

EVALUACIÓN MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DEL ESFUERZO SOBRE EL HUESO AL COLOCAR MINI IMPLANTES CON MÉTODO PRESSFIT VS LINE TO LINE



Postgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar

Área: Ortodoncia

Línea: Mini-Implante

Bracho , R, L., Cely, I, M., Esguerra, F.A., Moix, C*
Jara, L.**
Malaver, P. ***
Puerto, D. ****

RESUMEN

Objetivo: Comparar los esfuerzos producido sobre hueso tipo D2 con elementos finitos durante la colocación de mini-implantes con los métodos Press-Fit y Line to Line. **Métodos:** Se realizo un estudio de tipo descriptivo donde La muestra que se tomó en cuenta fue el hueso perforado, el cual está asociado a la técnica de colocación de mini implantes PRESS-FIT y la técnica LINE TO LINE. Con el software de Elementos finitos, Ansys 14.0, se simuló cuatro modelos de fragmentos de hueso del maxilar inferior, entre primer premolar y segundo premolar (Tipo D2), con los nichos de 1.4, 1.6, 1.8 y 2.0 respectivamente, y un modelo del mini-implante marca Conexao Auto Perforante que se utilizó para el presente estudio. Los modelos del hueso y el mini implante se realizaron mediante la unión de nodos, que son los puntos de conexión para formar el enmallado a partir de hexaedros. Luego se procedió a realizar una simulación de las técnicas de colocación. Con la técnica Press-fit se utilizaron los modelos de hueso con los nichos de 1.4, 1.6 y 1.8 mm y con la técnica Line To Line el nicho fue de 2.0mm que corresponde al mismo diámetro del mini implante, luego se identificó mediante una gama de colores cuál de las dos técnicas sugeridas presentó mayor esfuerzo sobre el hueso en el momento de su colocación. **Resultados:** La técnica press fit demostró mayor esfuerzo sobre el hueso; con el nicho 1.8 el esfuerzo fue de 136,01MPa, con nicho de 1.6 fue de 137,8MPa y con nicho de 1.4 el esfuerzo fue de 143,33MPa mientras que con la técnica Line to Line el esfuerzo producido sobre el hueso fue de 135,56MPa. La mayor longitud efectiva fue de 4mm en la técnica de PressFit con el nicho de 1.4 y la mayor deformación se obtuvo con la técnica PressFit con el nicho de 1.6 con una deformación de 0,0090069mm/mm. **Conclusión:** El método de colocación Line to Line, ofrece menor esfuerzo representado numéricamente, menor deformación y menor longitud efectiva de sujeción que el método Press-Fit.

Palabras clave: Mini-Implantes, Modelo de elementos finitos, Esfuerzo, Press-Fit, Line to Line.

ABSTRACT

Statement: To compare the stress produced on type D2 bone with finite elements during mini-implants collocation using Press-Fit and Line-to-Line Methods. **Methods:** Was a descriptive study, in which the sample taken was the perforated bone, associated with the PRESS-FIT and LINE TO LINE mini-implant technique collocation. It was also used the finite elements software and Ansys 14.0. Four models of the jawbone fragments were simulated; between the first and second premolar (D2 type) with 1.4, 1.6, 1.8 y 2.0 niches as well. It was also used one auto perforator conexa mini-implant model for the purposes of this study. The models of the jawbone fragments and the mini implant were made joining nodes, which are the connection points to form the netting from hexahedral. Then t he software proceeded to perform a simulation of placement techniques early. Mentionated were the PRESS-FIT technique used models of bone with niches of 1.4, 1.6 and 1.8 mm and the LINE TO LINE technique was corresponding to the same 2.0mm diameter mini implant, them was identified through a range color which of the two techniques suggested showed greater stress on the bone at the time of placement. **Results:** PRESS FIT technique showed a higher stress. Niche1.8 pain was 136.01 MPa; Niche 1.6 pain was 137,8 MPa and Niche 1.4 pain was 143,33MPa. On the other hand, LINE TO LINE Technique showed a pain (force) on the bone of 135,56 MPa. The most effective length was 4mm, with PRESS FIT technique, niche 1.4 The biggest deformation was 0,0090060mm/mm by the use of PRESS FIT technique, niche 1.6. **Conclusion:** Actual dental treatments offer different mini-implants methods and collocation designs. These mini implants are devices use as ideal alternatives to obtain the desired anchorage. . The method of placement LINE LINE TO offers represented numerically less effort, less distortion and less effective length clamping than the PRESS-FIT method, however the press-fit method will produce greater primary stability, greater effort represented numerically greater bone deformation and clamping longer effective length and in turn lower failure rate.

