

Implicaciones de la osteoporosis sobre los movimientos ortodóncicos. Revisión de literatura

Paula Andrea Gómez,¹ César Moncada²

Resumen

En la actualidad se muestra un incremento en la demanda de servicios ortodóncicos en pacientes adultos, los cuales están propensos a sufrir enfermedades metabólicas que afectan el componente óseo, entre ellas la osteoporosis definida como un desorden metabólico óseo que altera la densidad ósea. Su aparición se da en cualquier etapa de la vida, tiene múltiples factores de riesgo asociados y su manejo puede ser o no de tipo farmacológico. Es necesario para el ortodoncista identificar si su paciente presenta o no osteoporosis debido a que es un factor clave en la respuesta del hueso alveolar a los movimientos dentales. Los procedimientos de ortodoncia y ortopedia dentofacial involucran procesos de remodelación ósea que requiere de un conocimiento de esta patología y un manejo clínico muy cuidadoso. Diversos estudios sobre el uso de medicamentos como los anticonceptivos orales que contienen estrógeno y progesterona reportan que pueden disminuir o inhibir el movimiento dentario, así como los bifosfonatos que en ocasiones es empleado para reforzar el anclaje. La realización de una historia clínica completa indagando sobre aspectos médicos familiares, permitirá desarrollar un plan de tratamiento ortodoncico individualizado, con lo cual se podrá cumplir con los objetivos establecidos y se podrá evitar que los fenómenos biológicos que se presentan durante los movimientos dentales no repercutan en lesiones o alteraciones irreversibles que dañen o atrofién los tejidos periodontales y óseos. **Palabras clave:** Osteoporosis, Movimientos ortodoncico, Bifosfonatos. **Rev.CES Odont.22(1)55-62,2009**

Osteoporosis implications upon orthodontic movements. A literature review

Abstract

Currently, there is an increase in demand for orthodontic treatment of adult patients who tend to suffer metabolic diseases that affect the bony structure such as osteoporosis which is defined as a metabolic disorder that affects bone density. It appears in any stage in life and has multiple associated risk factors and its management can be pharmacological or non-pharmacological. It is important for the orthodontist to identify if the patient presents osteoporosis given that it is a key factor in the alveolar bone response to dental movement. Orthodontic or orthopedic movements involve osseous remodeling processes that require a knowledge of this pathology and clinical management is very delicate. Different studies on the use of drugs such as contraceptives that contain estrogen and progesterone report that they may decrease or inhibit dental movement such as bisphosphonates that are used in some occasions to reinforce anchorage. A complete clinical history reviewing past medical background will allow an individualized treatment plan that allows an achievement of established goals and avoid biological phenomena that occur during dental movements that result in irreversible alterations that damage periodontal and bony tissues. **Key words:** Osteoporosis, Orthodontic movements, Bisphosphonates. **Rev.CES Odont.22(1)55-62,2009**

Introducción

La sociedad actual muestra un incremento en la demanda de servicios ortodóncicos por parte de pacientes adultos, los cuales están propensos a sufrir enfermedades metabólicas que afectan el componente óseo, entre ellas la osteoporosis, siendo las mujeres las de mayor riesgo a sufrirla; puede asociarse esta patología con un proceso fisiológico normal que conlleva a la mujer a tener una menor masa ósea que el hombre y una mayor pérdida de

la misma, la cual puede manifestarse durante la menopausia;¹ además puede verse asociada a desórdenes metabólicos como anorexia, bulimia entre otras, muy frecuentes en nuestro medio, las que pueden acelerar la aparición de dicha patología ósea.²

Durante los tratamientos ortodóncicos, no solo las maloclusiones representan un reto para el

1. Odontóloga, Universidad CES.

2. Ortodoncista CES, Profesor Instructor CES.

ortodoncista, sino también el adecuado manejo de un paciente comprometido sistémicamente, siendo necesario conocer los factores que alteran la respuesta fisiológica del periodonto, permitiendo así un diagnóstico integral y por ende un plan de tratamiento ortodóncico acorde con las necesidades y limitaciones de cada paciente.³

La ortodoncia y ortopedia dentofacial son procedimientos que involucran procesos de remodelación ósea, en donde la respuesta biomecánica a la función ósea alterada y a las cargas aplicadas depende del estado metabólico del huésped. Es por ello que el metabolismo óseo es un aspecto importante de la clínica médica y que es directamente aplicable a la ortodoncia.

