

Futuro de la odontología restauradora

Céspedes-Martínez DI, Perona-Miguel de Priego G. Futuro de la odontología restauradora. Rev Estomatol Herediana. 2010; 20(1):44-49.

RESUMEN

La odontología en general viene teniendo cambios en la tecnología, materiales y técnica, el propósito de esta revisión es presentar los cambios que se presentan actualmente en la odontología restauradora con los conceptos de la aplicación de la bioingeniería.

Palabras clave: OPERATORIA DENTAL / MATERIALES DENTALES / INGENIERÍA BIOMÉDICA / CÉLULAS MADRE.

Future of restorative dentistry

ABSTRACT

Dentistry in general is having changes in technology, materials and technique, the purpose of this review is to present the changes that have been made in restorative dentistry, with the application of bioengineering.

Key words: OPERATIVE DENTISTRY / DENTAL MATERIALS / BIOMEDICAL ENGINEERING / STEM CELLS.

Daniella Inés Céspedes Martínez¹
Guido Perona Miguel de Priego²

¹Cirujano - Dentista.

²Docente del Departamento Académico de Estomatología del Niño y el Adolescente. Facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Correspondencia

Daniella Inés Céspedes Martínez

Teléfono: 996502308

e-mail: daniok87@hotmail.com

Recibido : 2 de octubre de 2009

Aceptado : 15 de enero de 2010

Introducción

La odontología al paso de los años ha buscado no solo la rehabilitación del paciente funcionalmente sino estéticamente, mejorando así los materiales para que estos a su vez se volvieran más estéticos y duraderos al paso de los años.

¿Qué pasaría si le dijeran a usted: ¿Podemos devolver la estructura de su diente perdido por una fractura o caries dental sin necesidad de desgastar su diente?

Esto resulta a primera vista algo irreal, que solo se ve en ficción. Actualmente ya hay evidencias que demuestran que esto ya no es una fantasía sino una realidad, que llevará a la odontología a otro nivel.

¿Qué área estudia estos avances?, ¿Cómo funciona este procedimiento?, ¿Se puede construir todo un diente completo?, hay tantas preguntas y la explicación suele ser muy amplia.

La respuesta que simplifica todas las preguntas hechas anteriormente es la bioingeniería.

La bioingeniería es una disciplina que no solo se aplica a la odontología, sino sus inicios fueron en la medicina. Tiene como principal fin regenerar tejidos y órganos para devolver una función dañada o pérdida del paciente para su rehabilitación.

Esta revisión quiere dar a conocer qué es la bioingeniería en nuestro campo de desenvolvimiento que es la odontología, los avances que ha tenido a través de los años y qué repercusión tiene en sus diferentes áreas en especial en odontología restauradora.

Reseña histórica de la bioingeniería

Los investigadores del área de biología y medicina se dieron cuenta que el tiempo de trabajo se reducía con los adelantos electrónicos pero se necesitaba un nuevo tipo de personal que una estos conocimientos y que los pueda aplicar de manera conjunta, de esta manera surgieron los bioingenieros (1).

El profesor Alemán Heinz Wolff en el año 1954 le dio el nombre a la bioingeniería (2) pero al inicio no había la carrera de bioingeniería sino que los primeros bioingenieros de la época fueron con frecuencia médicos que se dedicaban a la ingeniería como entrenamiento o porque tenían talento para ello (1).

La Ingeniería Biomédica se conoció al principio como Electrónica Médica, y a la asociación que los reúne se conoció como "International Federation of Medical Electronics" (Federación

Internacional de Electrónica Médica) hasta 1965, fecha en que se cambió por un título más adecuado de: "The International Federation of Medical and Biological Engineering" (Federación Internacional de Ingeniería Médica y Biológica) (1).

Definiciones de bioingeniería

Es una ciencia creada por la unión de la ingeniería con la biología molecular que se emplea para resolver problemas en el campo de la salud (1,3,4).

Células madre

La historia de las células madre se inicia en la década de los 80, cuando un grupo de investigadores lograron obtener un cultivo procedente de embriones de ratones. En 1988, los científicos de la Universidad de Wisconsin consiguieron células madre embrionarias humanas. Desde el año 1989 se utilizan las células madre del cordón umbilical para más de 75 enfermedades malignas y no malignas (5).

