



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN Y SUS
EFECTOS EN LOS TEJIDOS PERIODONTALES EN
DIENTES PERMANENTES JÓVENES
AVULSIONADOS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

CLAUDIA EDITH WELSH LÓPEZ

TUTOR: C.D. ROBERTO DE JESÚS MORA VERA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios:

Por haberme dado la oportunidad de cumplir mi mayor sueño, por haber puesto en mi camino gente valiosa que me supo guiar y sobre todo por haberme dado la fortaleza de no claudicar en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi mamá:

Gracias porque sacrificaste muchos momentos de tu vida para estar con tu Calí, por apoyarme, por cuidarme, por explicarme, por tu paciencia, por exigirme, por guiarme, por alejarme de todo mal, por todo el amor que me has dado y por tu perseverancia, esto es resultado de tu gran esfuerzo, gracias por ser la mejor mamá del mundo.

A mi papá Arturo Benítez:

Porque eres el gran pilar de este logro, gracias por todo tu apoyo que sin ser tu obligación siempre estuviste ahí cuando más te necesité, por tus consejos que me han servido en este gran proyecto de vida, por tu compañía, gracias por ser mi papá te amo mucho.

A mi hermana:

Gracias por estar conmigo, porque eres el mayor ejemplo de superación de vida, eres mi gran ejemplo a seguir.

A mis abuelos José Welsh y Margarita Fería:

*Por estar conmigo, por quererme, protegerme, acordarse y pedir
todos los días por mí.*

Un especial agradecimiento a la Familia Rojas Hernández:

*Porque el terminar esta carrera se los debo en gran parte a ustedes,
por su apoyo económico pero sobre todo moral, por haberme apoyado en
una decisión tan difícil, por haberme entendido y no juzgado. Señora
Yolanda Hernández estoy infinitamente agradecida por todo el apoyo
moral, por esas pláticas, por alentarme, por escucharme y aconsejarme,
gracias por todo su cariño sincero.*

A Mauricio:

*Gracias por tu apoyo, tu tiempo, tu cariño y preocupación, por
apoyarme en todas las decisiones que he tomado.*

Al Dr. Roberto Mora Vera:

*Gracias por todos sus consejos, por guiarme en este trabajo, por
haberme dado ese voto de confianza, por creer en mí, por convencerme en
dar el otro paso para el inicio de este gran futuro, por su tiempo dedicado,
pero sobre todo por la paciencia que me tuvo.*

A mis amigos de la carrera:

*Gracias Lena, Marco Antonio, Rodrigo, Carlos, Mario por haberme
ayudado en este proceso, por vivir la experiencia más hermosa y*

gratificante para todos, por estar conmigo, por ser los mejores amigos, por apoyarme, gracias porque este tiempo de estudio ha sido el más divertido a su lado, los voy a extrañar mucho y les deseo el mejor éxito en su vida, los quiero mucho.

Jorge :

Gracias por creer en mí, por estar conmigo, por todo tu apoyo, por tu comprensión en este momento de estrés, tqm.

Y a todas aquellas personas, profesores como la Dra. Hirose, Dra. Díaz Coppe, familia y amigos que con sus consejos, por su presencia, por su ayuda y cariño contribuyeron a darme alas para poder volar y cumplir mi mayor sueño, mil gracias a todos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

I. GENERALIDADES DE LA AVULSIÓN DENTARIA

1.1. Avulsión dentaria.....	3
1.2. Etiología, prevalencia e incidencia.....	9

II. CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS DE LA PULPA Y TEJIDOS PERIODONTALES.

2.1 Características de la pulpa.....	14
2.1.1 Generalidades.....	14
2.1.2 Actividades funcionales de la pulpa.....	15
2.1.3 Componentes estructurales de la pulpa.....	15
2.1.3.1. Células de la pulpa dental.....	16
2.1.3.2. Fibras.....	21
2.1.3.3. Sustancia fundamental.....	22
2.1.4. Zonas topográficas de la pulpa.....	23
2.2. Características del Ligamento Periodontal.....	24
2.2.1 Generalidades.....	24
2.2.2 Componentes estructurales.....	25
2.2.2.1 Células.....	25
2.2.2.2 Fibras.....	27
2.2.2.3 Sustancia fundamental.....	29