El propósito de este artículo fue realizar una revisión de literatura sobre el comportamiento de los pacientes osteoporóticos sometidos a movimientos ortodóncicos y adquirir así conocimientos que permitan direccionar adecuadamente el plan de tratamiento.

Osteoporosis

Los huesos cumplen una doble función en el organismo por sus propiedades mecánicas y metabólicas, para lo cual, el sistema esquelético está en constante remodelación. Morfológicamente se puede diferenciar el hueso cortical del trabecular, dadas las diferencias en la organización espacial, esto hace que cada uno difiera en la actividad metabólica, disposición de medicamentos y respuestas a tratamientos. El proceso de remodelado implica la reabsorción ósea llevada a cabo por los osteoclastos, seguida de la formación ósea por los osteoblastos, formando juntos la unidad de remodelado óseo.⁴

La osteoporosis es una enfermedad metabólica que afecta todo el componente óseo y está caracterizada por una disminución en la densidad del hueso y un deterioro en su microarquitectura, en el cual se disminuye la cantidad de minerales, perdiendo fuerza el componente óseo trabecular y reduciéndose la zona cortical por un defecto en la absorción de calcio, haciéndolos quebradizos y susceptibles de microfracturas.⁵ Esta patología es asintomática y puede pasar desapercibida durante muchos años hasta que finalmente se manifiesta con una fractura. Siendo esta patología de alta frecuencia lo que la hace ser considerada como uno de los mayores problemas de salud pública. El factor de

riesgo principalmente asociado con la osteoporosis es el déficit de estrógenos en mujeres postmenopáusicas, siendo este tipo de pacientes muy frecuentes en la consulta ortodóncica que buscan suplir necesidades estéticas y funcionales. Entre otros factores de riesgo relacionados con la osteoporosis están: raza blanca u oriental, constitución delgada, menopausia precoz, herencia, anorexia, diabetes Tipo I, síndrome de cushing, artritis reumatoide, hipertiroidismo, déficit de Ca, fumadores, sedentarismo, clima, déficit nutricional y uso prolongado de algunos medicamentos.

La osteoporosis puede presentarse en cualquier etapa de la vida para lo cual es necesario identificar en el paciente que requiere tratamiento ortodóncico, el tipo de osteoporosis que está padeciendo y así redireccionar el plan de manejo a seguir.⁶ Los adultos pueden ser clasificados en dos tipos: Osteoporosis postmenopáusicas (de alto recambio), tanto la reabsorción ósea como la formación se encuentran aceleradas, siendo la reabsorción usualmente mayor que la formación ósea y la Osteoporosis Senil (de bajo recambio), donde la reabsorción como la formación ósea se encuentran deprimidas, existiendo un desbalance entre ambos procesos.⁷

El hueso trabecular posee un mayor número de sitios de remodelación que el hueso cortical, encontrando la mayoría de ocurrencia de fracturas osteoporóticas en sitios esqueléticos que contienen una sustancial proporción de hueso trabecular.⁸

La osteoporosis es un proceso patológico no solo asociado a la edad, sino también a algunas enfermedades y medicamentos que pueden predisponer su aparición. Los corticoesteroides de gran aplicación clínica, son utilizados frecuentemente en artritis, alergias, enfermedades neoplásicas, entre otras e inducen como efecto adverso la aparición de osteoporosis, causando una directa inhibición de la función osteoblástica, que resulta en la disminución de la formación ósea,⁹ además es de notar que el nivel de la hormona paratiroidea es frecuentemente elevada en pacientes tratados con corticoesteroides, este elevado nivel paratiroideo es causado por la inhibición directa de la absorción de calcio, resultando en un aumento de la reabsorción ósea y por ende en la manifestación de osteoporosis.¹⁰

En el momento de diagnosticarse un paciente con osteoporosis, se emplean diversas medidas terapéuticas no farmacológicas y farmacológicas.