Las células madre adultas se encuentran en los diferentes órganos del cuerpo y su misión es reparar los posibles daños sufridos por éste. (Fig.1) Las investigaciones con células madres están más enfocadas a desarrollar tratamientos para

enfermedades como: Alzheimer, parkinson, diabetes, problemas cardiovasculares, esclerosis múltiple, desórdenes neurológicos (5).

Definiciones de células madre

Son células que tienen la capacidad de dividirse indefinidamente, dotadas simultáneamente de la capacidad de autorrenovación (es decir, producir más células madre) y de originar células hijas que se convertirán finalmente por diferenciación en tipos celulares especializados. Este tipo de células pueden hallarse en el embrión o en tejidos adultos (3,6-10).

Podemos concluir que las células madres son células que tienen la capacidad de dividirse en otras células (células hijas) y estas poseen la capacidad de mantener, regenerar y reconstruir tejido.

Tipos de células madre

Células madre embrionarias. Células que encuentran en el estadio blastocito (7-14 días de la fecundación), originadas por fecundación in vitro y blastocitos originados por clonación. Tienen la capacidad de generar cualquier tipo de células o tejido del cuerpo humano; además admiten genes de otra procedencia, posibilidad de interés para la terapia génica (8,9).

Células madre adultas. Derivan de las divisiones de las células madre embrionarias y son capaces de generar células específicas para



Fig. 1. Célula Madre.

un tejido u órgano del embrión o en adultos. Se pueden obtener de la sangre del cordón umbilical y de tejidos adultos en algunos de los cuales (médula ósea, intestino delgado, tejido graso, epitelios, etc.), se dividen más lentamente que las embrionarias (8,9).

Fuentes de células madre

Actualmente las fuentes de células madres son: Carcinoma embrionario, médula ósea, sangre periférica, blastómeros, masa celular interna, cresta germinal interna, pulpa dentaria, sangre del cordón umbilical, piel y retina (6,11).

Uso de células madre en odontología

Desde la antigüedad el hombre ha tratado de hacer frente a los problemas dentales, adaptando y creando materiales que le devuelvan la funcionalidad y estética perdida por la ausencia de piezas dentarias. No obstante ahora en el mercado podemos encontrar infinidad de materiales para lograr este propósito.

Si nos dieran dos opciones: Restaurar nuestros dientes con el mismo material del que fueron hechos o restaurar nuestros dientes con un material que se asemeja mucho.

Seguramente elegiríamos la primera opción, a quien no le gustaría que le restauraran su diente con una lesión de caries dental, fractura, etc., con el mismo material natural de este y que no necesite cambiarlo. Hoy en día hay estudios que han comprobado que podemos reconstruir un diente y sus partes, no perfectamente en su apariencia pero en sus partes internas ya definidas, esto significa que en un futuro no lejano podremos tener dientes en las partes edéntulas de la

boca sin necesidad de el uso de prótesis removible, prótesis fijas, implantes (12,13).

Si tratamos un diente con una lesión amplia de caries dental podremos reconstruirlo sin necesidad del uso de restauraciones compuestas, incrustaciones de cerámico, incrustaciones de cerámica o si esta lesión está muy profunda y compromete la pulpa dental ya no habrá necesidad de hacer un tratamiento pulpar, el uso de un espigo intracanal y una corona (14).

¿En la dentición decidua o permanente se encuentran células madre?

Las células madre de la pulpa dental de los dientes deciduos y dientes permanentes así como en el ligamento periodontal son más proliferativos que las células madre de la médula ósea (15).

El Dr. Songtao Shi, de la Escuela Odontológica en la Universidad del Sur de California (EEUU), ha creado suficiente raíz y estructura de ligamentos para apoyar la restauración de la corona en su modelo animal (16).

La restauración resultante del diente se asemejó grandemente al diente original en su funcionalidad y fortaleza. La técnica se basa en las células madres obtenidas de la papila apical de la raíz, que es responsable del desarrollo de la raíz de los dientes y de los ligamentos periodontales (16).

Estudios previos conducidos por Shi y su colaborador Stan Gronthos de los Institutos Nacionales de Salud (NIH), habían empleados células madre de la pulpa dental. Shi encuentra esta nueva técnica superior (16).

Los trabajos publicados demuestran que los tejidos presentes

en la pulpa de los dientes temporales y permanentes pueden ser usados para generar dentina y hueso alveolar, mientras que los presentes en el diente en el estadio de brote pueden ser usados en la bioingeniería, para recrear la totalidad de la corona dental formada por esmalte, dentina y tejido pulpar y todo esto con una correcta anatomía (9).

