

EVALUATION OF THE INCLINATION EFFECT OF NON-SPLINTED IMPLANTS ON THE PROSTHETIC BEHAVIOR OF OVERDENTURES IN MANDIBLE EDENTULOUS PATIENTS

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLINACIÓN DE IMPLANTES NO FERULIZADOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PROTÉSICO DE SOBREDENTADURAS EN PACIENTES DESDENTADOS MANDIBULARES

JUAN ALBERTO ARISTIZÁBAL HOYOS¹, LUIS ALEJANDRO RESTREPO HERRERA²,
CAMILO ANDRÉS GÁLVEZ REYES³, JACKELINE MULETT VÁSQUEZ⁴

ABSTRACT. Introduction: the aim of this study was to evaluate the sagittal inclination of implants with respect to the occlusal plane of mandibular overdentures and their effect on the prosthetic behavior of the overdentures. **Methods:** 52 implants were evaluated in 26 fully mandible edentulous adults (two interforaminal implants per patient), rehabilitated with ball attachments and overdenture. Cephalometric tracing was conducted, evaluating the sagittal inclination of the implant to mandibular plane (MI), occlusal plane (OI), compensation angle (CA), and anterior facial height. The following clinical variables of prosthetic behavior were assessed: the need for prosthesis rebasing, changes in prosthetic accessories, and loosening of the prosthetic attachment. The variables were described with measurements of central tendency and dispersion. Intragroup comparisons were made with the Student's *t* test ($p < 0.05$) and correlations with the Pearson coefficient. **Results:** 26 patients were evaluated: 70.4% females and 29.6% males. The average age was 67.93 ± 8.6 years. The follow-up period ranged from 24 to 30 months. The average MI was 78.89 ± 10.9 degrees. There was a statistically significant correlation ($r = 0.6$) between MI and OI in patients who underwent a change in accessories and between MI and bone loss ($r = 0.557$) ($p = 0.007$). The average MI was higher in patients subjected to rebasing (89.70 ± 11.7 degrees), compared with those who were not subjected to rebasing (76.91 ± 9.8 degrees). A relationship with prosthetic pillar loosening could not be determined. **Conclusions:** the sagittal inclination of implants with respect to the occlusal plane in overdentures affects bone loss, leading to a change of accessories as well as prosthesis rebasing after two years of service.

Key words: dental implants, prosthetic veneer, mandibular prosthesis.

RESUMEN. Introducción: el objetivo del presente estudio consistió en evaluar la inclinación sagital de los implantes con respecto al plano oclusal de sobredentaduras mandibulares y su efecto sobre el comportamiento protésico de las mismas. **Métodos:** se evaluaron 52 implantes en 26 adultos desdentados totales inferiores (dos implantes interforaminales por paciente), rehabilitados con pilares tipo bola y sobredentadura. Se realizaron trazos cefalométricos y se evaluó la inclinación sagital del implante con respecto al plano mandibular (MI), el plano oclusal (OI), el ángulo de compensación (CA) y la altura facial anterior. Se evaluaron variables clínicas de comportamiento protésico: necesidad de rebase de la prótesis, cambio de aditamentos retentivos y aflojamiento del pilar protésico. Las variables se describieron con medidas de tendencia central y dispersión. Las comparaciones intragrupal se hicieron con prueba *t* de Student ($p < 0,05$), y las correlaciones con el coeficiente de Pearson. **Resultados:** se evaluaron 26 pacientes: 70,4% mujeres y 29,6% hombres. La edad promedio fue de $67,93 \pm 8,6$ años. El rango de seguimiento fue de 24 a 30 meses. El MI promedio fue de $78,89 \pm 10,9$ grados. Hubo una correlación ($r = 0,6$) estadísticamente significativa entre MI y OI en los pacientes a quienes se les realizó cambio de aditamentos y entre MI y la pérdida ósea ($r = 0,557$) ($p = 0,007$). La MI promedio fue mayor en aquellos pacientes a quienes se les hizo rebase ($89,70 \pm 11,7$ grados), en comparación con los que no tuvieron rebase ($76,91 \pm 9,8$ grados). No se pudo determinar la relación con el aflojamiento del pilar protésico. **Conclusiones:** la inclinación sagital de los implantes con respecto al plano oclusal de las sobredentaduras tiene un efecto sobre la pérdida ósea, lo que conlleva al cambio de aditamentos y rebase de la prótesis después de dos años de observación.

Palabras clave: implantes dentales, prótesis de recubrimiento, prótesis mandibular.

Aristizábal-Hoyos JA, Restrepo-Herrera LA, Gálvez-Reyes CA, Mulett-Vásquez J. Evaluation of the inclination effect of non-splinted implants on the prosthetic behavior of overdentures in mandible edentulous patients. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2017; 29(1): 13-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v29n1a1>

¹ Oral Rehabilitator. Associate Professor, Universidad Autónoma de Manizales

² Intern at the Specialization in Oral Rehabilitation, Universidad Autónoma de Manizales

³ Intern at the Specialization in Oral Rehabilitation, Universidad Autónoma de Manizales

⁴ Orthodontist. Associate Professor, Universidad Autónoma de Manizales

¹ Rehabilitador Oral. Profesor Asociado, Universidad Autónoma de Manizales

² Residente de la Especialización en Rehabilitación Oral, Universidad Autónoma de Manizales

³ Residente de la Especialización en Rehabilitación Oral, Universidad Autónoma de Manizales

⁴ Ortodoncista. Profesora Asociada de la Universidad Autónoma de Manizales

INTRODUCTION

While many studies have proven a high degree of patients satisfaction with overdentures on implants,¹⁻³ showing that these patients' quality of life is higher compared to patients with conventional dentures,⁴⁻⁵ there is also a high number of studies reporting repairs and maintenance of implant-supported dentures.⁶⁻⁸

Watson et al⁹ investigated the need for maintenance and repair of mandibular overdentures, finding out that, in the first year of use, 68% of patients required some type of prosthodontic maintenance.

The repairs and adjustments most commonly required in overdentures fixed with ball attachments include: loss of prosthetic pillar screws, fracture of the ball receptacle, rebasing of the prosthetic base, and ulcerations.¹⁰⁻¹²

The high success rate of interforaminal implants used in supporting mandibular overdentures has been well documented, and placing the implants parallel to each other has been recommended, especially when considering individual ball adjustments; another recommendation is to place them on the way of prosthesis insertion, in order to prevent incomplete settlement of the prosthesis and early failure of the adjustments, and to provide an axial load on the implants without causing tensions.¹³ Retention can also be maximized by setting implants parallel to each other.¹⁴

The scientific interest on the forces acting in dental implants that support overdentures has existed for many years. In 1993, Mericske-Stern¹⁵ conducted a study using cephalometric radiographs to observe the relative inclination of implant axis to the mandibular plane of the respective denture. The author found out that 70% of implants showed a buccal inclination, 11% showed a lingual inclination, and only 19% had a 90° angle.

INTRODUCCIÓN

Aunque muchos estudios muestran un alto grado de satisfacción de los pacientes portadores de sobredentaduras sobre implantes,¹⁻³ y señalan que la calidad de vida de estos pacientes es superior en comparación con los pacientes portadores de prótesis totales convencionales,⁴⁻⁵ existe también un alto número de reportes de reparaciones y mantenimientos de las prótesis removibles implanto-soportadas.⁶⁻⁸

Watson et al⁹ investigaron la necesidad de mantenimiento y reparación de sobredentaduras mandibulares y encontraron que, en el primer año de uso, el 68% de los pacientes requirió algún tipo de mantenimiento prostodóntico.

La mayoría de las reparaciones y ajustes que usualmente se requieren en las sobredentaduras unidas con ajustes en bola incluyen: pérdida de los tornillos del pilar protésico, fractura del receptáculo para la bola, rebase de la base de la dentadura y ulceraciones.¹⁰⁻¹²

El alto porcentaje de éxito de los implantes interforaminales usados para soportar sobredentaduras mandibulares ha sido bien documentado, y se ha recomendado que los implantes, especialmente cuando se contempla la realización de ajustes individuales en bola, sean colocados paralelos uno al otro y en la vía de inserción de la prótesis, con el fin de prevenir el incompleto asentamiento de la prótesis y el desgaste prematuro de los ajustes y para proveer una carga axial de los implantes sin producir momentos de tensión.¹³ La retención también se puede maximizar cuando los implantes son paralelos.¹⁴

Desde hace muchos años se ha tenido la inquietud científica acerca de las fuerzas que actúan en los implantes dentales que soportan las sobredentaduras. En 1993, Mericske-Stern¹⁵ llevó a cabo un estudio en el que observó, a través de radiografías cefalométricas, la inclinación relativa del eje de los implantes con respecto al plano mandibular de las respectivas prótesis. En su estudio encontró que un 70% de los implantes mostraron una inclinación bucal, 11% mostraron una inclinación lingual y solamente un 19% presentó un ángulo de 90 grados.

In 2001, Walton, Huizinga and Peck¹⁶ conducted a study aimed at developing a technique to measure the angle between two implants and between each implant to the planes, in order to analyze the relationship between maintenance (adjustments and repair) of ball attachments connecting mandibular overdentures and the angulation of implants.

In 2012, Atashrazm et al¹⁷ conducted a study to evaluate the effect of overdentures on retention and longevity when the implants had an inclination of 5 to 10 degrees.

In 2013, Çelik and Uludağ¹⁸ conducted a photoelastical study to evaluate the effect of implant inclination and the adjustments on load transfer and to compare the different designs of implant-retained mandibular overdentures. As for the model with inclined implants, they observed higher stress patterns in implants retained with a bar, in comparison with certain types of individual non-splinted attachments.

The aim of the present study was to evaluate the sagittal inclination of implants with respect to the occlusal plane of overdentures and their effect on prosthetic behavior after two years of service.

MATERIALS AND METHODS

This was a descriptive cross-sectional study in patients who attended the Clinic of Universidad Autónoma de Manizales Oral Rehabilitation Graduate Program. It involved evaluating the inclination and the clinical and radiographic behavior of 52 implants placed in 26 full mandible edentulous adults who were chosen for rehabilitation treatment with two interforaminal implants (BioHorizons RMR® Biohorizons Internal Implant System) of 3.8 x 15 mm or 3.8 x 12 mm in length, using ball attachments to support the lower overdenture.

En el año 2001, Walton, Huizinga y Peck¹⁶ realizaron un estudio tendiente a desarrollar una técnica para medir la angulación entre dos implantes y entre cada implante con referencia a planos, para analizar la relación entre el mantenimiento (ajustes y reparaciones) del ajuste en bola uniendo sobredentaduras mandibulares y la angulación de los implantes.

En 2012, Atashrazm et al¹⁷ presentaron un estudio en el cual evaluaron el efecto de las sobredentaduras sobre la retención y la longevidad cuando los implantes tenían una inclinación de 5 o 10 grados.

Çelik y Uludağ, en el 2013,¹⁸ adelantaron un estudio fotoelástico para evaluar el efecto de la inclinación del implante y los ajustes en la transferencia de cargas y para comparar los diferentes diseños de ajustes en sobredentaduras mandibulares implanto-retenidas. En cuanto al modelo con implantes inclinados, observaron patrones de estrés superiores en los implantes unidos con barra, en comparación con cierto tipo de anclajes individuales no ferulizados.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la inclinación sagital de los implantes con respecto al plano oclusal de las sobredentaduras y su efecto sobre el comportamiento protésico de las mismas en dos años de funcionamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal en pacientes que asistieron a la clínica del posgrado de Rehabilitación Oral de la Universidad Autónoma de Manizales. Se evaluaron la inclinación y las variables de comportamiento clínico y radiográfico de 52 implantes colocados en 26 adultos desdentados totales inferiores y que fueron escogidos para recibir un tratamiento rehabilitador con dos implantes interforaminales (BioHorizons RMR® Biohorizons Internal Implant System) de 3.8 x 15 mm o 3.8 x 12 mm, rehabilitados con pilares tipo bola para soportar una sobredentadura inferior.