Entre las medidas no farmacológicas para prevenir y tratar la osteoporosis se incluye una ingesta adecuada de calcio y vitamina D, el ejercicio regular y evitar hábitos tóxicos como: el cigarrillo, licor, cafeína.¹¹

Frecuentemente, las medidas utilizadas en pacientes con osteoporosis son farmacológicas; que buscan modificar la densidad ósea. Se dispone de medicamentos antireabsortivos que frenan la pérdida de tejido óseo, careciendo de medicamentos osteoformadores que sean capaces de regenerar la masa ósea una vez que esta se ha reducido.¹² Los medicamentos de elección son los estrógenos y en casos avanzados los bifosfonatos.

Los estrógenos son medicamentos de reemplazo hormonal que tienen como principal acción prevenir la pérdida ósea, inhibiendo la reabsorción ósea osteoclástica e induce la apoptosis de los osteoclastos.¹³⁻¹⁵

Los bifosfonatos son medicamentos usados para tratar enfermedades como osteopenia, osteoporosis, metástasis óseas, mielomas, enfermedad de paget entre otras y tienen como mecanismo de acción evitar la actividad osteoclástica inhibiendo la reabsorción ósea.¹⁶ Estos medicamentos se unen ávidamente a los cristales de hidroxapatita del hueso, con alta afinidad al calcio¹⁷ y se acumulan debajo de los osteoclastos generando apoptosis de estos.^{18,19}

Para mantener un aumento en la densidad ósea, se requiere un tratamiento continuo. Los exámenes histológicos después de un año de tratamiento revelan que la formación ósea en los pacientes tratados con bifosfonatos es normal tanto en su estructura como en su contenido mineral.^{16,20,21}

Es de suma importancia conocer la duración del bifosfonato en los tejidos, Rinchuse reporta un tiempo de aproximadamente 10 años de vida media del medicamento en el tejido óseo, por lo cual, es necesario considerar que la duración en este tejido, es proporcional al tiempo de administración del medicamento.²²

Movimiento dental

Es importante conocer los fenómenos biológicos que hacen posible el movimiento dental y así determinar las variables que lo pueden afectar. El movimiento ortodóncico es inducido por la aplicación de fuerzas prolongadas y se facilita por la remodelación del ligamento periodontal y del hueso alveolar, que exceden

los límites bioelásticos de las estructuras de soporte induciendo el movimiento dental.²³

La respuesta biológica ante la aplicación de una fuerza genera una zona de tensión y otra de presión que permiten un remodelado óseo el cual se manifiesta con el movimiento dental. El área de presión se caracteriza por la compresión del ligamento periodontal generando sitios de hipoxia que conllevan a cambios tisulares y celulares, induciendo que el osteoclasto secrete sustancias que desmineralizan y degradan componentes orgánicos e inorgánicos de la matriz ósea; por otra parte, el área de tensión presenta elongación del ligamento periodontal dilatando los vasos y produciendo una respuesta osteogénica la cual aumenta la proliferación de preosteoblastos que se diferenciarán en osteoblastos responsables de la formación ósea.^{24,25}

Movimiento ortodóncico en paciente con osteoporosis

Los movimientos ortodóncicos requieren un remodelado activo, sin embargo, se le ha restado importancia al metabolismo óseo debido a la dificultad en su estudio, relacionando como principal factor durante el tratamiento ortodóncico las fuerzas biomecánicas. Por lo anterior, es de gran importancia entender los fenómenos biológicos que hacen posible este movimiento y así determinar las variables que lo pueden afectar.

Existe una alta evidencia científica que permite afirmar la relación entre el movimiento dental y la densidad ósea,⁸ es decir, el movimiento ortodóncico presenta un comportamiento inversamente proporcional con la densidad ósea y la cantidad de hueso reabsorbido.²⁶

Midgett 1981 evaluó el movimiento ortodóncico en hueso alveolar de perros beagles con metabolismo óseo alterado por la disminución inducida de calcio en la dieta, generando hiperparatiroidismo nutricional, lo cual resultó en una pérdida ósea de tipo osteoporótica; donde la fuerza ortodóncica aplicada fue igual en ambos grupos, encontrando que el movimiento dentario fue más rápido en el grupo experimental que en el control, debido al incremento en la tasa de recambio óseo y a la disminución significativa en la densidad ósea; demostrando así la importancia que posee el metabolismo óseo en el control de movimiento dentario.²⁷