Keywords: Mini- Implants, Finite Elements Model, Stress, Press-Fit, Line to Line

INTRODUCCIÓN

El control del anclaje es uno de los aspectos más importantes en un tratamiento ortodóntico, como cuando es necesario realizar la tracción simultánea dentoalveolar anterior o posterior, en maxilar ó mandíbula, donde se requiere anclaje absoluto, el cual se puede lograr mediante el uso de mini implantes (1). Los mini implantes son pequeños dispositivos de titanio, que se colocan temporalmente en el hueso basal (2), son utilizados hoy en día durante el tratamiento de ortodoncia para lograr un anclaje con una estabilidad del 100%, evitando la del efecto de las fuerzas reactivas (3).

Para que los mini implantes no se desalojen y tengan un correcto anclaje en el hueso, se debe lograr una traba mecánica, la cual se obtiene con un buen procedimiento de colocación.

Los mini implantes se pueden colocar en el hueso mediante tres métodos, Autoperforante, donde el mini implante se coloca directamente sobre el hueso sin previo nicho, y los que fueron objeto de este estudio, el método Press-Fit donde la zona receptora es creada con una fresa de dimensiones inferiores con respecto a las del mini-implante (4) y el Line to Line donde el mini-implante se coloca en el hueso a través

de un nicho realizado previamente con dimensión igual al diámetro del mini implante (5). Este estudio comparó mediante la utilización del software de elementos finitos, ANSYS 14.0, el esfuerzo que se produjo en el hueso al momento de colocar el mini implante con las técnicas antes mencionadas, con un análisis mecánico por medio de simulación numérica, ya que a mayor esfuerzo la traba mecánica es mejor y a su vez se obtiene una correcta estabilidad primaria, la cual se define como ausencia de movimiento de un mini implante tras su inserción quirúrgica (6).

En una revisión de literatura se establece que la estabilidad primaria está directamente relacionada con el éxito del mini implante y que un exceso de compresión sobre el tejido óseo a la hora de colocar el mini implante mejora la estabilidad primaria del mismo, pero es posible que produzca necrosis del hueso denso, y probablemente no la produzca en huesos blandos y altamente vascularizados (6); por lo que el objetivo de este estudio fue en Comparar los esfuerzos producidos sobre hueso tipo D2 con elementos finitos durante la colocación de mini-implantes con los métodos Press-Fit y Autoperforantes, y conocer cual brinda una mayor estabilidad primaria a través del esfuerzo producido por el mini implante sobre el hueso.

METODO

Esta investigación fue un estudio descriptivo donde se tomaron como criterios de inclusión hueso tipo D2, que por sus características fisiológicas es el que brinda mayor retención, lo que deja como criterio de exclusión los tipos de hueso D1, D3 y D4. La muestra que se tomó en cuenta fue el hueso perforado, el cual está asociado a la técnica de colocación de mini implantes PRESS-FIT Vs la técnica LINE TO LINE.

El procedimiento que se siguió para hacer posible esta investigación fue mediante el programa Ansys 14.0 de elementos finitos. Con este software se simuló cuatro modelos de fragmentos de hueso del maxilar inferior, entre primer premolar y segundo premolar (Tipo D2), con los nichos de 1.4, 1.6, 1.8 y 2.0 respectivamente, y un modelo del mini-implante marca Conexao Autoperforante que se utilizó para el estudio.

Los modelos del hueso y el mini implante se realizaron mediante la unión de nodos, que son los puntos de conexión para formar el enmallado a partir de hexaedros. Ansys realiza la división del modelo 3D en pequeñas partes llamadas elementos finitos, los cuales están compuestos de nodos de conexión por medio de los cuales se realiza la transferencia de cargas aplicadas al modelo para la obtención de resultados.