The project was endorsed by the Universidad Autónoma de Manizales Ethics Committee (according to Affidavit N.º 12 of 2010). The present study complies with the scientific and ethical principles specified by international standards for health research, described in the Declaration of Helsinki and by the Colombian regulations according to Resolution 8430 of the Ministry of Health of Colombia. This study was classified as a research project with greater risk than the minimum, due to the use of x-rays (exposure to 6 mSv per clinical case). Therefore, prior to starting the study, all patients were clearly explained the objectives, risks and benefits of their participation, and only those who signed a written informed consent were included.

Once they accepted, patients were taken lateral head radiographs, in accordance with the standardization of equipment DX-D 300. Tracings were performed on the radiographs based on reference measurements in order to establish skeletal, facial and dental measurements, as well as on the implants; tracings were made on digital radiography through 32-bit OSIRIX® image viewer, version 5.8.2, and Dicom viewer for Macintosh® with the Mac OS operating system, version 10.11.1, prior calibration of the operator.

Tooth position in the maxillary and mandibular dentures was determined by markings with radiopaque resin material on teeth 11 and 31, at the most central point of the buccal gingival surface, the palatal gingival surface and at the center of the incisal edge, so that its radiopacity allowed the tracing on the longitudinal axis, projecting the shaft in an apical direction. For the occlusal plane, the reference point was the area of molars with a resin marking at the tip of the middle buccal cusp of the first left lower molar (LML) buccal cusp and the mesial fossa of the occlusal side of the first left upper molar (UMR); that way, with a maximum intercuspitation, the reference of the occlusal plane of each patient could be obtained.

El proyecto se desarrolló con el aval del Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Manizales (según Acta N.º12 de 2010). El presente estudio se ajustó a los principios científicos y éticos estipulados por las normas internacionales para la investigación en salud, descritos en la Declaración de Helsinki, y por la normatividad colombiana según la Resolución 8430 del Ministerio de Salud de Colombia. Se declaró como una investigación con riesgo mayor que el mínimo, por el uso de radiografías (exposición a 6 mSv por caso clínico). Por lo mismo, antes de iniciar el estudio, a todos los pacientes se les dieron a conocer claramente los objetivos, riesgos y beneficios de su participación, y solo se incluyeron aquellos que firmaron por escrito el consentimiento informado.

Una vez lo aceptaron, a los pacientes se les tomaron radiografías cefálicas de perfil, de acuerdo con la estandarización del equipo DX-D 300. Se realizaron trazos en las radiografías a partir de mediciones de referencia para establecer las medidas esqueléticas, faciales y dentales, así como en los implantes, las cuales se hicieron sobre la radiografía digital a través del visor OSIRIX®, versión 5.8.2 de 32-bit, y visualizador Dicom para la plataforma Macintosh® con el sistema operativo Mac OS, versión 10.11.1, previa calibración del operador.

La posición dental en las prótesis maxilares y mandibulares se determinó mediante una marcación con material de resina radiopaco en los dientes 11 y 31, en el punto más central de la superficie gingivo-vestibular, de la gingivo-palatina y en el centro del borde incisal, para que su condición de radiopacidad permitiera hacer el trazo del eje longitudinal, proyectando el eje en dirección apical. Para el plano oclusal se determinó establecer el punto de referencia en la zona de molares, con una marcación de resina en la punta de la cúspide bucal media del primer molar inferior izquierdo (LML) y en la fosa mesial de la cara oclusal del primer molar superior izquierdo (UMR); de esta manera, con una máxima intercuspitación, se podría tener la referencia del plano oclusal de cada paciente.

For the facial or soft tissue assessment, the esthetic line (LE) was taken as reference, tracing the nose point, which corresponds to the outermost point of the tip of the nose and the most anterior and outer point of the chin. There should be 4 mm of distance between the lower lip of the esthetic plane; a higher value would correspond to protrusion and a lower value would be retrusion.

The skeletal relationship was taken based on the tracings of the facial depth angle, which is composed of the Frankfort plane—the horizontal line drawn between Po (porion) and the Or point (orbitale)—and the intersection with the facial plane—the vertical line drawn between point N (nasion) and Pg (pogonion), whose standard is $90^\circ \pm 3^\circ$ —. The three skeletal classes were determined as follows: class I, between 87° and 93° , with the mandible in a harmonic position; class II, retruded position of the mandible with a $< 87^\circ$ value, and class III, protruded position of the mandible, with a $> 93^\circ$ value. Anteroinferior facial height was determined by the angle formed by the ANS (anterior nasal spine) plane and the Xi point (center of the mandibular ramus), and from this point a plane was traced to the point d (center of the mandibular symphysis).

To assess the anteroposterior position or inclination of the implants, the reference was the mandibular plane intersected by the most anterior longitudinal axis of the implant, similar to the tracing of the longitudinal axis of the natural mandible incisor (aII_m: angle of inclination of the implant to the mandibular plane); Similarly, implant inclination was analyzed with respect to the prosthetic occlusal plane (aII_{pop}: angle of inclination of the implant with respect to the prosthetic occlusal plane), determining the buccal or lingual inclination of the implant.

The angle of compensation of the implant (aCI) was established, which is the inclination that the mandible implant must have in antero-posterior direction for class I occlusal stability. It was determined by tracing the axis of prosthetic compensation (outer-most anterior

Para la valoración facial o de tejidos blandos, se tomó como referencia la línea estética (LE), trazando el punto nasal, que corresponde al punto más externo de la punta de la nariz y el punto más anterior y externo del mentón. Debe haber 4 mm de separación entre el labio inferior del plano estético; un valor mayor correspondería a proquelia y un valor menor a retroquelia.

La relación esquelética se tomó con base en los trazos del ángulo de la profundidad facial, que está conformado por el plano de Frankfort—línea horizontal trazada entre Po (porion) y el punto Or (orbitale)— y la intersección con el plano facial—línea vertical trazada entre el punto N (nasion) y Pg (pogonion), cuya norma es de $90^\circ \pm 3^\circ$ —. Las tres clases esqueléticas se determinaron de la siguiente forma: clase I, entre 87° y 93° , donde la mandíbula está en una posición armónica; clase II, posición retruida de la mandíbula con un valor $< 87^\circ$, y clase III, posición adelantada o anterior de la mandíbula, cuyo valor es $> 93^\circ$. La altura facial anteroinferior se determinó mediante el ángulo conformado por los planos ANS (espina nasal anterior) y el punto Xi (centro de la rama mandibular), y de este punto se trazó un plano hasta el punto d (centro de sínfisis mandibular).

Para valorar la posición anteroposterior o la inclinación de los implantes, se tomó como referencia el plano mandibular intersecado por el eje longitudinal más anterior del implante, de manera similar al trazo del eje longitudinal del incisivo mandibular natural (aII_m: ángulo de la inclinación del implante con respecto al plano mandibular); de igual forma, la inclinación del implante fue analizada con respecto al plano oclusal protésico (aII_{pop}: ángulo de la inclinación del implante con respecto al plano oclusal protésico), determinando la inclinación vestibular o lingual del implante.

Se estableció el ángulo de compensación del implante (aCI), que es la inclinación que debe tener el implante mandibular en sentido anteroposterior para obtener estabilidad oclusal en clase I. Se determinó trazando el eje de compensación protésico (punto anterior

point of the implant and inclination of the prosthetic incisor) and intersecting it with the longitudinal axis of the implant to obtain the angle of compensation of the implant (Figure 1).

más externo del implante y la inclinación del incisivo protésico) e intersectándolo con el eje longitudinal del implante para obtener el ángulo de compensación protésica (Figura 1).

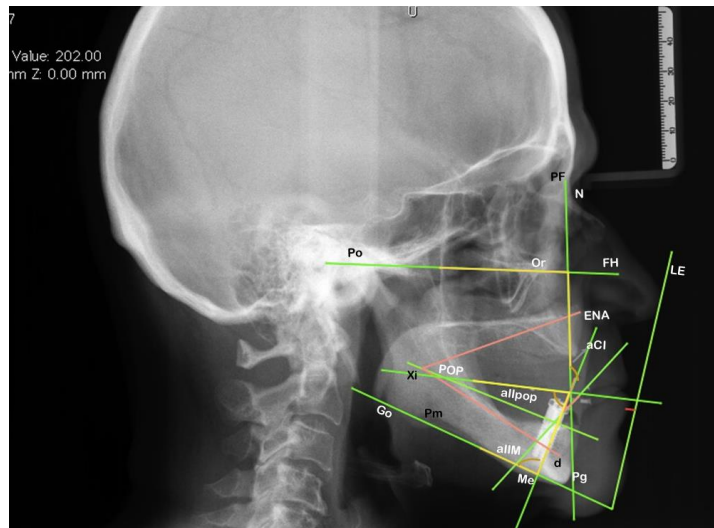


Figure. 1: Cephalometric landmarks: LE: aesthetic line; FH: Frankfort plane (Po: Porion to Or: Orbitale); PF: Facial plane (N: nasion to PG: Pogonion); ENA: anterior nasal spine; Xi: point Xi; d: point d (center of symphysis); PM: Mandibular plane (Go: Gonion to Me: Chin); POP: prosthetic occlusal plane; allpop: aIIM: angle of inclination of the mandibular implant; allpop: angle of inclination of the implant with respect to the prosthetic occlusal plane; aCI: angle of compensation of the implant.

Figura. 1: Características cefalométricas: LE: Línea estética; FH: Plano de Frankfort (Po: Porion a Or: Orbitale); PF: Plano facial (N: nasion a PG: Pogonion); ENA: espina nasal anterior; Xi: punto Xi; d: punto d (centro de la sínfisis); PM: Plano mandibular (Go: Gonion a Me: mentón); POP: plano oclusal protésico; allpop: aIIM: ángulo de la inclinación del implante mandibular; allpop: ángulo de la inclinación del implante con respecto al plano oclusal protésico; aCI: ángulo de la compensación del implante.

The data were recorded in an Excel® spreadsheet and, after consolidating all data, they were exported to the statistical package SPSS version 21. The analysis was made with measures of central tendency and variability. The qualitative variables were analyzed with absolute and relative frequencies. The bivariate analysis evaluated the sagittal inclination of the implant with respect to variables of clinical and radiographical behavior. The comparison of means was made with the Student's t test, and correlations were tested with the Pearson correlation coefficient, taking the p-value < 0.05 as statistically significant.

Los datos se registraron en una hoja de cálculo de Excel® y, luego de consolidar todos los datos, se exportaron al paquete estadístico SPSS versión 21. Se hizo análisis con medidas de tendencia central y variabilidad. Las variables cualitativas se analizaron con frecuencias absolutas y relativas. En el análisis bivariado se evaluó la inclinación sagital del implante con respecto a las variables de comportamiento clínico y radiográfico. La comparación de medias se hizo con la prueba t de Student, y las correlaciones fueron probadas con el coeficiente de correlación de Pearson, tomando el valor $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

RESULTS

A total of 26 patients were evaluated, 70.4% of which were females and 29.6% were males. The average age was 67.93 ± 8.6 years. The follow-up period ranged from 23 to 33 months, with an average of 29.85 ± 2.7 months. A total of 52 interforaminal implants were inserted (two per patient) of the BioHorizons RMR® trademark (Biohorizons Internal Implant System) measuring 3.8 x 15 or 3.8 x 12 mm, rehabilitated with ball attachments to support the lower overdenture.

