mayoría de estudios concuerda que el ISQ para huesos tipo I y II inmediatamente luego de la cirugía es superior que los huesos tipo III y IV (11,12,16,18,19). En cuanto a mediciones del ISQ a partir de los 3 meses posquirúrgico los valores ya no son estadísticamente significativos entre los tipos de hueso I y II con el hueso tipo III, dejando únicamente significancia con el hueso tipo IV (12,16,18,19). Finalmente otro grupo de autores decidió comparar el ISQ entre distintas regiones del mismo hueso, como es el caso de los estudios de Bafijari y cols y el de Merheb y cols donde no encontraron resultados estadísticamente significantes cuando compararon maxilar anterior con maxilar posterior ni cuando lo hicieron entre mandíbula anterior y mandíbula posterior (13,15).

La densidad ósea es un factor determinante para la estabilidad primaria de un implante dental misma que está asociada a la cantidad de hueso y su contacto con la superficie del implante (BIC), la evidencia soporta que para huesos tipo I y II usualmente encontrados en el hueso mandibular los valores del ISQ van a ser superiores que para los tipos de hueso III y IV usualmente encontrados en maxilar cuando el ISQ es medido al momento de la colocación de un implante dental, sin embargo los valores ISQ parecen aproximarse independientemente del tipo de hueso a partir de las 12 semanas; asociándose a la aparición de la estabilidad secundaria.

Sexo vs ISQ

Si bien los tratamientos de implantes dentales son predecibles independientemente del sexo del paciente, algunos autores han decidido estudiar más a profundidad la relación que existe entre la estabilidad de los implantes y el sexo del paciente (17,19,21,22). Únicamente el estudio por Aragonese y cols encontró que el ISQ fue estadísticamente mayor para hombres al compararlo con mujeres (21). Los demás estudios, Daher y cols Planinic y cols, Min-Wen Fu y cols no encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se analizó el sexo independientemente al tipo de hueso y diseño quirúrgico (17,19,22).

El sexo femenino parece estar relacionado con una menor densidad ósea en los huesos en comparación con el sexo masculino; y además que la edad en relación con el sexo femenino parece tener una correlación positiva en cuanto al aumento de la edad mayor pérdida de volumen óseo asociado a factores hormonales. La evidencia científica es contradictoria puesto a que si bien la mayoría de los autores no encuentran una diferencia estadística que sea significativa; al analizar los datos por ejemplo en el estudio de Daher y cols y Aragonese y cols se reportan datos para el sexo femenino que representan a una estabilidad baja (<60) en comparación al sexo masculino (19-21). Por lo que es importante correlacionar otros factores al momento de colocar implantes en pacientes de sexo femenino y más aún cuando se trata de una edad avanzada.

Carga vs ISQ

La carga inmediata y carga convencional para los implantes dentales son dos tratamientos aceptados hoy en día y su selección suele ir de la mano con la estabilidad primaria del implante colocado (14,19,20). Los estudios realizados por Daher y cols concluyeron que los valores del ISQ no fueron estadísticamente significativos al comparar los implantes cargados inmediatamente con los implantes cuya carga fue convencional (19). Tanaka y cols por su parte decidió estudiar la influencia del tornillo de cicatrización colocado el mismo día de la cirugía y aquellos colocados en dos fases, encontraron que los valores del ISQ en los implantes cuyos tornillos de cicatrización fueron colocados el mismo día de la cirugía fue estadísticamente superior que los implantes en dos fases (14).

Se requiere más evidencia en cuanto a la relación que existe entre la carga del componente protésico y la estabilidad de los implantes. Revisiones sistemáticas como la de Manzano y cols y Chen y cols encontraron que la estabilidad de los implantes no está influenciada por la carga del componente protésico, también acotan que esta información debe ser manejada con precaución y se debe elegir con cuidado los implantes que serán cargados inmediatamente (7,8).