Según Sloan et al.(15) la identificación y aislamiento de una población progenitora odontogénica en la pulpa dental adulta se reportó primero por Gronthos et al., en el año 2000. Estos autores describieron la identificación de las células madre pulpares por virtud a sus habilidades clonogénicas, tasas proliferativas rápidas y capacidad de formar tejidos mineralizados ambos in vivo e in vitro.

Creación de pulpa dental

¿Dónde se encuentran las células madre en la pulpa dental?

Según Bluteau et al. (17) refieren que en el año 2008 se encontraron dos sitios diversos de células madres sugeridos: pulpa propiamente dicha (Harada et al. en el año 1999, Mitsiadis et al. en el año 2007) y zona rica en células (Shi y Gronthos, en el año 2003).

Según Sloan et al.(15) refieren que en el año 2009 se encontraron en las siguientes capas: zona pobre en células (Zona basal de Weil), zona rica en células, pulpa propiamente dicha (Fig.2).

¿Cómo se crea la pulpa dental?

Se utilizan células madre de la pulpa dental adulta o células madre de dientes deciduos, junto con células endoteliales microvasculares humanas (para diseñar vasos sanguíneos funcionales) que son inoculadas en un depósito hecho de

colágeno, un material reabsorbible y luego son implantadas en el tejido subcutáneo de ratones inmunodeficientes. Después de un periodo de 14 a 28 días, los autores observaron que el tejido pulpar diseñado se asemejaba a la pulpa dental normal (Fig.3) (14).

Cuando hay piezas con ápice incompleto y sufren un trauma, son piezas dentales muy frágiles, lo ideal en estos casos es hacer una inducción del cierre apical y su posterior tratamiento endodóntico

convencional. Con la bioingeniería podríamos dar lugar a la creación de nuevo tejido pulpar que permitiría la finalización del desarrollo radicular y prevenir pérdidas prematura de piezas dentales (Fig.4) (14).

Creación de dentina

La creación de la dentina tiene mucho que ver con la creación de la pulpa ya que a partir de células madre de la pulpa esta genera dentina reparativa y a su vez propiamente dentina.

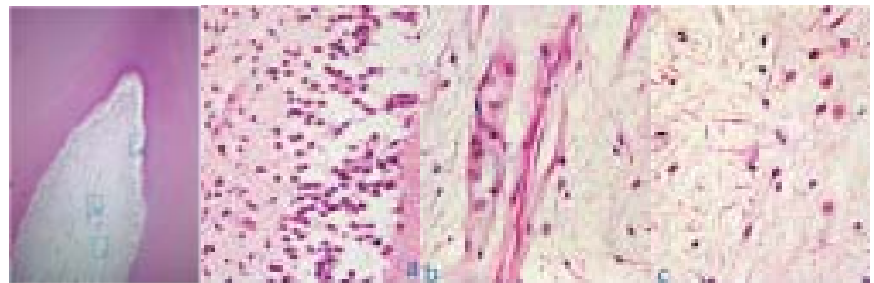


Fig. 2. Ubicación de las células madre en la pulpa dental. 2.a: Zona basal de Weil, 2.b: Zona rica en células y 2.c: Pulpa propiamente dicha. Tomado de: [Dental pulp stem cell: what, where, how?, Int. J. Pediatr. Dent. 2009] (15).

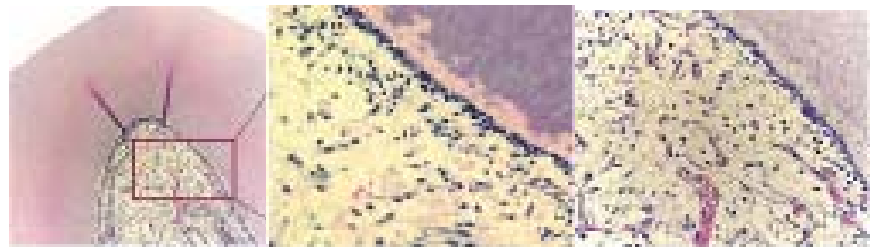


Fig. 3. Vista microscópica de una pulpa dental inoculada en ratones inmunodeficientes. 3.a: Una vista de 100 x. 3.b: Una vista aumentada a 400 x de la figura 3.a. y 3.c: La pulpa dental control. Tomado de: [Tooth Regeneration in Operative Dentistry. Operative Dent. 2006] (14).