El enmallado de los modelos se realizó de manera automática con el software debido a que es la manera más eficiente de realizar la discretización del modelo sin generar controles manuales y evitar la modificación de elementos finitos de manera arbitraria que puedan inferir en resultados inexactos.

Luego de tener todos los modelos simulados mediante elementos finitos, se procedió a realizar una simulación de las técnicas de colocación. Con la técnica Press-fit se utilizaron los modelos de hueso con los nichos de 1.4, 1.6 y 1.8 mm y con la técnica Line To Line el nicho fue de 2.0mm que corresponde al mismo diámetro del mini implante, luego se identificó mediante una gama de colores cuál de las dos técnicas sugeridas presentó mayor esfuerzo sobre el hueso en el momento de su colocación.

RESULTADOS

Al realizar la ejecución del Ansys 14.0, se observa en los siguientes resultados mediante una gama de colores donde genera el mayor y menor esfuerzo, El esfuerzo se evalúa en megapascales.

Resultados con nicho de 2.0mm de diametro

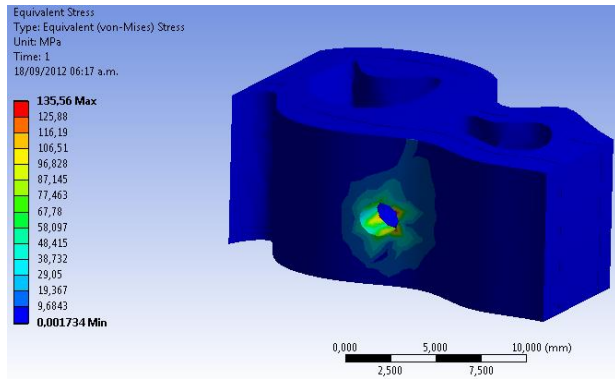


Fig. 1. Esfuerzo evaluado sobre el hueso con nicho de 2.0 mm, relacionado con la técnica Line to Line.

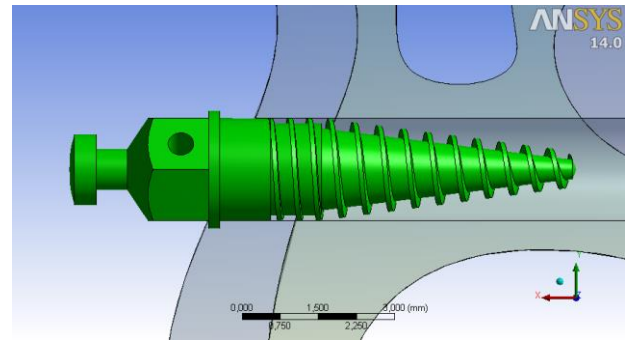


Fig. 1.3 Longitud efectiva de sujeción 2,25mm para nicho de 2.0mm.

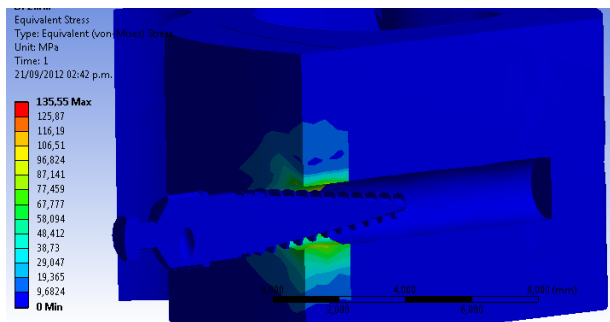


Fig. 1.1 Corte Transversal del Esfuerzo evaluado sobre el hueso con nicho de 2.0 mm, relacionado con la técnica Line to Line.

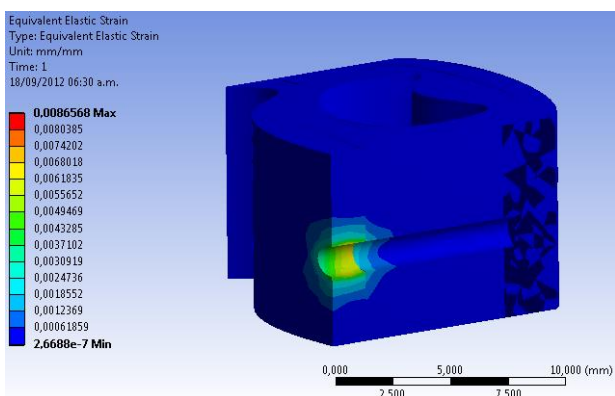


Fig. 1.2 Deformación del hueso con el nicho de 2.0 mm

Análisis: El mayor esfuerzo es representado por el color rojo es de 135.56 MPa y el menor esfuerzo representado en color azul de 0.001734 MPa.