Macrodiseno vs ISQ

Por macrodiseno del implante dental se entiende a la arquitectura que una casa comercial decide darle a su implante, los más estudiados son el diámetro del implante y la longitud (6-8,11-12,15,18,21,23). Clínicamente las decisiones que se toman en cuanto a estos 2 subfactores va de acuerdo con el caso y los espacios anatómicos disponibles para la colocación del implante (disponibilidad ósea, cercanía a estructuras anatómicas, cercanía a dientes naturales u otros implantes dentales) (11-12,15,18,21,23). Autores se han propuesto comparar distintos diámetros en sus implantes y observar si existe o no una relación con la estabilidad primaria o secundaria del mismo (11,12,15,18,23). Merheb y cols reportan diferencias significativas a favor de los implantes con diámetro de 4mm cuando los comparó con los de 3.5mm, reforzando la teoría de que a mayor diámetro mayor estabilidad primaria (15). En cuanto a la longitud de los implantes, estudios como el de Aragonese y cols, Merheb y cols y Diaz-Sánchez y cols coinciden en que existe una diferencia significativa marcada a favor de los implantes con mayor longitud cuando se los coloca en huesos como el maxilar (11,15,21). Al asociar diámetro y longitud con estabilidad secundaria existe un acuerdo entre los distintos estudios en donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (11-12,15,18,23).

Un mayor diámetro y longitud de un implante no garantiza una estabilidad primaria clínica adecuada, sin embargo de acuerdo a la evidencia científica disponible se ha evidenciado que a mayor diámetro y longitud del implante (3.75 a 5mm de diámetro y 10 a 13mm de longitud) mayores valores ISQ; de todas maneras se deberá correlacionar con otros factores con el fin de obtener una estabilidad primaria adecuada que permita llegar a una estabilidad secundaria favorable a largo plazo independientemente del diámetro y longitud utilizado (6-8, 24-26).

Los implantes dentales cónicos han ganado popularidad en la implantología oral debido a que parecen obtener una estabilidad primaria superior que otras formas de implantes (cilíndricos, rectos y semicónicos) por lo que se ha sugerido su elección sobre todo cuando se los va a colocar en huesos menos corticales (3-4,6,10). Lo soporta estudios como el de Gehrke y cols, Su y cols y Lozano-Carrascal y cols, donde encontraron diferencias significativas a favor de los implantes cónicos al tratarse de estabilidad primaria; sin embargo, los 3 estudios mencionados reportaron

que todas las formas de los implantes incluidos dentro de sus comparaciones mostraron un aumento en los valores del ISQ a través del tiempo, concluyendo en que la estabilidad secundaria se puede lograr en la gran mayoría de casos a pesar de no contar con una estabilidad primaria alta (3-4,10). Finalmente una menor cantidad de estudios decidió comparar los diseños de las roscas en los implantes dentales, existe un acuerdo entre los resultados de los estudios de Baldi y cols y Gehrke y cols, donde mencionan que a mayor espacio entre rosca y rosca (pitch) y mayor profundidad entre las roscas y la superficie del implante, mayor será el contacto de hueso y superficie del implante, aumentando el BIC y por ende generando valores ISQ más altos que se podría traducir a una mejor estabilidad primaria; al igual como ocurre en la forma del implante, el diseño de las roscas no parece influenciar en la estabilidad secundaria (3,5-6).

Microdiseño vs ISQ

Las diferentes casas comerciales realizan tratamiento de superficie a sus implantes dentales con el fin de brindar beneficios tanto para la cicatrización ósea como para la buena adaptación de los tejidos blandos (6-8,11-12,15,24-26). Estudios recientes manifiestan que generar micro rugosidades en la superficie de los implantes dentales acelera la estabilidad secundaria, por un aumento en la conducción ósea y por lo tanto mayores serán los valores del ISQ a partir de las 12 semanas posterior a la cirugía (6,11,15,24-26).

A pesar de existir una gran variedad de implantes en el mercado y muchos con tratamientos de superficies, en esta revisión se estudiaron artículos que buscaron comparar las diferencias entre el ISQ y sus implantes con algún tratamiento de superficie específico. El artículo de Carmo-Filho y cols compararon el ISQ en 4 sistemas de implantes con distintos tratamientos de superficie (SLA, SLAactive, osseotite y nanotite); en resultados reportaron que no existió diferencia significativa entre ambos grupos, sin embargo los valores ISQ aumentaron en los 4 grupos a partir de la cuarta semana (24). Otro estudio realizado por Novellino y cols encontraron resultados similares, en donde al estudiar implantes con tratamientos de superficie tipo SAE y SAE modificado, sus resultados reportaron que no existió diferencias significativas en cuanto a los valores ISQ al momento de la cirugía, pero a partir de la quinta semana se evidenció un aumento del ISQ para ambos grupos (25). Finalmente, Gursoytrak y cols también realizaron un estudio en donde no encontraron valores estadísticamente significativos en el ISQ para estabilidad secundaria cuando realizaron la comparación entre tratamientos de superficies con grabado ácido/chorro de arena vs superficie alcalina bioactiva (26); reforzando de esta manera la teoría de los implantes dentales con superficies tratadas y su capacidad de acelerar la oseointegración.