The variables were described as average, standard deviation, and range. The sagittal inclination of the implant (MI) to the mandibular plane ranged from 63.48 to 106.69°, with an average of $78.89 \pm 10.9^\circ$. The results of the occlusal plane (OI) ranged from 68.41 to 100.13°, with an average of $84.75 \pm 9.3^\circ$. The compensation angle (CA) was 13.94 to 82.31°, with an average of $32.21 \pm 13.4^\circ$. The average value of the facial plane angle was $93.17 \pm 3.4^\circ$, with a range of 86.75 - 99.19°, of which 73% corresponded to an inclination in the lingual direction ($> 90^\circ$) and the remaining 27% had a vestibular direction, as shown in table 1.

Table 1. Angular variables

	N	Minimum	Maximum	Mean	SD
Skeletal relationship (angle of the facial plane)	26	86.75	99.19	93.1719	3.35106
Sagittal inclination of the implant (MI) (mandibular plane)	26	63.48	106.69	78.8869	10.94114
Occlusal plane (OI)	26	68.41	100.13	84.7531	9.33855
Compensation Angle (CA)	26	13.94	82.31	32.2142	13.36408

Normality: angle of 90° between the occlusal (or mandibular) plane and the axis of the implant

As for the vertical variables, the anterior facial height ranged from 39.85 to 64.57 mm, with an average of 51.78 ± 5.9 mm. Symphyseal height (SH)

RESULTADOS

Se evaluaron 26 pacientes, de los cuales el 70,4% eran mujeres y el 29,6% eran hombres. La edad promedio fue de $67,93 \pm 8,6$ años. El rango de seguimiento fue de 23 a 33 meses, con un promedio de $29,85 \pm 2,7$ meses. Se colocaron 52 implantes interforaminales (dos por cada paciente) de la marca BioHorizons RMR® (Biohorizons Internal Implant System) de 3.8 x 15 o 3.8 x 12 mm, rehabilitados con pilares tipo bola para soportar una sobredentadura inferior.

Las variables se describieron con promedio, desviación estándar y rango. La inclinación sagital del implante (MI) con respecto al plano mandibular varió entre 63,48 y 106,69°, con un valor promedio de $78,89 \pm 10,9^\circ$. Los resultados del plano oclusal (OI) estuvieron entre 68,41 y 100,13°, con una media de $84,75 \pm 9,3^\circ$. El ángulo de compensación (CA) se presentó entre 13,94 y 82,31°, con un valor promedio de $32,21 \pm 13,4^\circ$. El valor promedio del ángulo del plano facial fue de $93,17 \pm 3,4^\circ$, con un rango de 86,75 - 99,19°, de los cuales el 73% correspondían a una inclinación en dirección lingual ($> 90^\circ$) y el 27% restante estaban orientados en dirección vestibular, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Variables angulares

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Relación esquelética (ángulo del plano facial)	26	86,75	99,19	93,1719	3,35106
Inclinación sagital del implante (MI) (plano mandibular)	26	63,48	106,69	78,8869	10,94114
Plano oclusal (OI)	26	68,41	100,13	84,7531	9,33855
Ángulo de compensación (CA)	26	13,94	82,31	32,2142	13,36408

Normalidad: angulación de 90° entre el plano oclusal (o mandibular) y el eje del implante

En cuanto a las variables verticales, la altura facial anterior estuvo en un rango de 39,85 - 64,57 mm, con un promedio de $51,78 \pm 5,9$ mm. La altura sinfisal (SH)

ranged from 12.53 to 32.16 mm, with an average of 19.37 ± 4.3 mm. Initial prosthetic height (PH) ranged from 15.50 to 25.83 mm, with an average of 21.18 ± 3.0 mm, as shown in table 2.

Table 2. Vertical variables

	N	Minimum	Maximum	Mean	SD
Anterior facial height	26	39.85	64.57	51.7815	5.87780
Symphyseal height (SH)	26	12.53	32.16	19.3746	4.25313
Initial prosthetic height (PH)	26	15.50	25.83	21.1819	3.01383

The variable of bone loss was 0.54 ± 0.4 on average, with a minimum value of 0.0 and a maximum of 1.53. The results show that denture rebasing occurred only in 15% of patients who required this procedure (Figure 2).

Concerning the variable of change of accessories, 52% of patients did not need any change, while the remaining 48% did need change, as shown in figure 3. Similarly, only 7.4% of patients had loosening of the prosthetic attachment (Figure 4). No significant differences could be established among variables that had few cases.

se presentó entre 12,53 - 32,16 mm, con un valor promedio de $19,37 \pm 4,3$ mm. La altura protésica inicial (PH) estuvo entre 15,50 y 25,83 mm, con un valor promedio de $21,18 \pm 3,0$ mm, como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2. Variables verticales

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Altura facial anterior	26	39,85	64,57	51,7815	5,87780
Altura sinfusal (SH)	26	12,53	32,16	19,3746	4,25313
Altura protésica inicial (PH)	26	15,50	25,83	21,1819	3,01383

La variable de pérdida ósea fue de $0,54 \pm 0,4$ en promedio, con un valor mínimo de 0,0 y un máximo de 1,53. Los resultados muestran la variable de rebase de prótesis solo en 15% de los pacientes que requirieron este procedimiento (Figura 2).

En cuanto a la variable de cambio de aditamentos, el 52% de los pacientes no necesitó cambio, mientras que el 48% restante sí lo requirió, como se observa en la figura 3. De igual manera, solo el 7,4% de los casos presentaron aflojamiento del pilar protésico (Figura 4). No se pudieron establecer diferencias significativas entre las variables que presentaron pocos casos.

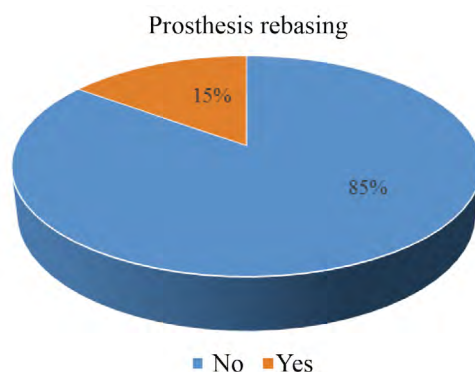


Figure 2. Percentage of patients who needed prosthesis rebasing

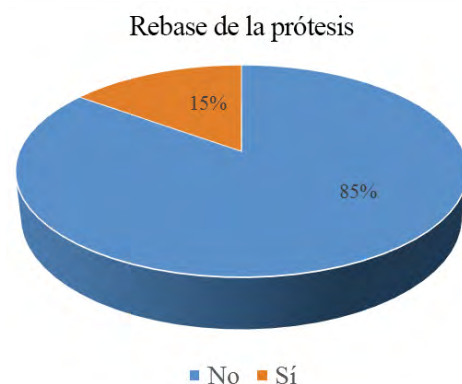


Figura 2. Porcentaje de pacientes que requirieron rebase de la prótesis

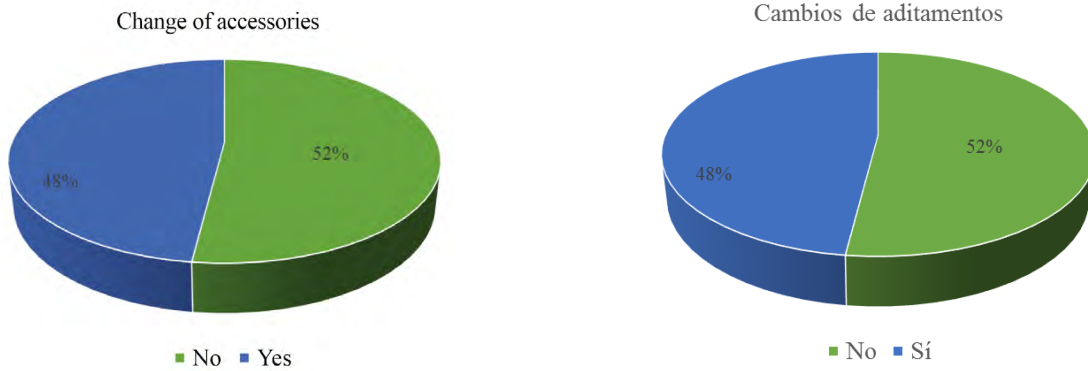


Figure 3. Percentage of patients who needed change of accessories

Figura 3. Porcentaje de pacientes que necesitaron cambio de aditamentos

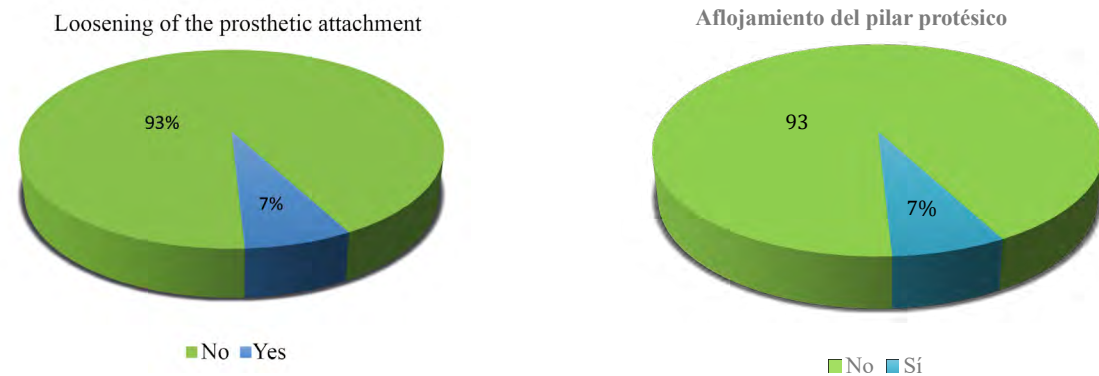


Figure 4. Percentage of patients who experienced loosening of the prosthetic attachment

Figura 4. Porcentaje de pacientes que presentaron aflojamiento del pilar protésico

The bivariate analysis was performed between the sagittal inclination of the implant with respect to other variables, conducting the Pearson (r) correlation analysis, finding out a low but significant correlation ($p < 0.05$) for most variables, except for occlusal plane and prosthetic height (Table 3).

El análisis bivariado se efectuó entre la variable de inclinación sagital del implante con respecto a las otras variables, y se llevó a cabo análisis de correlación de Pearson (r). Se estableció que hubo correlación baja pero significativa ($p < 0,05$) con la mayoría de variables, excepto con el plano oclusal y la altura protésica (Tabla 3).

Table 3. Cephalometric variables

VARIABLE	R	Sig (bilateral)	
Sagittal inclination of the implant (MI) with respect to the occlusal plane	-0.104	0.614	NS
Sagittal inclination of the implant (MI) with respect to prosthetic height (PH)	-0.152	0.460	NS
Angle of compensation with respect to the skeletal relationship (facial plane angle)	0.224	0.274	S
Sagittal inclination of the implant (MI) (mandibular plane) with respect to the compensation angle (CA)	-0.266	0.190	S
Sagittal inclination of the implant (MI) (mandibular plane) with respect to total bone loss	0.112	0.586	S
Sagittal inclination of the implant (MI) (mandibular plane) with respect to skeletal relationship	-0.006	0.975	S
Symphyseal height (SH) with respect to initial prosthetic height (PH)	-0.163	0.427	S

NS: Not significant. S: Significant

Tabla 3. Variables cefalométricas

VARIABLE	R	Sig (bilateral)	
Inclinación sagital del implante (MI) respecto al plano oclusal	-0,104	0,614	NS
Inclinación sagital del implante (MI) respecto a la altura protésica (PH)	-0,152	0,460	NS
Ángulo de compensación respecto a la relación esquelética (ángulo del plano facial)	0,224	0,274	S
Inclinación sagital del implante (MI) (plano mandibular) respecto al ángulo de compensación (CA)	-0,266	0,190	S
Inclinación sagital del implante (MI) (plano mandibular) respecto a la pérdida ósea total	0,112	0,586	S
Inclinación sagital del implante (MI) (plano mandibular) respecto a la relación esquelética	-0,006	0,975	S
Altura de la sinfisa (SH) respecto a la altura protésica inicial (PH)	-0,163	0,427	S

NS: No significativa. S: Significativa

The statistical adjustment showed a moderately negative linear correlation ($r = -0.331$) between the sagittal plane inclination of the implant (MI) (mandibular plane) and the occlusal plane (OI), as shown in the scatter plot (Figure 5).