En las figuras 1, 1.1, 1.2 y 1.3 se concluye que en la técnica line to line en un nicho de 2.0 mm de diámetro, con un mini-implante de 2.0mm de diámetro y 6mm de longitud, se encontró que al evaluar los esfuerzos de Von Mises en el modelado de hueso cortical en un ángulo de colocación perpendicular, el punto de máximo esfuerzo representado en color amarillo se encuentra donde se ubican los primeros filetes del mini-implante cercanos al cuello, con una longitud efectiva de sujeción es de 2.25 mm.

Resultados con nicho de 1.8mm de diametro

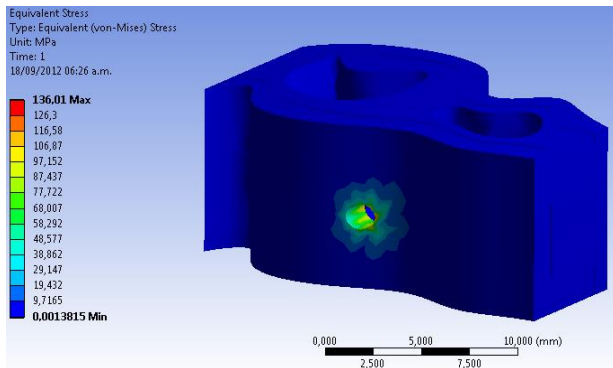


Fig 2. Esfuerzo evaluado sobre el hueso con nicho de 1.8 mm, relacionado con la técnica PressFit.

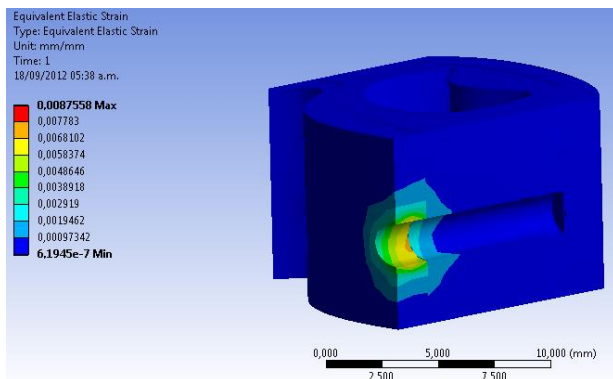


Fig. 2.1 Deformación del hueso con el nicho de 1.8 mm

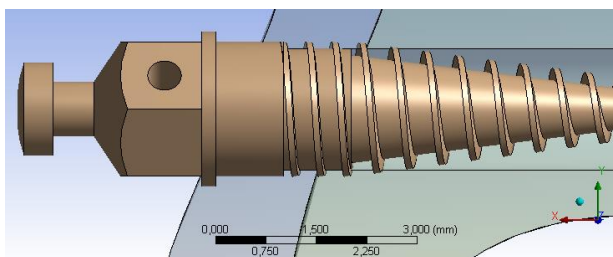


Fig 2.2 Longitud efectiva de sujeción 3mm para nicho de 1,8mm

Análisis: En las figuras 2, 2.1 y 2.2 se concluye que en la técnica Press Fit en un nicho de 1.8 mm de diámetro, con un mini-implante de 2.0mm de diámetro y 6mm de longitud, se encontró que al evaluar los esfuerzos de Von Mises en el modelado de hueso cortical en un ángulo de colocación perpendicular, el punto de máximo esfuerzo representado en color naranja se encuentra donde se ubican los primeros filetes del mini-implante cercanos al cuello, con una longitud efectiva de sujeción de 3mm.