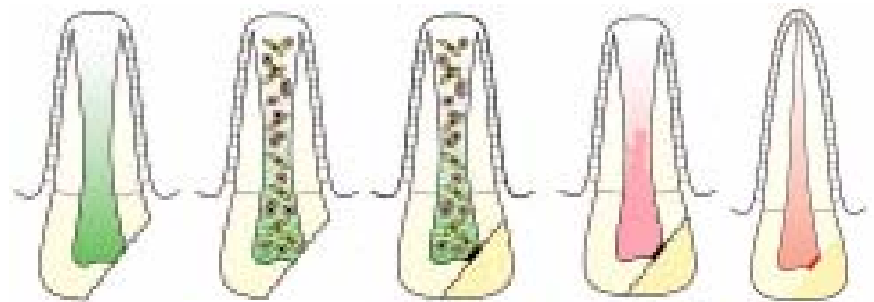


Fig. 4. Necrosis pulpar de una pieza joven y su evolución para la formación de pulpa dental nueva. 4.a: Necrosis pulpar 4.b: Depósito de colágeno mas células madres. 4.c: Protector entre la pulpa y la resina compuesta. 4.d: Pulpa dental regenerada por la bioingeniería. 4.e: Pieza dental con ápice cerrado. Tomado de: [Tooth Regeneration in Operative Dentistry. Operative Dent. 2006] (14).

Gronthos et al. (10), en el año 2000 encontró que las células madres pulpaes son trasplantadas con hidroxapatita más fosfato tricálcico en ratones inmunocomprometidos, estas células generan estructuras similares a la dentina, con fibras colágenas perpendiculares a la superficie mineralizada, tal como ocurre normalmente in vivo, en presencia de la sialoproteína dentinal. Iohara et al, en el año 2004, demostraron que la dentina desmineralizada puede inducir la diferenciación de las células madre pulpaes en odontoblastos, lo cual resulta en formación de dentina.

Los odontoblastos pueden sobrevivir a lesiones leve, tales como atrición o caries de aparición temprana y secretan una matriz de dentina reparativa, sin embargo un

trauma mayor como una caries avanzada, procedimientos restauradores pueden conducir a la muerte de los odontoblastos (15).

Numévar-Nino et al. (12), refieren que Gronthos et al. caracterizaron estas células por medio de marcadores específicos y observaron su capacidad de autorregeneración, diferenciación a múltiples linajes y su capacidad clonogénica, hallando células madres pulpaes capaces de formar dentina asociada con tejido pulpar in vivo (Tabla 1) (16).

El concepto de inducir dentina reparativa para tratar pérdida de este tejido debido a la progresión de caries no es nuevo, el polvo dentinario desmineralizado posee una capacidad intrínseca de inducir la mineralización (14).

Cuando se aplica directamente a

las áreas de la exposición pulpar, la dentina desmineralizada induce a la formación local de tejidos mineralizados. Se uso depósitos hechos de colágeno con la dentina desmineralizada y esta se colocó en lugares con exposición pulpar, dando lugar a la producción de dentina reparativa en un periodo de 2 a 4 meses (Fig.5) (14).

Creación del esmalte

Es considerado el material más duro y resistente del mundo biológico y a diferencia del hueso, el esmalte dental de un organismo adulto no contiene células por lo que no es capaz de regenerarse y cualquier deterioro que sufre resulta irreversible (18,19). El esmalte está formado principalmente por material inorgánico 96% y solo 4% de material orgánico y agua (20).

Actualmente, se ha diseñado un esmalte sintético que imita la formación de estos prismas dando la apariencia de un esmalte natural pero estos prismas ya no son compuestos de hidroxapatita sino por la bioingeniería estos prismas diseñados se llaman nanoapatitas (16). Las células que forman el esmalte (los ameloblastos), experimentan apoptosis en cuanto elaboran la matriz de esmalte, de manera que no quedan ameloblastos una vez ha terminado el proceso de amelogénesis. Por lo tanto, la formación de esmalte no es posible en dientes ya erupcionados, porque las células progenitoras ya no están presentes (9).

Los nanobastones de hidroxapatita resultan ser similares en tamaño y composición a los cristales del esmalte natural (Fig.6.). Estos nanobastones tienen un fuerte potencial a servir como una plataforma para el desarrollo de materiales restaurativos fluidos

Tabla 1. Potencial de Células Madre Adulta (ASC) para diferenciarse en distintas estructuras y tipos de células craneofaciales. Tomado de: [Aspectos Celulares y Moleculares de las Células Madres Involucrados en la Regeneración de Tejidos con Aplicaciones en la Práctica Clínica Odontológica. Acta Odontol. Venez. 2008] (12).