La literatura indica que la osteoporosis puede ser relacionada con la disminución en la densidad del hueso

basal y la pérdida ósea alveolar; en estos pacientes la reabsorción y formación ósea están aceleradas además la excesiva reabsorción ósea puede generar pérdida de inserción, afectando la cantidad de movimiento sobre el hueso alveolar.²⁸

Los pacientes con osteoporosis sometidos a tratamientos ortodóncicos muestran un rápido movimiento dental asociado a una remodelación ósea acelerada, pero sin permitir el tiempo necesario para una adecuada mineralización, lo anterior deberá ser tenido en cuenta tanto para el ortodoncista como para el paciente.

En los últimos años la literatura científica se ha enfocado en estudiar el efecto de los medicamentos en el movimiento dental. La terapia de reemplazo hormonal con estrógenos incrementa el contenido mineral del hueso reduciendo la reabsorción ósea y por ende causando un retraso en el movimiento dental, por el contrario, el aumento en la hormona paratiroidea y los corticoesteroides disminuyen la densidad ósea, lo cual, puede acelerar dicho movimiento e inducir la aparición de osteoporosis. Medicamentos como bifosfonatos, vitamina D, terapia estrogénica pueden probablemente causar reducción del movimiento dental después de fuerzas ortodóncicas aplicadas.²⁹

Algunos medicamentos usados en el tratamiento de la osteoporosis pueden inhibir el movimiento dentario pero si estos son suspendidos puede generar reabsorción de hueso alveolar y /o radicular.¹²

Davidovitch y colaboradores en 1972 determinaron el efecto de la parathormona (PTH) sobre el movimiento dentario en gatos, sometiendo al grupo experimental a pequeñas dosis inyectadas de PTH, el cual presentó un movimiento dentario ortodóncico mayor con respecto al grupo control, debido a la estimulación metabólica de la reabsorción osteoclástica.³⁰

Ashcraft y colaboradores en el año de 1992 evaluaron el comportamiento ortodóncico en conejo a los cuales les inyectó corticoesteroides induciéndolos así a un estado de osteoporosis, obteniendo un mayor movimiento dental en los grupos tratados con corticoesteroide, esto debido al incremento en la actividad osteoclástica.¹⁰

Diversas investigaciones han tratado de establecer la relación existente entre los niveles séricos de estrógenos y la tasa de movimiento dentario ortodóncico; se ha reportado que pacientes con deficiencia estrogénica

tienen como resultado pérdida ósea la cual es tratada con terapia de reemplazo de estrógenos como parte del tratamiento de la osteoporosis y en dichos pacientes se presenta una disminución de la tasa de movimiento dentario ya que los estrógenos inhiben la reabsorción ósea por inducción directa de apoptosis de osteoclastos.^{7,12}

Los anticonceptivos orales que contienen estrógeno y progesterona pueden inhibir el movimiento dentario, por tanto, pacientes quienes toman anticonceptivos orales, pueden mostrar una disminución en dichos movimientos.¹²

Yamashiro y Takeno sometieron 46 ratas a ovariectomía bilateral induciéndolas a sufrir osteoporosis, encontrando que la deficiencia de estrógenos causa una disminución en la densidad ósea, resultando en movimientos ortodóncicos rápidos.³¹

Arslan y colaboradores en el 2007 investigaron el efecto de la deficiencia de estrógenos sobre los movimientos dentales en ratas ovariectomizadas observando un mayor movimiento dental, asociado al aumento en el conteo de osteoclastos y la disminución de los osteoblastos tanto en el lado de tensión como en el de presión.³² Tanaka y colaboradores observaron en ratas ovariectomizadas que la deficiencia estrogénica afectó significativamente el volumen óseo trabecular y el número de trabéculas en el hueso alveolar.³³

Los bifosfonatos son otro tipo de medicamentos de amplio uso en el tratamiento de la osteoporosis, su vía de administración puede ser tópica, oral e intravenosa y en algunas ocasiones puede inyectarse directamente en el hueso; mostrando una vida media extremadamente larga; en el caso del alendronato (Fosamax y Fosamax plus) puede durar aproximadamente 10 años haciendo que los efectos sobre la remodelación ósea se extienda de manera prolongada.³⁴⁻³⁶