Resultados con nicho de 1.6mm de diametro

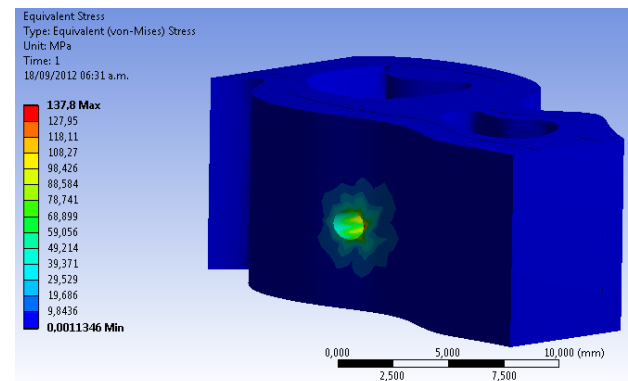


Fig.3 Esfuerzo evaluado sobre el hueso con nicho de 1.6 mm, relacionado con la técnica PressFit.

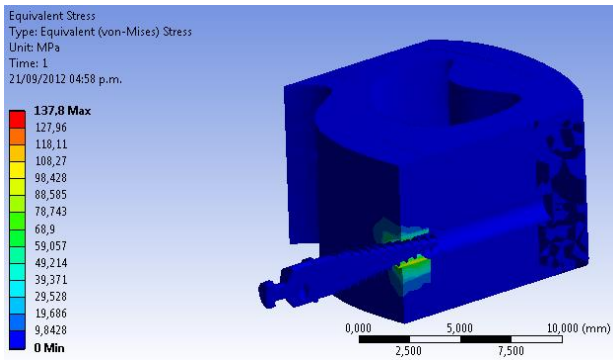


Fig. 3.1 Corte Transversal del Esfuerzo evaluado sobre el hueso con nicho de 1.6 mm, relacionado con la técnica PressFit.

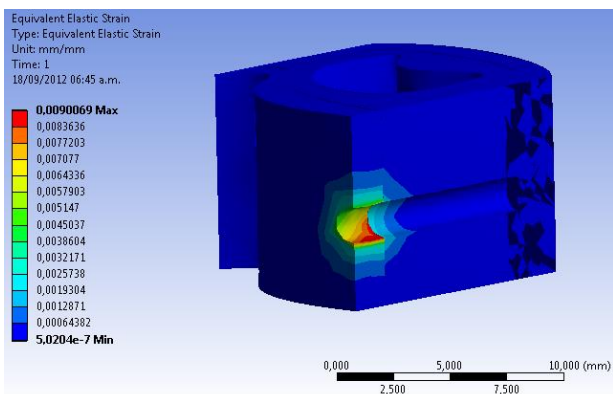


Fig 3.2 Deformación del hueso con el nicho de 1.6 mm

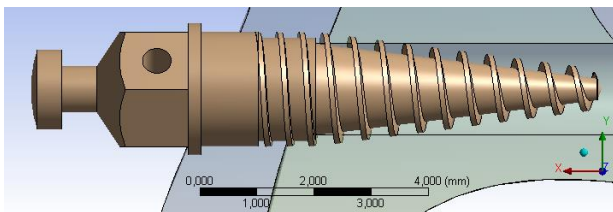


Fig 3.3 Longitud efectiva de sujeción 3,5mm para nicho de 1,6mm

Análisis: En las figuras 3, 3.1, 3.2, 3.3 se concluye que en la técnica Press Fit en un nicho de 1.6 mm de diámetro, con un mini-implante de 2.0mm de diámetro y 6mm de longitud, se encontró que al evaluar los esfuerzos de Von Mises en el modelado de hueso cortical en un ángulo de colocación perpendicular, el punto de máximo esfuerzo representado en color rojo se encuentra donde se ubican los primeros filetes del mini-implante cercanos al cuello, con una longitud efectiva de sujeción de 3.5mm

Resultados con nicho de 1.4mm de diametro

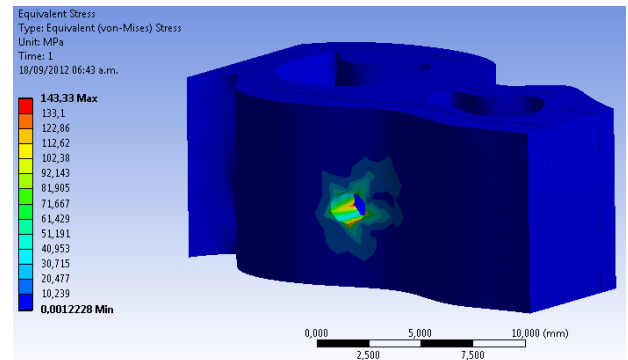


Fig. 4 Esfuerzo evaluado sobre el hueso con el nicho de 1.4 mm, relacionado con la técnica PressFit.