Al realizar el ajuste estadístico se pudo observar una correlación lineal moderadamente negativa ($r = -0.331$) entre la inclinación del plano sagital del implante (MI) (plano mandibular) y el plano oclusal (OI), como lo muestra el gráfico de dispersión (Figura 5).

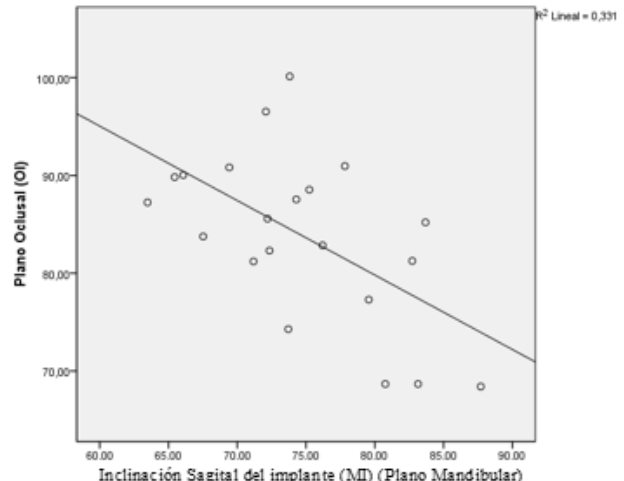
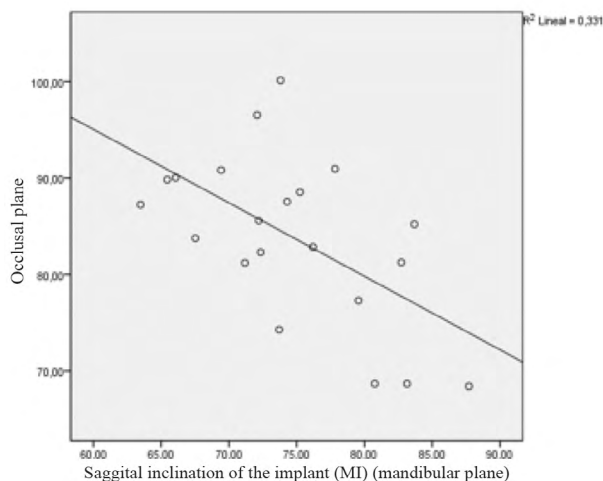


Figure 5. Correlation between the sagittal inclination of the implant and the occlusal plane

Figura 5. Correlación entre la inclinación sagital del implante y el plano oclusal

Concerning the correlation between the sagittal angle of the implant and anterior facial height, there is a slightly negative relationship ($r = -0.13$), as shown in figure 6.

En cuanto a la correlación entre la inclinación sagital del implante y la altura facial anterior, se observa una relación levemente negativa ($r = -0.13$), como se aprecia en la figura 6.

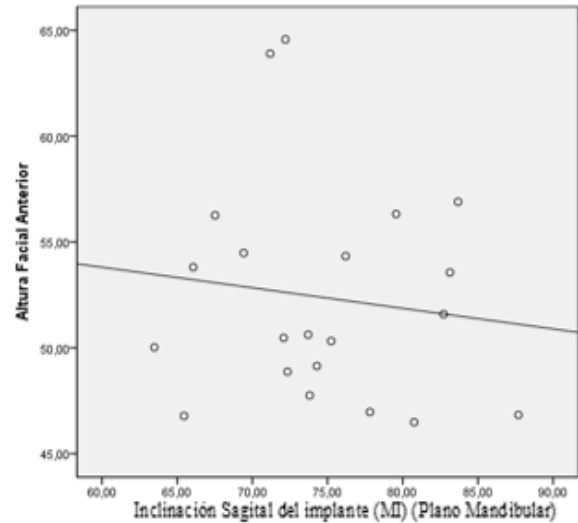
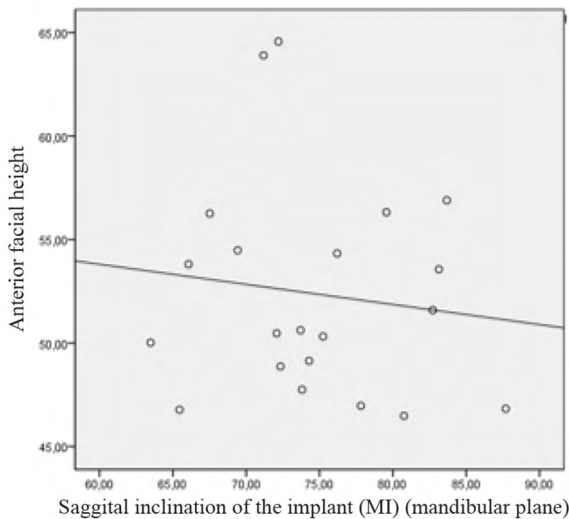


Figure 6. Correlation between sagittal inclination of the implant and facial height

Figura 6. Correlación entre inclinación sagital del implante y altura facial

The correlation between the sagittal inclination of the implant and prosthetic height was linear and slightly negative (Figure 7).

La correlación entre la inclinación sagital del implante y la altura protésica fue lineal y levemente negativa (Figura 7).

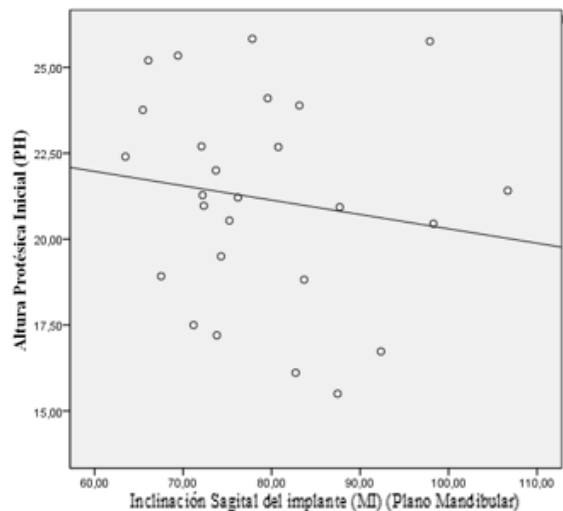
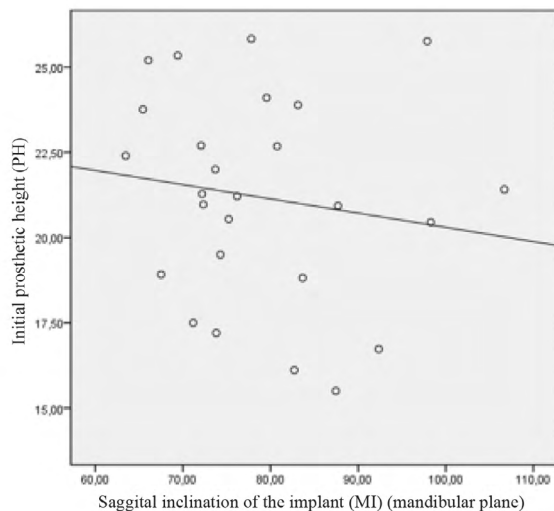


Figure 7. Correlation between sagittal inclination and prosthetic height

Figura 7. Correlación entre inclinación sagital y altura protésica

In terms of correlation between inclination of the implant and compensation angle, a moderate negative linear relationship was observed ($r = -0.41$), as seen in figure 8.

En cuanto a la correlación entre las variables inclinación del implante y ángulo de compensación, se obtuvo una relación lineal negativa moderada ($r = -0.41$), como se puede apreciar en la figura 8.

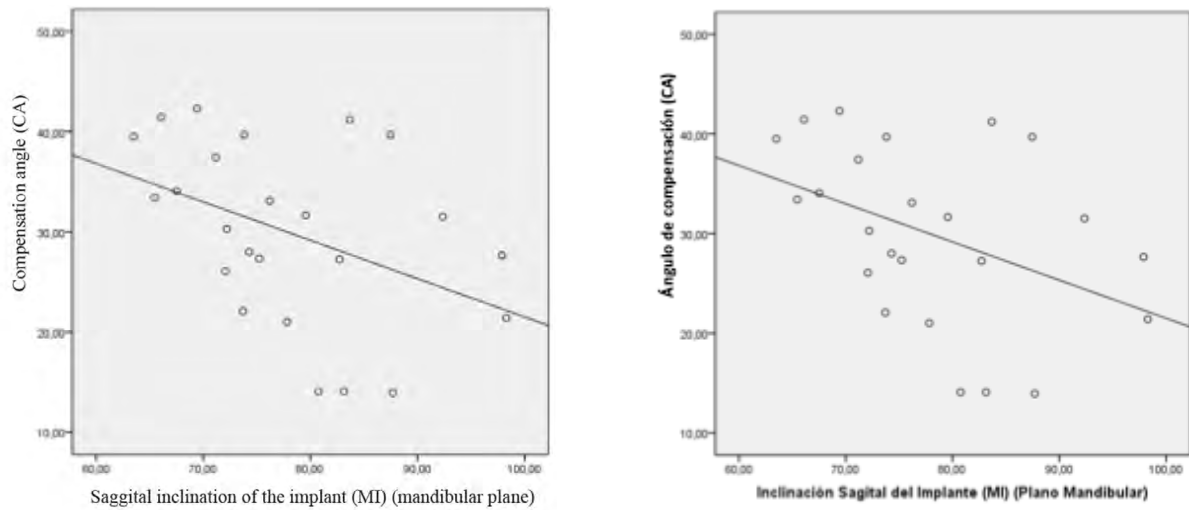


Figure 8. Correlation between sagittal inclination and compensation angle (CA)

Figura 8. Correlación entre inclinación sagital y ángulo de compensación (CA)

In grouping the data by the variable of prosthesis rebasing, the average MI was higher in patients who underwent rebasing ($89.70 \pm 11.7^\circ$) compared to those who did not have this procedure ($76.91 \pm 9.8^\circ$), as shown in figure 9. Similarly, there was a strong positive correlation between MI and OI in patients who did need rebasing ($r = 0.79$), while those who did not have rebasing showed a low and negative correlation ($r = -2.4$), as shown in figure 10.

Al agrupar los datos por la variable rebase de prótesis, la MI promedio fue mayor en aquellos pacientes a quienes se les hizo rebase ($89,70 \pm 11,7^\circ$) con respecto a los que no tuvieron este procedimiento ($76,91 \pm 9,8^\circ$), como se presenta en la figura 9. De igual forma, se presentó una correlación positiva fuerte entre el MI y el OI en los que sí necesitaron rebase ($r = 0,79$), mientras que en los que no tuvieron rebase la correlación fue baja y negativa ($r = -2,4$), como se muestra en la figura 10.