Igarachi y colaboradores en 1994 evaluaron en ratas el efecto del bifosfonato sobre el área de anclaje, aplicando dosis sistémica y tópica en los grupos experimentales encontrando un mayor movimiento en el grupo control; concluyendo que el bifosfonato puede ser útil para reforzar el anclaje. Los hallazgos histológicos mostraron que el grupo experimental presentó pocos osteoclastos e inhibición de la reabsorción ósea y radicular, además actuó sobre los osteoclastos produciendo formas degeneradas de estos, redondeadas anómalas, pérdida de polaridad y picnosis.³⁷⁻⁴⁰

Pampu y Dolanmaz estudiaron los efectos de ácido zoledrónico (bifosfonato) en conejos sometidos a distracción mandibular y fueron comparados con un grupo control sin medicación, encontrando en el grupo experimental, efectos positivos sobre la maduración de los osteoblastos y la actividad formadora ósea,⁴¹ una estable fijación de los segmentos óseos osteotomizados, lo cual es un factor para el éxito de la distracción,⁴² un acelerado proceso de cicatrización ósea, disminución de osteoporosis y reducción de riesgo de posibles complicaciones asociadas con fracturas.²⁰

Los bifosfonatos en su mayoría de aplicación intravenosa y en un porcentaje muy bajo de administración oral,⁴³ presentan un efecto angiogénico, que sumado a patologías sistémicas graves, quimioterapia, cigarrillo, obesidad e inadecuada salud oral entre otras, pueden producir una complicación conocida como osteonecrosis,⁴⁴⁻⁴⁷ la cual, ha sido reportada sólo en los huesos maxilares y con alta relación con procedimientos invasivos tales como: extracciones, cirugías periodontales, apicectomías, e infecciones debido a la estrecha comunicación entre los componentes de la cavidad oral.^{48,49}

Aunque esta complicación no es frecuente, es necesario conocerla y definir plan de tratamientos acordes con cada paciente, para lo cual se requiere una historia clínica completa con antecedentes médicos y farmacológicos, siendo importante recordar que los bifosfonatos pueden estar latentes por largos periodos de tiempo.¹⁸

Reabsorción radicular en paciente con osteoporosis

La reabsorción radicular es un proceso patológico de origen multifactorial, puede presentarse en un 10% de los pacientes quienes han sido sometidos a movimientos ortodóncicos y está influenciada por factores sistémicos endocrinos y metabólicos relacionados con la actividad degradativa de los tejidos periodontales, el tipo y duración del tratamiento ortodóncico, entre otros.⁵⁰

El incremento de la severidad de la reabsorción radicular está relacionado con el aumento de la reabsorción ósea, además, la reabsorción radicular ocurre cerca de la zona de reorganización del ligamento periodontal, mostrando lagunas resorptivas cerca a zonas de presión o áreas hialinizadas.

Egstrom y Granstrom en 1988 evaluaron el efecto de las fuerzas ortodóncicas sobre los tejidos periodontales en ratas, dividiendo la muestra en grupo control con dieta normal y experimental con dieta baja en Calcio y vitamina D, induciendo hipocalcemia, resultando en un incremento en la actividad de la fosfatasa alcalina y aumento de la hormona paratiroidea en el grupo experimental; además se encontró con análisis histológicos y bioquímicos que el grupo experimental presentó mayor movimiento dental y reabsorción radicular más notoria que el grupo control.⁵⁰

Goldie y King en 1984 demostraron la incidencia en la disminución de calcio sobre la reabsorción radicular; al usar ratas adultas con y sin lactancia, encontrando que el grupo experimental con déficit de calcio presentó disminución en la densidad ósea y una consecuente mayor reabsorción radicular.⁵¹

La aplicación sistémica de bifosfonatos tiene efectos inhibitorios sobre el movimiento dental y la reabsorción radicular, asociada a pocas lagunas resorptivas en el área de presión; por tanto, los bifosfonatos pueden tener un efecto preventivo en la reabsorción radicular.³⁷

La reabsorción radicular inicia su proceso de reparación al retirar las fuerzas ortodóncicas, Igarachi demostró que los bifosfonatos no inhiben la aposición de cemento o cementoide durante el proceso de reparación, pero si tienen un alto efecto inhibitorio de reabsorción radicular al aplicarlo tópicamente.³⁹

Recidiva en paciente con osteoporosis

La estabilidad de los tratamientos ortodóncicos ha sido de gran controversia por estar influenciada por factores mecánicos y biológicos, esta fase de retención busca mantener la corrección que se logró, evitando la recidiva; para esto es necesario que el hueso presente una adecuada densidad ósea.