Diseño quirúrgico vs ISQ

Algunos autores han encontrado que la estabilidad primaria esta influenciada por el diseño o técnica quirúrgica utilizada para la colocación de un implante dental. Diversos estudios afirman que para casos donde no se espera una estabilidad primaria alta se deberá realizar diseños quirúrgicos con fresados subdimensionados o con técnica de oseodensificación, de tal manera que se pierda la menor cantidad de hueso posible durante el fresado y así lograr mayor contacto hueso-implante al momento de insertar el implante (6-8,11,27,28). En el análisis de la estabilidad primaria, es decir, mediciones que se tomaron al momento de la colocación del implante, el estudio realizado por Sierra-Rebolledo y cols no encontraron diferencias significativas entre los grupos con fresado convencional y fresado subdimensionado (27). Contradictorio a lo que encontraron

Díaz-Sánchez y cols, donde si existió una diferencia significativa a favor de los fresados subdimensionados (11). Ambos estudios presentaron riesgo de sesgo moderado; los resultados entre ambos estudios radica en que Sierra-Rebolledo y cols no tomaron en cuenta los diferentes tipos de hueso y realizaron su estudio únicamente en zona de maxilar anterior, mientras que Díaz-Sánchez y cols tomaron en cuenta todos los tipos de hueso (11,27); por lo que la estabilidad primaria fue significativa especialmente en tipos de hueso III y IV, es decir huesos menos corticales e ideales para técnicas subdimensionadas.

La oseodensificación (OD) es una técnica quirúrgica relativamente nueva que consiste en un fresado que comprime hueso y genera una mayor compactación de la masa ósea previo a la inserción del implante (6,8,28). Bergamo y cols decidieron comparar los valores ISQ para estabilidad primaria (primeras 6 semanas) entre el fresado convencional (sustractivo) (SD) y fresado con técnica de oseodensificación, encontró diferencias estadísticas a favor del fresado tipo oseodensificación (28); cumpliéndose entonces los objetivos de dicha técnica sobre todo cuando se trata de zonas de hueso poco corticales que requieren mayor contacto hueso-implante (BIC) para aumentar sus valores de ISQ.

Algunos estudios decidieron también evaluar la estabilidad secundaria para los diferentes tipos de diseños o técnicas quirúrgicas (11,15,27); Merheb y cols, Díaz-Sánchez y cols y Sierra-Rebolledo y cols no encontraron diferencias estadísticas significantes para los valores ISQ obtenidos a partir de las 12 semanas entre ningún grupo; sin embargo, todos encontraron resultados clínicos favorables para las técnicas de fresado subdimensionados, debido a que los valores ISQ se incrementaron con relación a los iniciales (11,15,27). Al usar una técnica quirúrgica correcta dependiendo el tipo de hueso no requiere de una estabilidad primaria alta para lograr una estabilidad secundaria adecuada. Todos los estudios sugieren que tanto los diseños quirúrgicos modificados y convencionales son aceptables para los distintos tipos de huesos y deberán ser seleccionados con precaución considerando otros factores como el macrodiseño del implante y la ubicación anatómica del mismo (11,15,22).

En pacientes cuya densidad ósea es cuestionable o corresponde a zonas en los huesos maxilares en donde se estima que corresponde a un hueso tipo IV, se recomienda utilizar técnicas de fresado subdimensionadas o de oseodensificación con el fin de generar un mayor contacto hueso-implante (BIC) y obtener una estabilidad primaria mayor que permitirá al implante tener un mejor pronóstico y llegar a tener una estabilidad secundaria dentro de los rangos de normalidad.

CONCLUSIONES

- La densidad ósea o el tipo de hueso en donde se planea colocar uno o varios implantes dentales es el factor más influyente con relación a la estabilidad primaria (0 a 12 semanas) ya que se ha demostrado que a medida que aumenta el hueso cortical mayor será el valor del ISQ.
- El macrodiseño de los implantes dentales no es un factor determinante para la estabilidad de los implantes; sin embargo, la elección de los mismos (forma, longitud, diámetro, tipo de rosca) acorde al caso clínico y anatomía cumple un rol importante para el pronóstico y éxito del tratamiento.
- A pesar de no contar con suficiente evidencia, el microdiseño o tratamiento de superficie de los implantes parece ser un factor importante que además acelera el proceso de

cicatrización ósea alrededor de los implantes dentales, aumentando así los valores ISQ correspondientes para la estabilidad secundaria.