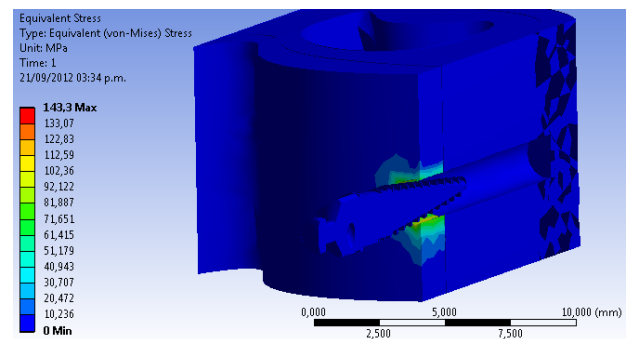


Fig. 4.1 Corte Transversal del Esfuerzo evaluado sobre el hueso con nicho de 1.4 mm, relacionado con la técnica PressFit.

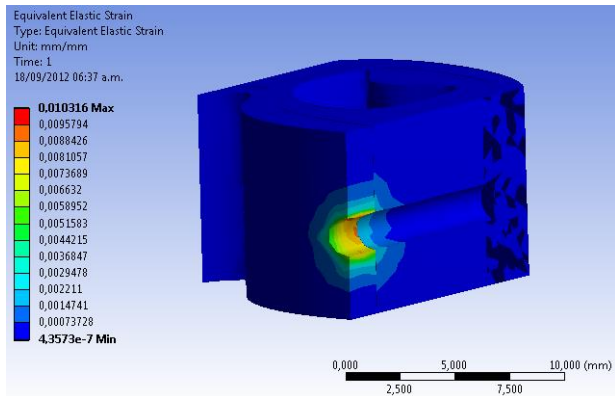


Fig 4.2 Deformación del hueso con el nicho de 1.4 mm

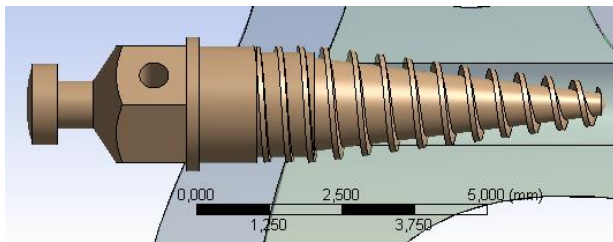


Fig. 4.3 Longitud efectiva de sujeción 4mm para nicho de 1,4mm

Análisis: En las figuras 4, 4.1, 4.2 y 4.3 se concluye que en la técnica Press Fit en un nicho de 1.4 mm de diámetro, con un mini-implante de 2.0mm de diámetro y 6mm de longitud, se encontró que al evaluar los esfuerzos de Von Mises en el modelado de hueso cortical en un ángulo de colocación perpendicular, el punto de máximo esfuerzo representado en color rojo y naranjas se encuentra donde se ubican los primeros filetes del mini-implante cercanos al cuello, con una longitud efectiva de sujeción de 4mm.

DISCUSIÓN

Park HS, Jeong SH, Kwon OW 2006, mencionan que la estabilidad primaria del mini implante en el momento de su colocación, está determinado por la calidad y cantidad de hueso, en el sitio de colocación del implante y la técnica de colocación. (6)

Jara y col en su estudio en el 2010 reportan que se tiene mejor desempeño al colocar un mini-implante con angulación perpendicular, ya que las roscas quedan ubicadas dentro del hueso cortical pero Athina Chatzigianni y col 2011, determinaron que la angulación del mini-implante al momento de la inserción no interfiere en la estabilidad primaria y su desplazamiento. No presentando diferencia estadísticamente significativa. (7)

Ono A, Motoyoshi M y col 2008, investigaron la relación entre el espesor del hueso cortical y la tasa de éxito de los mini-implantes, teniendo como resultado que para el éxito de la estabilidad del mini-implante, se debe tener un grosor mayor a un milímetro, por lo que en este estudio los fragmentos de hueso simulados en elementos finitos fueron de acuerdo a las propiedades del hueso tipo D2 según la clasificación de Misch en 1990 donde refiere que este tipo de hueso posee una capa de hueso compacto denso y hueso esponjoso con trabécula densa. (8)