Rothe y colaboradores en el 2006 evaluaron la cantidad de estructura de hueso mandibular y su influencia en la recidiva de los incisivos inferiores, en pacientes post-retención a 10 años después de tratamiento ortodóncico, utilizó modelos, radiografías cefálicas y periapicales; concluyendo que la recidiva estaba directamente relacionada a una cortical mandibular delgada y esto explica el riesgo de inestabilidad en la posición dental.⁸

Existe una correlación inversamente proporcional entre densidad ósea y la recidiva. De acuerdo a lo anterior, factores que disminuyan la densidad ósea (ingesta de corticoesteroides, déficit de calcio, disminución estrogénica) producen movimientos más rápidos pero así mismo una mayor y rápida recidiva. Así también, los agentes que aumentan la densidad ósea (terapia estrogénica, bifosfonatos entre otros) retardan el movimiento dental y su recidiva será menor, debido a que tendrá más estabilidad ósea, como resultado de una densidad adecuada.^{12,39,52}

Ashcraft y colaboradores en 1992 indujeron un estado de osteoporosis a conejos a quienes les aplicaron corticoesteroides, encontrando un mayor movimiento dental y mayor recidiva debido a baja densidad ósea.¹⁰

Kim y colaboradores en 1999 investigaron en ratas, el efecto del bifosfonato sobre los osteoclastos durante la recidiva después de aplicar una fuerza ortodóncica sobre un molar, hallando que la inyección subperióstica de bifosfonato reduce la recidiva, inhibe los osteoclastos induciendo cambios en su polaridad citoplásmica y desaparición del borde rugoso.³⁸

Igarachi y colaboradores realizaron una expansión dental en molares de ratas, al finalizar el movimiento aplicaron bifosfonato para determinar el comportamiento de este durante la fase de retención, encontrando una recidiva menor en el grupo experimental sometido a bifosfonato.⁴⁰

Recomendaciones

1. Obtener datos precisos del paciente adicionando a la historia clínica antecedentes médicos y farmacológicos (dosis y vías de administración), para determinar nivel de respuesta ósea.
2. Desarrollar un consentimiento específico para pacientes ortodóncicos, sistémicamente comprometidos, especialmente aquellos quienes han tomado medicamentos que pueden predisponerlos a sufrir osteonecrosis.
3. Elaborar un plan de tratamiento ortodóncico individualizado para cada paciente, teniendo en cuenta que los procedimientos invasivos como las extracciones y las cirugías pueden aumentar el riesgo de la osteonecrosis.
4. Pacientes con osteoporosis controlada, pueden ser sometidos a tratamientos ortodóncicos, presentando movimientos dentales más lentos.

5. El ortodoncista deberá conocer las implicaciones médicas y odontológicas asociadas a un paciente osteoporótico y así redireccionar un acertado plan de tratamiento.

Agradecimientos

Dra. Liliana Camargo Cruz, Ortodoncista, Docente Universidad CES.

Referencias

1. Cohen LS, Soares CN, Joffe H. Diagnosis and management of mood disorders during the menopausal transition. *Am J Med.* 2005 ; 19: 93-97.
2. Naessén S, Carlström K, Glant R. Bone mineral density in bulimic women--influence of endocrine factors and previous anorexia. *Eur J Endocrinol.* 2006 ;155(2):245-251.
3. Graham J. Bisphosphonates and orthodontics: Clinical implications. *J. Clinic Orthod* 2006; 40 (7):425-428.
4. Henneman S, Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod.* 2008 Jun; 30(3):299-306.
5. Sidiropoulou-Chatzigiannis S, Kourtidou M, Tsalikis L. The effect of osteoporosis on periodontal status, alveolar bone and orthodontic tooth movement. A literature review. *J Int Acad Periodontol.* 2007 Jul;9(3):77-84.
6. Lane NE. Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *Am J Obstet Gynecol.* 2006 Feb;194(2 Suppl):S3-11.
7. Orimu H. Preventative treatment of involuntal osteoporosis. *J Bone Miner Met* 1993 ; 11 : 59-64.
8. Rothe L, Bollen A, Little R. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006; 130 : 476-484.
9. Bressot C, Meunier P, Chapuy M. Histomorphometric profile, pathophysiology and reversibility of corticosteroid-induced osteoporosis. *Metab Bone Dis Relat Res* 1979; 1: 303-311.
10. Ashcraft M, Southard K, Tolley E. The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontics tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992; 102 (4) :310-319.