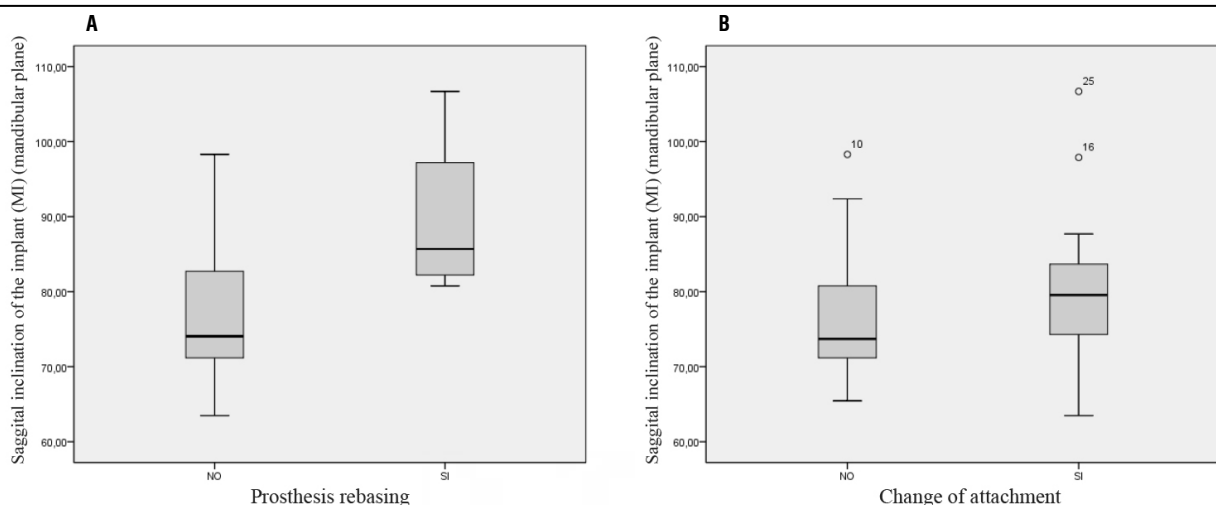


Figure 9. MI grouped by prosthesis rebasing (A) and change of accessories (B)

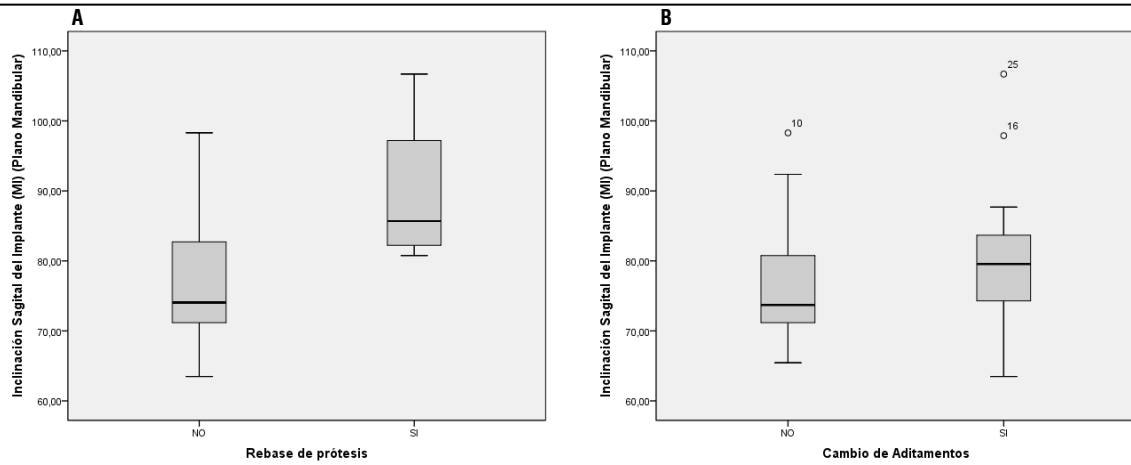


Figura 9. MI agrupada por rebase de prótesis (A) y por cambio de aditamentos (B)

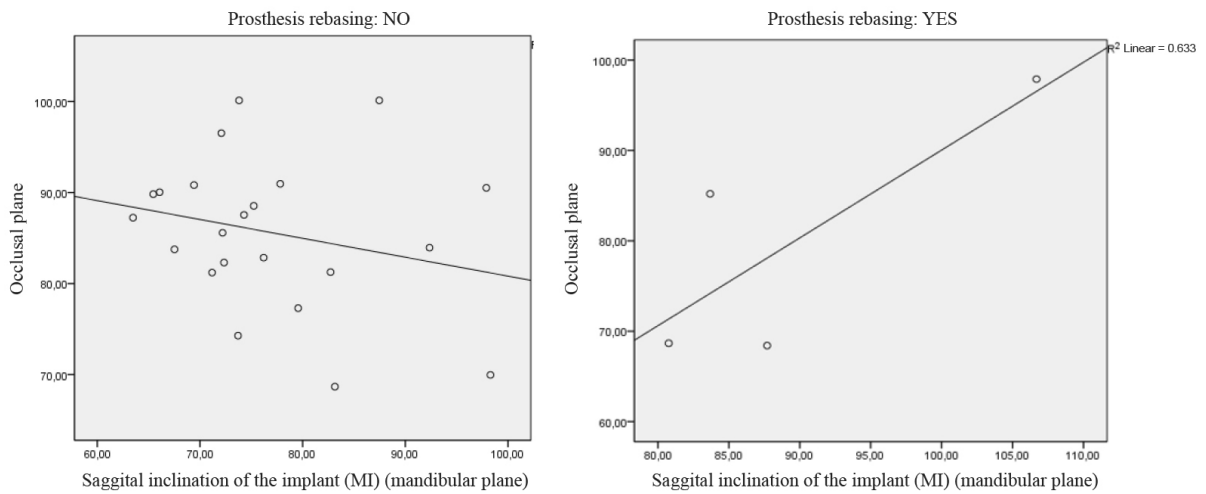


Figure 10. Correlation between inclination of the implant and occlusal plane in patients with and without prosthesis rebasing.

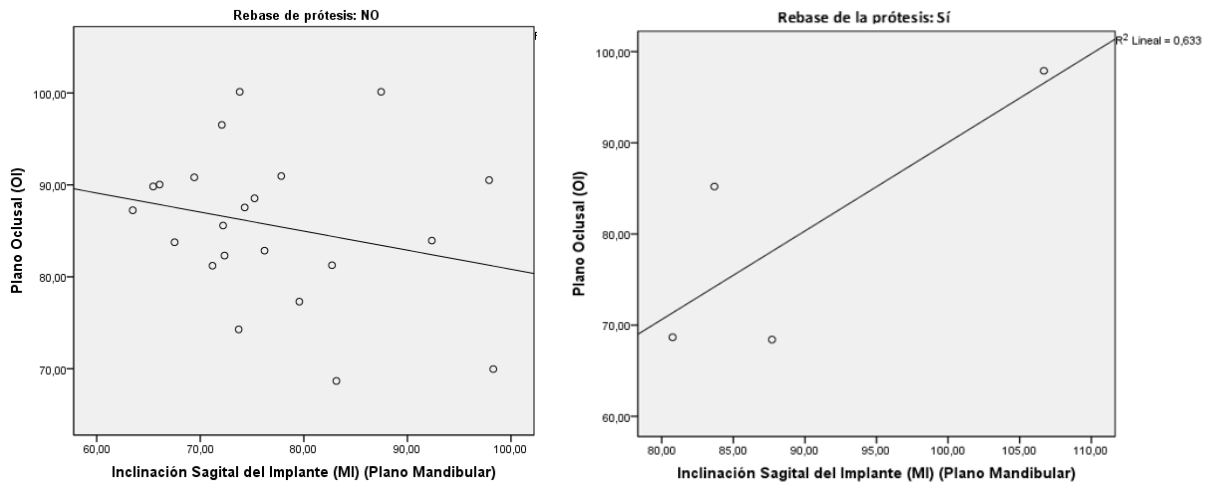


Figura 10. Correlación entre inclinación del implante y plano oclusal en pacientes con y sin rebase de prótesis.

On the other hand, the average implant inclination in patients who didn't undergo change of accessories was lower ($77.09 \pm 9.97^\circ$) compared to those who did have change of accessories ($80.68 \pm 9.9^\circ$), as shown in figure 10, although the differences were not significant ($p = 0.73$). Also, there was a high negative linear correlation ($r = -0,742$) between the inclination of the implant and the occlusal plane in patients who had change of accessories ($p = 0.009$), while those who did not have changes presented a slight negative linear relationship between the variables ($r = -2.87$), as shown in figure 11.

Por otra parte, el promedio de inclinación del implante en los pacientes a los que no se les hizo cambio de aditamentos fue menor ($77,09 \pm 9,97^\circ$) con respecto a los que sí tuvieron cambio de aditamentos ($80,68 \pm 9,9^\circ$), como lo muestra la figura 10, aunque las diferencias no fueron significativas ($p = 0,73$). Además, se evidenció que hubo una correlación lineal negativa alta ($r = -0,742$) entre la inclinación del implante y el plano oclusal en los pacientes a quienes se les hizo cambio de aditamentos ($p = 0,009$), mientras que aquellos a quienes no se les hizo cambio presentaron una relación lineal negativa leve entre las variables ($r = -2,87$), como se muestra en la figura 11.

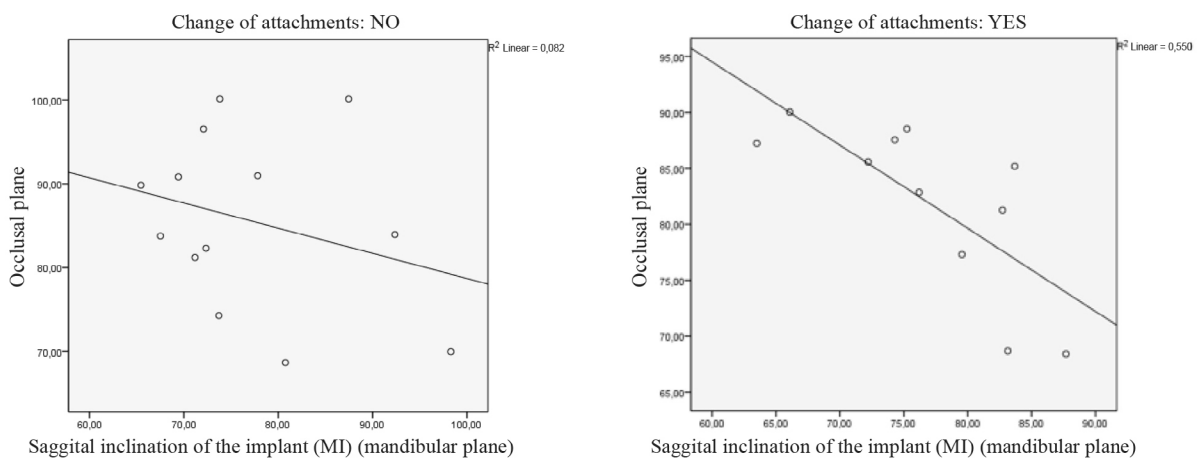


Figure 11. Correlation between inclination of the mandibular implant and the occlusal plane in patients with and without change of accessories

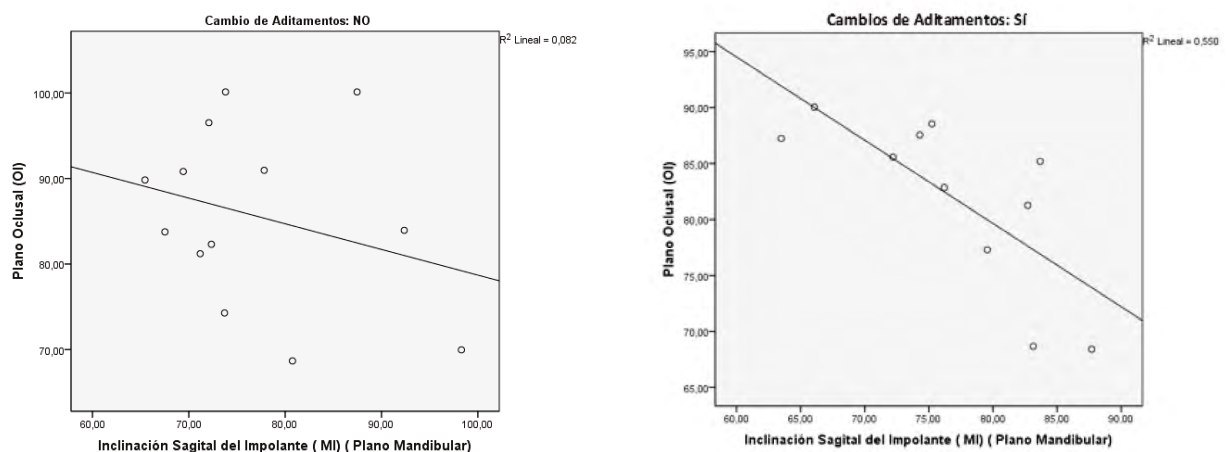


Figura 11. Correlación entre inclinación del implante mandibular y plano oclusal en pacientes con y sin cambio de aditamentos.