- Existen resultados contradictorios en la influencia de sexo con el ISQ, la tasa de éxito para los implantes dentales al comparar ambos sexos no presenta diferencias significativas; por lo que un tratamiento con implantes dentales es predecible para ambos.
- Se requieren más estudios clínicos para determinar si las técnicas de fresados subdimensionadas o de oseodensificación son las más adecuadas para los tipos de hueso menos corticales.
- Se soporta la evidencia que ante huesos más corticales y valores ISQ altos la carga inmediata es un procedimiento predecible; mientras que, se recomienda para huesos menos corticales y con valores ISQ menores esperar y aplicar el protocolo de carga convencional.
- La estabilidad primaria y secundaria en los implantes dentales dependen de varios factores, mismos que varían dependiendo de cada caso; ahí la importancia de analizar cada uno y tomar decisiones que busquen aumentar la tasa de éxito del tratamiento, utilizando como herramienta el RFA.

REFERENCIAS

1. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). Findings from the Global Burden of Disease Study 2017. Seattle, WA: IHME, 2018.
2. Sargolzaie N, Samizade S, Arab H, Ghanbari H, Khodadadifard L, Khajavi A. The evaluation of implant stability measured by resonance frequency analysis in different bone types. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2019 Feb 1;45(1):29-33.
3. Gehrke SA, da Silva UT, Del Fabbro M. Does Implant Design Affect Implant Primary Stability? A Resonance Frequency Analysis–Based Randomized Split-Mouth Clinical Trial. *Journal of Oral Implantology*. 2015 Dec;41(6):e281-6. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-13-00294
4. Lozano-Carrascal N, Salomó-Coll O, Gilabert-Cerdà M, Farré-Pagés N, Gargallo-Albiol J, Hernández-Alfaro F. Effect of implant macro-design on primary stability: A prospective clinical study. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 2016 Mar;21(2):e214. DOI: 10.4317/medoral.21024
5. Baldi D, Lombardi T, Colombo J, Cervino G, Perinetti G, Di Lenarda R, Stacchi C. Correlation between insertion torque and implant stability quotient in tapered implants with knife-edge thread design. *BioMed research international*. 2018 May 15;2018. DOI: 10.1155/2018/7201093
6. Atieh MA, Alsabeeha N, Duncan WJ. Stability of tapered and parallel-walled dental implants: a systematic review and meta-analysis. *Clinical implant dentistry and related research*. 2018 Aug;20(4):634-45.
7. Chen MH, Lyons KM, Tawse-Smith A, Ma S. Clinical significance of the use of resonance frequency analysis in assessing implant stability: a systematic review. *Int. J. Prosthodont*. 2019 Jan 1;32:51-8. DOI: 10.11607/ijp.6048
8. Manzano-Moreno FJ, Herrera-Briones FJ, Bassam T, Vallecillo-Capilla MF, Reyes-Botella C. Factors affecting dental implant stability measured using the ostell mentor