Motoyoshi M y col 2009, sugieren mecanismos para evitar la sobrecarga de la fuerza de tracción cuando se usan mini-implantes convencionales, los cuales aumentan la anisotropía mecánica, respecto a mini-implantes de rosca cervical, donde la anisotropía mecánica desapareció y la tensión se redujo y facilito la colocación exitosa de dichos mini-implantes, mediante el uso del método de elementos finitos. (10)

Motoyoshi M y col 2008, reportan que Modelos de hueso esponjoso mostraron tensiones de von mises de 6 MPa, mientras que en modelos de hueso cortical exhibieron tensiones von mises superiores a 28MPa, lo que indica que a mayores tensiones von mises mayor tasa de éxito de los mini-implantes. En este estudio la inserción del mini implante en dirección perpendicular al hueso permite que la longitud efectiva sea en hueso cortical donde los esfuerzos de von mises fueron entre 135MPa y 143MPa lo que indica una estabilidad primaria optima para ambas técnicas estudiadas. (8)

Miyawaka y col 2003, Reportan que la inflamación de los tejidos peri-implantares es uno de los factores asociados con la estabilidad de los mini-implantes, y puede disminuir su porcentaje de éxito, por esto a

mayor trauma mayor inflamación del tejido peri-implantar. (11)

CONCLUSIONES

En este estudio se concluye:

- Que entre menor diámetro de subperforacion (técnica de Press Fit), existe un mayor esfuerzo de Von Mises y también se observa una mayor longitud efectiva de sujeción.
- La mejor sujeción del mini-implante se logra con la subperforacion de 1.4 mm de diámetro
- Observando la longitud efectiva de sujeción, hay una mejor estabilidad primaria en la técnica Press Fit con menor diámetro del nicho.
- Los mayores esfuerzos se dan en el hueso cortical.
- Los mayores esfuerzos se encuentran donde se ubican los primeros filetes del mini-implante cercanos al cuello.

- La inserción del mini-implante es más activa en la técnica Press Fit y mas pasiva en Line to Line.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mc Namara JA, Brudon WL. Tratamiento Ortodotico y Ortopedico en denticion Needham. 2da impresión, Junio 1995,pag 3-35.
2. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availabilityog bone for placement of miniscrews. Angle Orthod 2004; 74 (6): 832-7.
3. Lemoine C, Borbely P, Bench E. Micro-implantes para anclaje de uso ortodóntico. Revista Venezolana de Ortodoncia. 2006; (23): 1-40.
4. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. Am JOrthod Dentofacial Ortop 2006;130:18-25.
5. Sevimay M. three dimensional finite element analysis of effect of different bone quality on stress distribution in a implant supported Crown. Journal Prosthetic Dentistry. 2005; 93(3): 227-34.
6. Park Hs, Kwon Tg, Sung Jh. Nonexmaction treament with microscew implants. Angle Orthod 2004; 4(4):539-49.
7. Jara, L, Giraldo, B, Valencia, M, Vargas , M, Veloza, A comparación entre dos tipos de miniimplantes en el maxilar inferior por medio de elementos finitos. (Tesis) Institucion Universitaria Colegios de Colombia, 2010:32-43.
8. Motoyoshi, M, Inaba, Ono, A, Ueno, S, Shimizu, S. The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implantes and of the stress distribution in surrounding bone. Int. J Oral Maxillofac 2008; 38:13-18.
9. Pedemonte-Roma, E .Generalidades de la Cirugía Básica de Colocación de Implantes. Rev. Esp. Odontoestomatológica de Implantes 2004;12(2):139-142.

10. Motoyoshi, M, Ueno, S, Okasaki, K, Shimizu, N. Bone stress For a imini implants closed to the roots of atjasent teeth-3D finite element analysis . Int. J. Oral Maxillofacial Int J Oral Maxillofac Surg. 2009;38(4):363-8.

11. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Actors associated whit the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. Amercian journal of orthodontics and Dentofacial orthopedics. 2003; 124 (4):373-378.