Student's t test was used to determine the differences between genders, showing that the sagittal inclination of the implant was higher in males, but this difference was not significant ($p = 0.337$); nor was it in the occlusal plane ($p = 0.731$), the compensation angle ($p = 0.571$) or the anterior facial height ($p = 0.738$).

It was shown that there was a strong positive linear relationship ($r = 0.74$) between the inclination of the implant and bone loss, with statistical significance ($p = 0.007$). By grouping the results by change of accessory, the correlation was strong ($r = 0.805$) in those patients who did not have a change in accessory, while those who had a change in accessory showed a low correlation ($r = 0.285$); the first result was significant ($p = 0.001$) but the second was not ($p = 0.457$), as shown in figure 12.

Para determinar las diferencias entre géneros se hizo la prueba t de Student, en la que se evidenció que la inclinación sagital del implante fue mayor en hombres, pero dicha diferencia no fue significativa ($p = 0,337$); tampoco lo fue en el plano oclusal ($p = 0,731$), el ángulo de compensación ($p = 0,571$) ni la altura facial anterior ($p = 0,738$).

Se demostró que hubo una relación lineal positiva fuerte ($r = 0,74$) entre la inclinación del implante y la pérdida ósea, con significancia estadística ($p = 0,007$). Al agrupar los resultados por cambio de aditamento, se demostró que en aquellos pacientes a quienes no se les hizo cambio de aditamento la correlación fue fuerte ($r=0,805$), mientras que en aquellos a quienes se les hizo cambio la correlación fue leve ($r = 0,285$); la primera fue significativa ($p = 0,001$), mientras que la segunda no lo fue ($p = 0,457$), como lo muestra la figura 12.

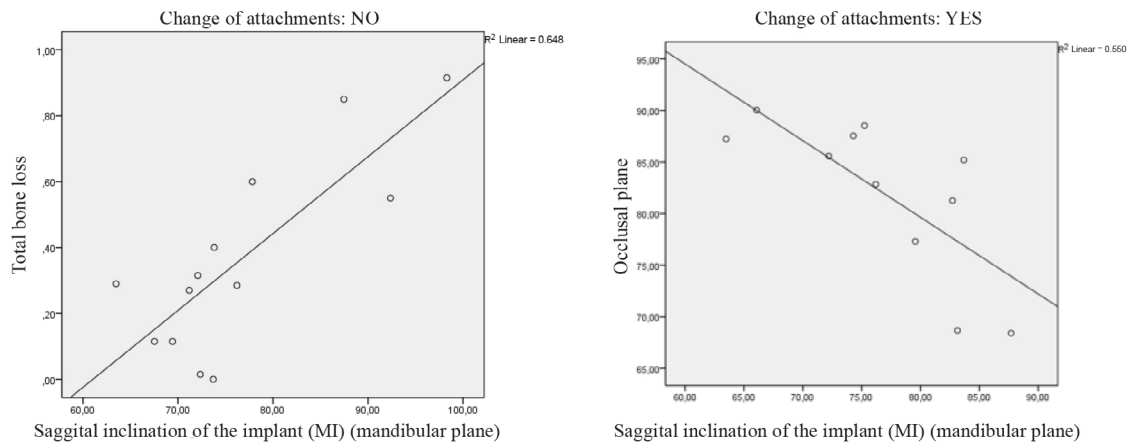


Figure 12. Correlation between inclination of the implant and bone loss grouped by change of accessory.

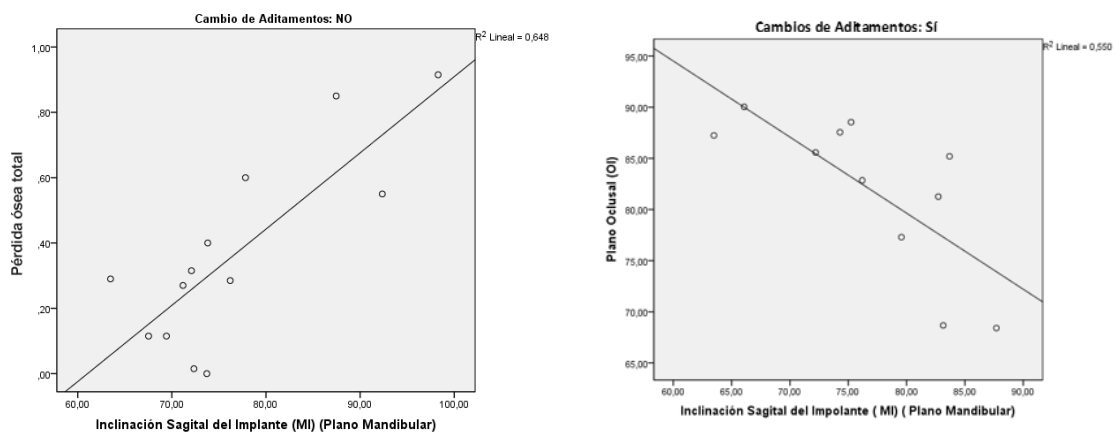


Figura 12. Correlación entre inclinación del implante y pérdida ósea agrupada por cambio de aditamento.

Finally, by grouping data by skeletal classification, 48.1% of the patients were class III, 44.4% class I, and 7.4% class II. The average inclination in class I implants was 77.53 ± 9.5 , in class II was 79.56 ± 2.3 , and in class III was 79.19 ± 12.3 ; although there was variation, the differences were not statistically significant between the groups ($p > 0.05$). The correlations between inclination of the implant and the occlusal plane were low in the three skeletal classes.

The researchers did not conduct correlation analysis of the variable “loosening of the prosthetic attachment” because it did not have enough cases. Similarly, intragroup statistical differences were not established for the same reason.

DISCUSSION

Rehabilitation with implant-supported overdentures can be a treatment choice, although it may pose problems when the implants and the connections are not completely parallel. This leads to a decrease in retention and longevity of overdentures.⁹⁻²⁰ Similarly, the location and degree of the occlusal forces affect the quality and quantity of the pressures and tensions produced in all components of the bone-implant-prosthesis complex;²¹ consequently, the angulation of the implant can affect the clinical outcomes. The present study aimed to evaluate the sagittal inclination of implants with respect to the occlusal plane of overdentures and its effect on the prosthetic behavior in two years of service.

In this study, lateral cephalic radiographs were used to evaluate the inclination of implants, since it is one of the most accurate ways to measuring the location of the implant in the bone structure.

Radiographs can help establish whether the implants and attachments are parallel to each other,

Finalmente, al agrupar los datos por clasificación esquelética, el 48,1% de los pacientes correspondían a clase III, 44,4% a clase I y 7,4% a clase II. El promedio de inclinación en los implantes clase I fue de $77,53 \pm 9,5$, en los de clase II fue de $79,56 \pm 2,3$ y en los de clase III $79,19 \pm 12,3$; aunque hubo variación, las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre ninguno de los grupos ($p > 0,05$). Las correlaciones entre inclinación del implante y plano oclusal fueron bajas en las tres clases esqueléticas.

No se hizo el análisis de correlación de la variable “aflojamiento de pilar protésico” porque no tuvo suficientes casos. De igual forma, no se pudieron establecer diferencias estadísticas intragrupal por la misma razón.

DISCUSIÓN

La rehabilitación con sobredentaduras implantosoportadas puede ser una opción de tratamiento favorable para los pacientes, aunque, en general, se presentan problemas cuando los implantes y las conexiones no quedan completamente paralelos. Esto conduce a una disminución en la retención y la longevidad de las sobredentaduras.¹⁹⁻²⁰ Asimismo, la localización y la magnitud de las fuerzas oclusales afectan la calidad y cantidad de las presiones y tensiones inducidas en todos los componentes del complejo hueso-implante-prótesis;²¹ en consecuencia, la angulación del implante puede determinar los resultados clínicos. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la inclinación sagital de los implantes con respecto al plano oclusal de las sobredentaduras y su efecto sobre el comportamiento protésico de las mismas en dos años de funcionamiento.

En este estudio se utilizaron radiografías cefálicas laterales para evaluar la inclinación del implante, dado que es una de las formas más acertadas para medir la ubicación del implante en la estructura ósea.

Con las radiografías se puede establecer si los implantes y los ajustes están paralelos entre sí,

as otherwise there would be negative consequences leading to failure of the implant, the prosthesis and the treatment in general, and thus to patient dissatisfaction.²²⁻²⁴ In addition to the cephalometric variables associated with the location of the implant taken into account in this study, other clinical variables were analyzed, such as the need for change of accessories, the loosening of the prosthetic attachment, the need for denture rebasing, and other clinical observations that were found.

Some studies have shown that an implant inclination of up to 5° does not significantly affect the retention.²⁵ Hong et al²⁶ found that one could achieve less stress and better stability of implant-supported overdentures with two implants when these are placed parallel to the axial axis; these data were validated by Parel.²⁷ Schramm-Scherer et al concluded that a lingual inclination of implants to the occlusal plane is less favorable and leads to a greater loss of bone connection, primarily on the lingual site of the implant.²⁸ It has also been demonstrated that an inclination greater than 20° would lead to a decrease in denture retention.²⁹

The results of this study demonstrate that the sagittal inclination angle may be linked to the need of rebasing and to a change of accessories, but not to the loosening of the prosthetic attachment. On the contrary, Mericske-Stern and Zarb¹⁵ assessed the forces of implants that retain overdentures, concluding that the axis of the implant, in relation to the occlusal plane of the corresponding prosthesis, has no significant influence on the peri-implant results or on the support of the overdentures.

The results of the present study were similar to the study by Krennmair et al,³¹ who proved that the sagittal inclination of the implant ranged from 53 to 96°, with an average of $74.3 \pm 9.3^\circ$. In the present study, it ranged from 68.41 to 100.13°, with an average of $84.75 \pm 9.3^\circ$. This difference may be explained because the individuals

pues de lo contrario habría consecuencias negativas que llevan al fracaso del implante, la prótesis y el tratamiento en general, y con ello a la insatisfacción del paciente.²²⁻²⁴ Además de las variables cefalométricas asociadas a la ubicación del implante tenidas en cuenta en este estudio, también se analizaron otras variables clínicas, como la necesidad de cambio de aditamentos, el aflojamiento del pilar protésico, el requerimiento de rebase de prótesis y otras observaciones clínicas encontradas.