- device: A systematic review. *Implant dentistry*. 2015 Oct 1;24(5):565-77. DOI: 10.1097/ID.0000000000000308
9. Baltayan S, Pi-Anfruns J, Aghaloo T, Moy P. The Predictive Value of Resonance Frequency Analysis in the Surgical Placement and Loading of Endosseous Implants. *J Oral Maxillofac Surg* 74:1145-1152, 2016
 10. Su YH, Peng BY, Wang PD, Feng SW. Evaluation of the implant stability and the marginal bone level changes during the first three months of dental implant healing process: A prospective clinical study. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2020 Oct 1;110:103899. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2020.103899
 11. Díaz-Sánchez RM, Delgado-Muñoz JM, Hita-Iglesias P, Pullen KT, Serrera-Figallo MÁ, Torres-Lagares D. Improvement in the initial implant stability quotient through use of a modified surgical technique. *Journal of Oral Implantology*. 2017 Jun;43(3):186-93. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-16-00159
 12. Rengo C, Nappo A, Fiorino A, Pantaleo G, Spagnuolo G, Ferrari M. Influence of implant dimensions and position on primary and secondary stability—A prospective clinical study in mandible using resonance frequency analysis. *Clinical Oral Implants Research*. 2019 Sep;30:522-. DOI: 10.3390/app9050860
 13. Bafijari D, Benedetti A, Stamatoski 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 Macedonian journal of medical sciences*. 2019 Dec 15;7(23):4110. DOI: 10.3889/oamjms.2019.716
 14. Tanaka K, Sailer I, Iwama R, Yamauchi K, Nogami S, Yoda N, Takahashi T. Relationship between cortical bone thickness and implant stability at the time of surgery and secondary stability after osseointegration measured using resonance frequency analysis. *Journal of periodontal & implant science*. 2018 Dec 27;48(6):360-72. DOI: 10.5051/jpis.2018.48.6.360
 15. Merheb J, Vercruyssen M, Coucke W, Quirynen M. Relationship of implant stability and bone density derived from computerized tomography images. *Clinical implant dentistry and related research*. 2018 Feb;20(1):50-7. DOI: 10.1111/cid.12579
 16. Vallecillo-Rivas M, Reyes-Botella C, Vallecillo C, Lisbona-González MJ, Vallecillo-Capilla M, Olmedo-Gaya MV. Comparison of Implant Stability between Regenerated and Non-Regenerated Bone. A Prospective Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*. 2021 Jan;10(15):3220. doi: 10.3390/jcm10153220
 17. Fu MW, Fu E, Lin FG, Chang WJ, Hsieh YD, Shen EC. Correlation Between Resonance Frequency Analysis and Bone Quality Assessments at Dental Implant Recipient Sites. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2017 Jan 1;32(1). DOI: 10.11607/jomi.4684
 18. Cobián OG, Pedroso LH, López EM. Evaluation of stability in dentals implants by means of resonance frequency analysis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2015 Aug 3;14(4):460-9.
 19. Daher FI, Abi-Aad HL, Dimassi HI, Baba NZ, Majzoub ZA. Factors affecting implant stability quotients at immediately and conventionally loaded implants in the posterior maxilla: A split-mouth randomized controlled trial. *Journal of Prosthodontics*. 2021 Aug;30(7):590-603. DOI: 10.1111/jopr.13296

20. Vollmer A, Saravi B, Lang G, Adolphs N, Hazard D, Giers V, Stoll P. Factors influencing primary and secondary implant stability—a retrospective cohort study with 582 implants in 272 patients. *Applied Sciences*. 2020 Jan;10(22):8084. DOI: 10.3390/app10228084
21. Aragonese JM, Aragonese J, Brugal VA, Gomez M, Suarez A. Relationship between Implant Length and Implant Stability of Single-Implant Restorations: A 12-Month Follow-Up Clinical Study. *Medicina*. 2020 Jun;56(6):263. DOI: 10.3390/medicina56060263
22. Planinić D, Dubravica I, Šarac Z, Poljak-Guberina R, Celebic A, Bago I, Cabov T, Peric B. Comparison of different surgical procedures on the stability of dental implants in posterior maxilla: A randomized clinical study. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021 Nov 1;122(5):487-93. DOI: 10.1016/j.jormas.2020.08.004
23. Díaz-Sánchez RM, Delgado-Muñoz JM, Serrera-Figallo MÁ, González-Martín MI, Torres-Lagares D, Gutiérrez-Pérez JL. Analysis of marginal bone loss and implant stability quotient by resonance frequency analysis in different osseointegrated implant systems. Randomized prospective clinical trial. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 2019 Mar;24(2):e260. DOI: 10.4317/medoral.22742
24. Carmo Filho LC, Marcello-Machado RM, Castilhos ED, Del Bel Cury AA, Faot F. Can implant surfaces affect implant stability during osseointegration? A randomized clinical trial. *Brazilian Oral Research*. 2018 Oct 25;32. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0110
25. Novellino MM, Sesma N, Zanardi PR, Laganá DC. Resonance frequency analysis of dental implants placed at the posterior maxilla varying the surface treatment only: A randomized clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2017 Oct;19(5):770-5.
26. Gursoytrak B, Ataoglu H. Use of resonance frequency analysis to evaluate the effects of surface properties on the stability of different implants. *Clinical Oral Implants Research*. 2020 Mar;31(3):239-45.
27. Sierra-Rebolledo A, Tariba-Forero D, del Pilar Rios-Calvo M, Gay-Escoda C. Effect of undersized drilling on the stability of immediate tapered implants in the anterior maxillary sector. A randomized clinical trial. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2021 Mar;26(2):e187. DOI: 10.4317/medoral.24107
28. Bergamo ET, Zahoui A, Barrera RB, Huwais S, Coelho PG, Karateew ED, Bonfante EA. Osseodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial. *Clinical implant dentistry and related research*. 2021 Jun;23(3):317-28.