11. Josse RG. Prevention and management of osteoporosis: consensus statements from the Scientific Advisory Board of the Osteoporosis Society of Canada. 3. Effects of ovarian hormone therapy on skeletal and extraskeletal tissues in women. *CMAJ*. 1996 Oct 1;155(7):929-934.
12. Miyajima K, Nagahara K, Lizuka T. Orthodontic treatment for a patient after menopause. *The angle orthodontist* 1996; 66(3): 173-178.
13. Takashi K, Hiroshi M. Estrogen inhibits bone resorption by directly inducing apoptosis of the bone resorbing osteoclasts. *J Exp Med* 1997 ; 186 (4):489-495.
14. Gunduz S, Arslan H . Effects of estrogen deficiency on tooth movement after forced application:an experimental study in ovariectomized rats. *Acta Odontologica Scandinavica* 2007 ; 65:319-323.
15. Kameda T, Mano H. Estrogen inhibits bone resorption by directly inducing apoptosis of the bone-resorbing osteoclast. *J Exp Med* 1997 ; 186 (4) :489-495.
16. Pampu A, Dolanmaz D. Experimental evaluation of the effects of Zoledronic acid on regenerate bone formation and osteoporosis in mandibular distraction osteogenesis. *J oral maxillofac surg* 2006 ; 64 : 1232-1236.
17. Roelofs AJ, Thompson K. Molecular mechanisms of action of bisphosphonates:current status. *Clinic cancer Res* 2006 ; 12: 6222-6230.
18. Barrios E, García V. Uso de bifosfonatos en la infancia. *Mesa redonda . Novedades en pediatría* 2005 ; 29 (2): 7-12.
19. Zahrowski J. Bisphosphonates treatment: an orthodontic concern calling for a proactive approach. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007 ; 131 : 311-320.
20. Vassiliki M, Athanasios I. Bisphosphonate use and the risk of adverse jaw outcomes. *J Am Dent Assoc* 2008; 139 : 23-29.
21. Pampu A, Dolanmaz D. Histomorphometric evaluation of the effects of Zoledronic acid on mandibular distraction osteogenesis in Rabbits. *J oral maxillofac surg* 2008 ; 66: 905-910.
22. Rinchuse D, Rinchuse D, Sosovicka M. Orthodontic treatment of patients using bisphosphonates: A report of 2 cases. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007 ; 131: 321-326.
23. Basdra EK. Biological reactions to orthodontic tooth movement . *J Orofac Orthop* 1997 ;58 : 2-15.
24. Henneman S, Von den Hoff JW, Maltha JC. Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod*. 2008 ;30(3):299-306.
25. Masella R, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006; 129: 458-468.
26. Roberts W. Counts of labeled mitosis in the orthodontically stimulated periodontal ligament in the rat. *Arch Oral Biol* 1994 ; 19 :665-670.
27. Midgett RJ, Shaye R, Fruge JF. The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement 1981; 80 (3) :256-262.
28. Sidiropoulou-Chatzigiannis S, Kourtidou M, Tsalikis L. The effect of osteoporosis on periodontal status, alveolar bone and orthodontic tooth movement. A literature review. *J Int Acad Periodontol*. 2007;9(3):77-84.
29. Tyrovola JB, Spyropoulos MN. Effect of drugs and systemic factor on orthodontic treatment. *Quintessence Int*.2001;32(5):365-371.
30. Davidovitch Z, Musich D ,Doyle M. Hormonal effects on orthodontics tooth movements in cats. A pilot study .*Am J Orthod Dentofac Orthop*.1972 ;62 (1) : 95-96.
31. Yamashiro T, Takano Yamamoto T. Influences of ovariectomy on experimental tooth movement in the rat . *J Dent Res* 2001 ; 80 (9): 1858-1861.
32. Arslan S, Arslan H, Ketani A. Effects of estrogen deficiency on tooth movement after force application : an experimental study in ovariectomized rats. *Acta Odont Scand* 2007; 65 : 319-323.
33. Tanaka M , Ejiri S, Toyooka E. Effects of ovariectomy on trabecular structures of rats alveolar bone. *J Periodont Res*. 2002 ; 37 : 161-165.
34. Lin JH. Bisphosphonates: a review of de pharmacokinetic properties. *Bone* 1996;18:75-85.
35. LinJH, Russell G, Gertz B. Pharmacokinetics of alendronate: an overview. *Int J Clin Pract* 1999; 101 (suppl):18-26.
36. Zahrowski JJ .Optimizing orthodontic treatment in patients taking bisphosphonates for osteoporosis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009 Marz;135(3):361-374.