En algunos estudios se ha comprobado que la inclinación de los implantes de hasta 5° no afecta significativamente la retención.²⁵ Hong et al²⁶ encontraron que se podía obtener menor estrés y mejor estabilidad del implante en sobredentaduras soportadas con dos implantes cuando estos estaban colocados paralelos al eje axial; estos datos fueron corroborados por el estudio de Parel.²⁷ Schramm-Scherer et al concluyeron que una inclinación lingual de los implantes con respecto al plano oclusal es menos favorable y lleva a una mayor pérdida de unión ósea, principalmente en el sitio lingual del implante.²⁸ También se demostró que una inclinación mayor a 20° provocaría una disminución en la retención de la sobredentadura.²⁹

Los resultados del presente estudio demuestran que el ángulo de inclinación sagital puede estar relacionado con la necesidad del rebase y con el cambio de aditamentos, mas no con el aflojamiento del pilar protésico. Contradictoriamente, Mericske-Stern y Zarb¹⁵ evaluaron las fuerzas de los implantes que retienen las sobredentaduras, y concluyeron que el eje del implante, en relación con el plano oclusal de la prótesis correspondiente, no tiene influencia significativa en los resultados periimplantarios ni en el apoyo de las sobredentaduras.

Los resultados de este estudio fueron similares a los del estudio de Krennmair et al,³¹ quienes probaron que la inclinación sagital del implante varió entre 53 y 96°, con una media de $74,3 \pm 9,3^\circ$. En el presente estudio, estuvo entre 68,41 y 100,13°, con una media de $84,75 \pm 9,3^\circ$. La diferencia se debe posiblemente a que los individuos

studied by Krennmair et al³¹ were mostly skeletal class I patients (60%), contrary to the ones assessed in this study, who were mostly class III (48%); in addition, in the present study only 7% were class II, and in the study of reference this class corresponded to 18%. Both studies show that the sagittal inclination of the implant is lower in class I patients, in comparison with class III patients and much lower in class II patients. On the other hand, only one class III case was rehabilitated in this study, and all the others were rehabilitated as class I, even though skeletally they were in another classification—which can normally happen, since skeletal changes are altered by other factors, mainly age and edentulism—.

The average value of the angle of the implant to the occlusal plane was $93.17 \pm 3.4^\circ$, of which 73% had an inclination towards lingual ($> 90^\circ$) and the remaining 27% had a buccal orientation ($< 90^\circ$), different to what was reported by another study conducted in 44 patients with implant-supported overdentures, finding out that 19% of the implants had an exact angle of 90° , 11% had a lingual inclination, and the remaining 70% had a buccal inclination.¹⁵

The present study showed that some clinical variables might be affected by the inclination of the implant. Notably, in patients who required prosthesis rebasing, the sagittal angle of the implant was greater ($89.70 \pm 11.7^\circ$) compared to those who did not have prosthesis rebasing ($76.91 \pm 9.8^\circ$); similarly, the ones who needed change in accessory had higher values ($80.68 \pm 9.9^\circ$) in comparison to those who did not require a change of accessory ($77.09 \pm 9.97^\circ$). This can be interpreted in the sense that an augmented sagittal inclination could produce unfavorable clinical circumstances and affect the behavior of the implant, as suggested by Atashrazm et al, who discovered that changes in angulation affect the retentive properties of overdentures.³⁰

estudiados por Krennmair et al³¹ fueron en su mayoría pacientes clase I esquelética (60%), al contrario de los evaluados en este estudio, que fueron en su mayoría clase III (48%); además, en el presente estudio solo el 7% eran clase II, y en el estudio de referencia esta clase correspondía al 18%. Ambos estudios muestran que la inclinación sagital del implante es menor en los pacientes clase I, en comparación con los pacientes clase III y mucho menor en los pacientes clase II. Por otra parte, en este estudio solo se rehabilitó un caso en clase III, todos los demás fueron rehabilitados en clase I, a pesar de que esqueléticamente estuvieran en otra clasificación—lo cual es normal que suceda, puesto que los cambios esqueléticos óseos se ven alterados por otros factores, como la edad y el edentulismo, principalmente—.

El valor promedio del ángulo del implante con respecto al plano oclusal fue de $93,17 \pm 3,4^\circ$, de los cuales el 73% tuvieron una inclinación en dirección lingual ($> 90^\circ$) y el 27% restante estaban orientados en dirección vestibular ($< 90^\circ$), contrario a otro estudio realizado en 44 pacientes con sobredentaduras implantosoportadas, cuyos investigadores hallaron que el 19% de los implantes tuvieron un ángulo exactamente de 90° , el 11 % presentaron una inclinación lingual y el 70% restante una inclinación bucal.¹⁵

El presente estudio mostró que algunas variables clínicas pueden verse afectadas por la inclinación del implante. Se observó que, en aquellos pacientes en los que se hizo rebase de prótesis, la inclinación sagital del implante fue mayor ($89,70 \pm 11,7^\circ$) con respecto a los que no tuvieron rebase de prótesis ($76,91 \pm 9,8^\circ$); de igual forma, los que necesitaron cambio de aditamento presentaron mayores valores ($80,68 \pm 9,9^\circ$) en relación con los que no necesitaron cambio de aditamento ($77,09 \pm 9,97^\circ$). Esto se puede interpretar como que una inclinación sagital aumentada podría generar circunstancias poco favorables clínicamente y afectar el comportamiento del implante, como lo sugirieron Atashrazm et al, quienes reconocieron que los cambios de angulación afectaban las propiedades retentivas de las sobredentaduras.³⁰

Similarly, the results showed that there was a significant correlation between the sagittal inclination of the implant and the compensation angle, which was linear, negative and moderate ($r = -0.41$), similar to a study in which the same variables were evaluated, finding out a significant correlation ($r = -0.46$); this means that the greater the sagittal inclination of the implant, the shorter the angle of compensation, which is not surprising since, as the inclination increases, there is a tendency to the verticalization of the measurements.³¹

On the other hand, diverse designs of splinted attachments for implants will differently influence the lateral retention forces and the inclination of the implant. With the different systems of fixation there was a greater lateral force, especially in cases of inclined implants. Under these circumstances, there might be an increase in mechanical risks, such as wear or fracture of fixation systems, as well as loosening or fracture of the attachments or screws.³² Al-Ghafli et al used an experimental model to evaluate the effect of cyclic displacement in the retention of the ball attachment system for an overdenture when two implants were placed with angles of 0, 5, 10, 15, and 20 degrees, concluding that the angulation of implants affect the longevity of retention.¹⁹

In the present study, the accessories (either retentive plastics or rubbers) had to be changed in almost half the patients (48%); another study reported that the time needed to change retention rubbers was on average 5 to 6 months.³³ In another study on single mandibular implant-supported overdentures, in a ball attachment of larger diameter (3 mm in diameter, Nobel Biocare) there was no need to replace rubbers in 12 months,³⁴ suggesting that the decision to change rubbers must not be associated with time but with other factors which, with a good clinical observation, would help prevent complications.

The functional dynamics of overdentures seems to depend on the morphological characteristics of the

De igual forma, los resultados mostraron que hubo una correlación significativa entre la inclinación sagital del implante y el ángulo de compensación, la cual fue lineal, negativa y moderada ($r = -0,41$), similar a un estudio en el que se evaluaron las mismas variables y se halló una correlación significativa ($r = -0,46$); es decir, en la medida en que aumentaba la inclinación sagital del implante, se observaba una disminución en el ángulo de compensación, lo que no es sorprendente dado que, en la medida en que aumenta la inclinación, se tiende a la verticalización de las medidas.³¹

Por otra parte, los diferentes diseños de anclaje ferulizados para los implantes influirán en las fuerzas de retención laterales y en la inclinación del implante. Con los diferentes sistemas de fijación se observó una fuerza lateral mayor, especialmente en los casos de implantes inclinados. Bajo estas circunstancias, pueden aumentar los riesgos mecánicos, como el desgaste o la fractura de los sistemas de fijación, y el aflojamiento o la fractura del pilar o los tornillos.³² Al-Ghafli et al evaluaron en un modelo experimental el efecto de la dislocación cíclica en la retención del sistema de ajustes en bola de una sobredentadura cuando dos implantes fueron colocados con angulaciones de 0, 5, 10, 15, y 20 grados, y concluyeron que las angulaciones de los implantes afectan negativamente la longevidad de la retención.¹⁹

En el presente estudio se les debió cambiar el aditamento (retentivo plástico o cauchos) a casi la mitad de los pacientes (48%); otro estudio informó que la necesidad de cambiar los cauchos de retención era en promedio de 5 a 6 meses.³³ En otro estudio de sobredentaduras mandibulares implantosoportadas individuales, en un anclaje de bola de mayor diámetro (3 mm de diámetro, Nobel Biocare) no hubo la necesidad de sustituir los cauchos en 12 meses,³⁴ lo que permite presumir que la decisión de cambiar los cauchos no debe estar asociada a un factor de tiempo sino a otros factores que, con una buena apreciación clínica, permiten prevenir las complicaciones.

La dinámica funcional de las sobredentaduras parece depender de las características morfológicas de la

face and mandible, the interalveolar relationship of both jaws, and the form and degree of mandibular atrophy. The functional stability of full dentures should be mainly determined by the occlusal concept; however, there are individual variations. The vertical transmission of functional forces to the implants does not seem to depend primarily on the vertical direction of the axis of implants themselves.¹⁹

Finally, a limitation of this study is that it analyzed a dynamic problem with a two-dimensional static method, although the method was validated by other studies that evaluated cephalometric variables, specifically the angle of inclination. A study with three-dimensional images would provide more information on other measurements that could be related to the sagittal angle of the implant. On the other hand, evaluating some clinical variables may be a complex task, since each patient has particular morphological aspects and factors associated with rehabilitation, prompting the implants to behave differently. This complexity highlights the importance of this type of studies to try to understand the treatments with implant-supported prostheses; further studies with more standardized samples are needed.

CONCLUSIONS

The average inclination of the implants of patients who did not undergo a change in retentive accessories (either plastics or rubbers) is lower ($77.09 \pm 9.97^\circ$) compared to those who did have a change of accessories ($80.68 \pm 9.9^\circ$). There was a high negative correlation between implant inclination and occlusal plane in patients who had a change of accessories, whereas those who did not have changes had a slighter correlation.

The sagittal inclination of the implant has an effect on the need for rebasing. The average MI is greater in patients who underwent rebasing ($89.70 \pm 11.7^\circ$) in comparison to those who did not have rebasing

cara y la mandíbula, en la relación interalveolar de ambos maxilares, y de la forma y el grado de atrofia mandibular. La estabilidad funcional de las dentaduras completas debería ser principalmente determinada por el concepto oclusal; sin embargo, existen variaciones individuales. La transmisión vertical de las fuerzas funcionales a los implantes no parece depender principalmente de la dirección vertical del eje de los implantes en sí mismos.¹⁹

Finalmente, una limitación de la presente investigación consiste en que se analizó un problema dinámico con un método estático bidimensional, aunque el método fue validado por otros estudios que evalúan variables cefalométricas, y específicamente el ángulo de inclinación. Un estudio con imágenes tridimensionales proporcionaría mayor información sobre otras medidas que se podrían relacionar con la inclinación sagital del implante. Por otra parte, resulta complejo evaluar algunas variables clínicas, dado que cada paciente tiene aspectos morfológicos particulares y factores asociados a la rehabilitación, lo que genera que los implantes se comporten de manera diferente. Esta complejidad hace que este tipo de estudios sean importantes para tratar de acercarse al entendimiento del tratamiento con prótesis implantosoportadas; se requieren más estudios con muestras más estandarizadas.