Origen de las células madres adultas	Estructura o tipos de células diferenciadas	Laboratorio
Medula ósea	Estructura dental y hueso. Dentina, odontoblasto, pulpa dental, estructura de cemento y ligamento periodontal.	Paul T. Sharpe
Pulpa dental	Estructuras del cemento y ligamento periodontal.	Songtao Shi
Ligamento periodontal	Estructuras dentales.	Songtao Shi
Brote dental	Células hematopoyéticas, osteoblastos y osteocitos.	Pamela C. Yelick
Medula ósea		Edwin M. Horwitz



Fig. 5. Reparación de dentina estimulada por células madres. Tomada de: [Tooth Regeneration in Operative Dentistry. Operative Dent. 2006] (14).

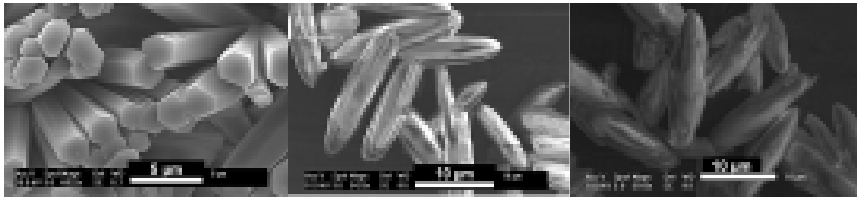


Fig. 6. Los nanobastones de nanohidroxiapatita vista a 10 μm en microscopio electrónico de barrido en 10 min. de formación. 6.a: Vista a 10 μm en 30 min. de formación y 6.b: Vista a 5 μm en 10 horas de formación. Se asemejan a la forma y estructura de un esmalte natural. Tomado de: [Synthesis of a Human Enamel-like Microstructure, Adv. Mater. 2006].

diseñados para restaurar el esmalte perdido (14).

La creación de esmalte sintético a base de nanopartículas llamadas nano hidroxiapatitas presentan el siguiente proceso: se coloca las nanohidroxiapatitas en un contenedor con agua y solvente, se espera un tiempo y a su vez el agua se va evaporando, las nanohidroxiapatitas van transformándose en prismas que se asemejan a los primas de hidroxiapatita, el esmalte sintético es similar al esmalte natural solo hay una diferencia: es más resistente y contiene flúor (21).

Creación de diente completo

Una estrategia que refieren los autores son el uso del método de agregación celular o desarrollo biológico que consiste en la unión de células mesenquimales y células epiteliales para formar una pieza dentaria e ingeniería tisular (bioingeniería) que consiste en cultivar en depósitos de colágeno (scaffold) células de odontoblastos, ameloblastos y de ligamento periodontal para la creación de una nueva pieza dentaria (13,22).

Se inoculó células madre de incisivos y molares dentales en la capa sub-renal de ratones de laboratorios con bioingeniería, llegando a la conclusión que un incisivo siendo una pieza uni-radicular es más fácil de recrear que una pieza multi-radicular como un

molar (12,13).

Conclusiones

Hasta el momento hay avances en la formación de piezas dentarias, no en su forma exacta sino en sus partes que son: esmalte, dentina y pulpa. Estas investigaciones son las bases para el futuro en odontología restauradora.

La odontología está sufriendo un gran cambio, muy pronto podremos ya no usar materiales restauradores, prótesis e implantes para llegar a una armonía estética y funcional en la cavidad oral, sino que podremos reconstruir nuestra pieza dental afectada con células madre del propio paciente.

Hacen falta más investigaciones para saber al detalle las características, funciones y localizaciones de las células madre en el cuerpo humano.

Los resultados de las investigaciones en la regeneración de piezas dentarias tienen que ser satisfactorios y seguros para la aplicación en humanos.