37. Igarachi K, Mitani H, Adachi H. Anchorage and retentive effects of bisphosphonate (AHBUBP) on tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106: 279-289.
38. Kim t, Yoshida Y, Yokota K, Sasaki T. An ultrastructural study of the effects of bisphosphonate administration on osteoclastic bone resorption during relapse of experimentally moved rat molar. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999 ;115:645-653.
39. Adachi H, Igarashi K, Mitani H. Effect of topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on orthodontic tooth movement in rats. *J Dent Res* 1994; 73 :1478-1486.
40. Igarashi K, Adachi H , Mitani H .Inhibitory effect of the topical administration of a bisphosphonate (risedronate) root resorption incident to orthodontic tooth movement in rats. *J Dent Res*. 1996;75:1644-1649.
41. Li EC, Davis LE: Zoledronic Acid: A new parenteral bisphosphonate. *Clin Ther* 2003;25(11): 2669-2708.
42. Aronso J, Harrison B, Boyd CM. Mechanical induction of osteogenesis: the importance of pin rigidity. *J Pediatr Orthop* 1988;8 (4): 396-401.
43. Jeffcoat M. Safety of oral Bisphosphonates: Controlled Studies on alveolar bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006 ; 21 :349-353.
44. Hoff AO, Toth BB, Altundag K. Frequency and risk factors associated with osteonecrosis of the jaw in cancer patient treated with intravenous bisphosphonates. *J Bone Miner Res* 2008 ; 23 (6) : 826-836.
45. Wessel JH, Dodson TB, Zavras AI. Zoledronate, smoking and obesity are strong risk factors for osteonecrosis of the jaws : a case-control study. *J Oral Maxillofac Surg* 2008 ; 66 (4):625-631.
46. Ruggiero SL, Mehrotra B, Rosenberg TJ, Engroff SL. Osteonecrosis of the jaws associated with the use of bisphosphonates: A review of 63 cases. *J oral Maxillofac Surg* 2003;61:1238-1239.
47. Markiewicz MR, Margarone JE III, Campbell JH, Aguirre A. Bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws: A review of current Knowledge. *J Am Dent Assoc* 2005;136:1669-1674.
48. Marx RE, Sawatari Y, Fortin M. Bisphosphonates induced exposed bone (osteonecrosis/osteopetrosis)of the jaws : risk factors , recognition, prevention and treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63 :1567-1575.
49. Jeffcoat MK. Safety of oral Bisphosphonates: Controlled Studies on Alveolar Bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:349-353.
50. Engstrom C, Granstrom G. Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism. A histologic and biochemical study in normal and hypocalcemic young rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;93:486-495.
51. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1984 ;85(5) :424-430.
52. Roberts W, Garetto L .Bone Physiology evaluation of bone metabolism. *J Am Dent Assoc* 1991;122:59-61.

Correspondencia:

paulagomezserna@hotmail.com

Recibido para publicación: Abril de 2008
Aprobado para publicación: Marzo de 2009



UNIVERSIDAD CES

Un Compromiso con la Excelencia

Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 22 de marzo de 2007