CONCLUSIONES

El promedio de inclinación del implante de los pacientes a los que no se les hizo cambio de aditamentos retentivos (cambio de plásticos o cauchos) es menor ($77,09 \pm 9,97^\circ$) con respecto a los que sí tuvieron cambio de aditamentos ($80,68 \pm 9,9^\circ$). Se presentó una correlación negativa alta entre la inclinación del implante y el plano oclusal en los pacientes a quienes se les hizo cambio de aditamentos, mientras que en aquellos a los que no se les hizo cambio, dicha correlación fue leve.

La inclinación sagital del implante tiene un efecto sobre la necesidad de rebase. El promedio de MI es mayor en los pacientes a quienes se les hizo rebase ($89,70 \pm 11,7^\circ$) con respecto a los que no recibieron rebase

($76.91 \pm 9.8^\circ$). Similarly, there was a strong positive correlation between the MI and the OI in those who needed rebasing ($r = 0.79$), while those who did not have rebasing had a low and negative correlation ($r = -2.4$).

The sagittal inclination of the implant has an effect on bone loss around the implants. There is a strong positive linear relationship ($r = 0.74$) between the inclination of the implant and bone loss, with statistical significance ($p = 0.007$). That is to say, the greater the sagittal inclination, the greater the bone loss, and it is also affected by any change in accessory.

The sagittal inclination of the implant influences the skeletal relationship of patients; it varies among the three classes, but the differences are not statistically significant within the groups ($p > 0.05$).

It could not be determined whether the sagittal inclination of implants has an effect on prosthetic fractures, or even on the loosening of the prosthetic attachment, since there were not enough cases.

RECOMMENDATIONS

The authors recommend to continue the study with the same sample and to evaluate the variables over a period of five years. They also suggest conducting additional clinical trials with a larger and more homogeneous sample in terms of age, and with a greater number of patients requiring change of rubbers, loosening of prosthetic attachment, and repair or replacement of prosthesis due to fractures.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

($76,91 \pm 9,8^\circ$). Asimismo, se presentó una correlación positiva fuerte entre el MI y el OI en los que sí necesitaron rebase ($r = 0,79$), mientras que en los que no tuvieron rebase la correlación fue baja y negativa ($r = -2,4$).

La inclinación sagital del implante tiene un efecto sobre la pérdida ósea alrededor de los implantes. Existe una relación positiva lineal fuerte ($r = 0,74$) entre la inclinación del implante y la pérdida ósea, con significancia estadística ($p = 0,007$). O sea que, en la medida en que el ángulo de la inclinación sagital aumenta, la pérdida ósea es mayor, y se ve afectada además por el cambio o no del aditamento.

La inclinación sagital del implante tiene un efecto con respecto a la relación esquelética de los pacientes; es variable entre las tres clases, pero las diferencias no son estadísticamente significativas entre ninguno de los grupos ($p > 0,05$).

No se puede determinar si la inclinación sagital de los implantes tiene un efecto sobre la fractura protésica, o en el aflojamiento de pilar protésico, debido a que no hubo suficientes casos.

RECOMENDACIONES

Los autores recomiendan continuar el estudio con la misma muestra y evaluar las variables en un periodo de cinco años. Se sugiere además realizar otros estudios clínicos con una muestra mayor y más homogénea en cuanto a edad, que cuenten con un número mayor de casos de pacientes que requieran cambio de cauchos, aflojamiento de pilar protésico y reparación o cambio de prótesis por fracturas.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

CORRESPONDING AUTHOR

Juan Alberto Aristizabal Hoyos
Universidad Autónoma de Manizales Colombia
(6)8727272 Ext 184
jaristi@autónoma.edu.co
Antigua Estación del Ferrocarril
Manizales Caldas Colombia

CORRESPONDENCIA

Juan Alberto Aristizábal Hoyos
Universidad Autónoma de Manizales Colombia
(6)8727272 Ext 184
jaristi@autónoma.edu.co
Antigua Estación del Ferrocarril
Manizales Caldas Colombia

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Brennan M, Houston F, O'Sullivan M, O'Connell B. Patient satisfaction and oral health-related quality of life outcomes of implant overdentures and fixed complete dentures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010; 25(4): 791-800.
2. Walton JN, Glick N, Macentee MI. Randomized clinical trial comparing patient satisfaction and prosthetic outcomes with mandibular overdentures retained by one or two implants. *Int J Prosthodont*. 2009; 22(4): 331-339.
3. De Kok I, Chang K, Lu T, Cooper L. Comparison of three-implant-supported fixed dentures and two-implant-retained overdentures in the edentulous mandible: a pilot study of treatment efficacy and patient satisfaction. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011; 26(2): 415-426.
4. Harris D, Höfer S, O'Boyle CA, Sheridan S, Marley J, Benington IC et al. A comparison of implant-retained mandibular overdentures and conventional dentures on quality of life in edentulous patients: a randomized, prospective, within-subject controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2013; 24(1): 96-103. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02368.x>
5. Jabbour Z, Emami E, de-Grandmont P, Rompré P, Feine JS. Is oral health-related quality of life stable following rehabilitation with mandibular two-implant overdentures? *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23(10): 1205-1209. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02289.x>
6. Taylor TD. Prosthodontic problems and limitations associated with osseointegration. *J Prosthet Dent*. 1998; 79(1): 74-78.
7. Payne AG, Solomons YF. Mandibular implant-supported overdentures: a prospective evaluation of the burden of prosthodontic maintenance with 3 different attachment systems. *Int J Prosthodont*. 2000; 13(3): 246-253.
8. Fromentin O, Lassauzay C, Nader SA, Feine J, de-Albuquerque RF Jr. Clinical wear of overdenture ball attachments after 1, 3 and 8 years. *Clin Oral Implants Res*. 2011; 22(11): 1270-1274. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02102.x>
9. Watson GK, Payne AG, Purton DG, Thomson WM. Mandibular overdentures: comparative evaluation of prosthodontic maintenance of three different implant systems during the first year of service. *Int J Prosthodont*. 2002; 15(3): 259-266.
10. Naert I, Gizani S, Vuylsteke M, Van-Steenberghe D. A 5-year prospective randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants retaining a mandibular overdenture: Prosthetic aspects and patient satisfaction. *J Oral Rehabil*. 1999; 26: 195-202.
11. Naert IE, Hooghe M, Quirynen M, Van-Steenberghe D. The reliability of implant-retained hinging overdentures for the fully edentulous mandible: an up to 9-year longitudinal study. *Clin Oral Investig*. 1997; 1(3): 119-124.
12. Hemmings KW, Schmitt A, Zarb GA. Complications and maintenance requirements for fixed prostheses and overdentures in the edentulous mandible: a 5-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1994; 9(2): 191-196.
13. Preiskel HW. Overdentures made easy: a guide to implant and root supported prostheses. London: Quintessence; 1996.
14. Gulizio MP, Agar JR, Kelly JR, Taylor TD. Effect of implant angulation upon retention of overdenture attachments. *J Prosthodont*. 2005; 14(1): 3-11. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2005.00005.x>
15. Mericske-Stern R. Forces on implants supporting overdentures: a preliminary study of morphologic and cephalometric considerations. *Int J Maxillofac Implants*. 1993; 8: 254-263
16. Walton JN, Huizinga SC, Peck CC. Implant angulation: a measurement technique, implant overdenture maintenance,

- and the influence of surgical experience. *Int J Prosthodont.* 2001; 14(6): 523-530.
17. Atashrazm P, Ansari H, Khorsand M, Fatemi M, Shahab MS, Azarmeh S. The influence of inclined implants and attachments on the retention and longevity of implant-retained overdentures: an in vitro study. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.* 2012; 13(3): 90-96.
18. Çelik G, Uludağ B. Investigation by the photoelastic stress analysis of the effect of implant inclination and precision connections load transfer in the mandibular implant-retained overdenture designs. *J Dental Sci.* 2013; 19(1): 17-25
19. Al-Ghaffli SA, Michalakakis KX, Hirayama H, Kang K. The in vitro effect of different implant angulations and cyclic dislodgement on the retentive properties of an overdenture attachment system. *J Prosthet Dent.* 2009; 102(3): 140-147. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60134-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60134-7)
20. Burns DR, Unger JW, Elswick RK Jr, Beck DA. Prospective clinical evaluation of mandibular implant overdentures: part I—retention, stability, and tissue response. *J Prosthet Dent.* 1995; 73(4): 354-363.
21. Glantz PO, Rangert B, Svensson A, Stafford GD, Arvidarson B, Randow K et al. On clinical loading of osseointegrated implants. A methodological and clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 1993; 4(2): 99-105.
22. Landa LS, Cho SC, Froum SJ, Elian N, Tarnow DP. A prospective 2-year clinical evaluation of overdentures attached to nonsplinted implants utilizing ERA attachments. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2001; 13(2): 151-156.
23. Mericske-Stern RD, Zarb GA. Clinical protocol for treatment with implant-supported overdentures. In Bolender CE, Zarb GA, Carlsson GE. *Boucher's prosthetic treatment for edentulous patients.* 11 ed. St. Louis: Mosby. 1997; 527.
24. Walton JN, Huizinga SC, Peck CC. Implant angulation: a measurement technique, implant overdenture maintenance, and the influence of surgical experience. *Int J Prosthodont.* 2001; 14(6): 523-530.
25. Ortégón SM, Thompson GA, Agar JR, Taylor TD, Perdakis D. Retention forces of spherical attachments as a function of implant and matrix angulation in mandibular overdentures: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2009; 101(4): 231-238. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60045-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60045-7)
26. Hong HR, Pae A, Kim Y, Paek J, Kim HS, Kwon KR. Effect of implant position, angulation, and attachment height on peri-implant bone stress associated with mandibular two-implant overdentures: a finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012; 27(5): e69-e76.
27. Parel SM. Implants and overdentures: the osseointegrated approach with conventional and compromised applications. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986; 1(2): 93-99.
28. Schramm-Scherer B, Behneke N, Reiber T, Tetsch P. Röntgenologische untersuchungen zur belastung von implantaten im zahnlosen unterkiefer. *Z Zahnärztl Implantol.* 1989; 5: 185-191.
29. Tolman DE, Laney WR. Tissue-integrated prosthesis complications. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1992; 7(4): 477-484.
30. Atashrazm P, Dashti MH, Alavijeh LZ, Azarmaeh S, Mahdizadeh S. The influences of implant angulations in one and two directions on the retentive properties of overdenture attachments: an in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2014; 14(1): 72-77. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13191-013-0272-8>
31. Krennmair G, Fürhauser R, Krainhöfner M, Weinländer M, Piehslinger E. Clinical outcome and prosthodontic compensation of tilted interforaminal implants for mandibular overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005; 20(6): 923-929
32. Yang T, Maeda Y, Gonda T, Kotecha S. Attachment systems for implant overdenture: influence of implant inclination on retentive and lateral forces. *Clin Oral Implants Res.* 2011; 22(11): 1315-1319 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02137.x>
33. Dudic A, Mericske-Stern R. Retention mechanisms and prosthetic complications of implant-supported mandibular overdentures: long-term results. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005; 4(4): 212-219.
34. Liddel GJ, Henry PJ. A prospective study of immediately loaded single-implant-retained mandibular overdentures: preliminary one-year results. *J Prosthet Dent.* 2007; 97(6 Suppl): S126-S137. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60016-X](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60016-X)