Referencias bibliográficas

1. Bioingeniería on the net [Internet]. Argentina: Bioingeniero Ferrero G; 2003. Acceso [27 de enero 2009]. Bioingeniería. Disponible en: <http://www.bioingenieros.com/>
2. Wolff H. [Internet] USA: wikipedia.org; 2009. Acceso [27 de enero 2009]. Bibliografía de

Heinz Wolff. Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Heinz_Wolff

3. Otero L. en: Acosta A., Mario C., Barrientos S., Chávez M., Cuellar A y col. Ciencias Aplicadas a la Odontología. 1a Ed. Universidad Javeriana de Colombia, Facultad de Odontología. Colombia; 2006. Págs. 319 - 45.
4. Castañeda E. en: Liau-Hing C., Liau-Hing C., Díaz J., Larrabure G., Chávarri J. y col. Historia de la Medicina Peruana en el siglo XX - Tomo II. 1° Ed. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú; 2000. Pág. 811 - 14.
5. Terapia celular [Internet] México: Instituto de investigación gerontología y de longevidad; 2008. Acceso: [06 de febrero 2009]. Células Madre. Disponible en: <http://terapiacelular.blogspot.com/2008/10/celulas-madre.html>
6. Modelado y simulación computacional en bioingeniería [Internet] Colombia: Universidad Javeriana de Colombia; 2007. Acceso: [06 de febrero 2009]. Células Madre: presente y futuro. Disponible en: http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Odontologia/cio/pdf/vi_encuentro.pdf
7. Lañez E., Célula madre y clonación terapéutica. [Monografía en internet]. Granada (España): Departamento de microbiología e instituto de biotecnología de la Universidad de Granada; 2001. Accesado: [06 de febrero 2009]. Disponible en: <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/clonembrion.htm>
8. Clonación y células madre [Internet] España: De Ojeda J.,

- Erdozain J; 2007. Acceso: [06 de febrero 2009]. Células Madre. Disponible en: www.embrios.org
9. Jiménez San Juan I, Abella A, Manzanares M. Avances en regeneración celular en odontología: perspectivas de futuro, DENTUM 2007; 7(3):124-130.
 10. Gronthos S, Mankani M, Brahim J, Robey PG, Shi S. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) in vitro and in vivo. Proc Natl Acad Sci U S A. 2000; 97(25):13625-30.
 11. Gronthos S, Brahim J, Li W, Fisher LW, Cherman N, Boyde A, DenBesten P, Robey PG, Shi S. Stem cell properties of human dental pulp stem cells. J Dent Res. 2002; 81(8):531-5.
 12. Munévar-Nino JC, Becerra-Calixto AP, Bermúdez-Olaya C. Aspectos celulares y moleculares de las células madres involucrados en la regeneración de tejidos con aplicaciones en la práctica clínica odontológica. Acta Odontol Venez. 2008; 46(3):361-9.
 13. Kazuhisa N, Takashi T. Dental regenerative therapy: Stem cell transplantation and bioengineered tooth replacement. Jpn Dent Sci Rev. 2008; 44(1): 70-5.
 14. Nör JE. Tooth regeneration in operative dentistry. Oper Dent. 2006; 31(6):633-42.
 15. Sloan AJ, Waddington RJ. Dental pulp stem cells: what, where, how? Int J Paediatr Dent. 2009; 19(1):61-70.
 16. Sonoyama W, Liu Y, Fang D, Yamaza T, Seo BM, Zhang C, Liu H, Gronthos S, Wang CY, Wang S, Shi S. Mesenchymal stem cell-mediated functional tooth regeneration in swine. PLoS One. 2006; 1:e79.
 17. Bluteau G, Luder HU, De Bari C, Mitsiadis TA. Stem cells for tooth engineering. Eur Cell Mater. 2008; 16:1-9.
 16. Vallet M. Biomateriales: Repuestos para el cuerpo humano. [Monografía en internet]. España: Real academia de ingeniería en España; 2007. Acceso: [06 de febrero 2009]. Disponible en: www.real-academia-de-ingenieria.org/docs/2007/11/20/22440001_4_8_0.pdf
 19. Vallet M. Nanoapatitas: Imitando a la naturaleza. [Monografía de internet]. España: Universidad Complutense de Madrid; 2004. Acceso: [06 de febrero 2009]. Disponible en: <http://ranf.com/sesiones/2004/2901/marita.pdf>
 20. Gil-Chavarría I, García-García R, Reyes-Gasga J. Comportamiento estructural de la unión esmalte-dentina en dientes humanos: un modelo mecanico-funcional. Acta Microscopica. 2008; 17(1):34-47.
 21. Chen HF, Tang ZY, Liu J, Sun K, Chang SR, Peters MC, Mansfield JF, Czajka-Jakubowska A, Clarkson BH. Acellular synthesis of a human enamel-like microstructure. Adv Mater. 2006; 18(14):1846-51.
 22. Nakahara T, Ide Y. Tooth regeneration: implications for the use of bioengineered organs in first-wave organ replacement. Hum Cell. 2007; 20(3):63-70.