2.3. Características del cemento radicular.....	30
2.3.1 Generalidades.....	30
2.3.2 Componentes estructurales.....	31
2.3.2.1 Células.....	31
2.3.2.2 Matriz extracelular.....	33
2.3.3 Tipos de cemento radicular.....	34
2.4 Características del hueso alveolar.....	35
2.4.1 Generalidades.....	35
2.4.2 Componentes estructurales.....	36
2.4.2.1 Células.....	36
2.4.2.2 Matriz extracelular.....	37

III. MEDIOS DE CONSERVACIÓN PARA DIENTES AVULSIONADOS.

3.1 Medios de conservación y sus características.....	39
3.1.1 Agua.....	45
3.1.2 Albúmina de huevo.....	45
3.1.3 Bebidas electrolíticas.....	47
3.1.4 Fluoruro de fosfato de sodio acidulado.....	49
3.1.5 Leche.....	50
3.1.6 Propóleo.....	54
3.1.7 Saliva.....	57
3.1.8 Solución fisiológica.....	58
3.1.9 Soluciones isotónicas	

3.1.9.1 Soluciones conservadoras de lentes de contacto.....	60
3.1.10 Soluciones reconstituyentes	
3.1.9.1 Medio de Eagle.....	61
3.1.9.2 Solución Balanceada de Hank's.....	62
3.1.9.3 Solución de ViaSpan.....	64
3.1.10 Otras alternativas.....	65
Conclusiones.....	67
Bibliografía.....	71



INTRODUCCIÓN

La incidencia de los traumatismos dentarios en niños es el segundo motivo de consulta después de la caries dental, siendo éste un problema de salud pública, no porque su prevalencia sea alta, sino por las secuelas que ésta ocasiona. Una de las lesiones más graves y de peor pronóstico dentro de los Traumas Dento Alveolares (TDA) es la avulsión de los órganos dentarios permanentes jóvenes.

A lo largo de los años se han realizado distintas investigaciones dedicadas al tema de la avulsión de dientes permanentes jóvenes, hoy en día se sabe que el tratamiento más indicado para su manejo es la reimplantación inmediata, el éxito dependerá de las condiciones clínicas específicas de cada caso en particular, dentro de éstas las más importantes serán aquellas que sucedan antes del reimplante, ya que la resorción radicular es mayor si las células del ligamento periodontal se encuentran necróticas. Clínicamente la reimplantación inmediata de los dientes permanentes jóvenes avulsionados facilita la preservación de la viabilidad celular del ligamento periodontal, dicha viabilidad en condiciones extra-alveolares podrá ser prolongada por la colocación del diente avulsionado en un medio de conservación si las condiciones para el reimplante inmediato no son las adecuadas en el momento del accidente.

Éste es el motivo principal por lo que hoy en día se buscan diversos medios de conservación para mantener las condiciones necesarias de las



LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN Y SUS EFECTOS EN LOS TEJIDOS PERIODONTALES
EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES AVULSIONADOS.



células del ligamento periodontal y obtener un pronóstico favorable para los dientes permanentes jóvenes reimplantados.

Por lo tanto el éxito del tratamiento de esta situación clínica dependerá del estado en que se encuentre el ligamento periodontal de la raíz de los órganos dentarios avulsionados. Existen diversos estudios que valoran y analizan los medios de conservación para los dientes avulsionados los cuales describen sus cualidades, características y tiempo de almacenamiento.

La elección del medio de conservación para preservar un diente avulsionado es de suma importancia para el éxito de la reimplantación, para mantener fibroblastos viables capaces de proliferar en zonas denudadas de la raíz dañada dentro de los primeros 30 minutos después del traumatismo, éste objetivo se logra colocando el diente avulsionado en un medio de conservación el tiempo necesario hasta que el paciente sea visto por el odontólogo, cuanto más largo es el periodo de almacenamiento más importante es utilizar un medio óptimo, para obtener resultados favorables y mantener el diente avulsionado en la arcada el mayor tiempo posible.

I. GENERALIDADES DE LA AVULSIÓN DENTARIA

1.1 Avulsión dentaria

La avulsión dentaria o desarticulación (Fig. 1) se define como la completa salida del diente de su alvéolo, por causa de un procedimiento quirúrgico o por un accidente, ¹ produciéndose la ruptura del paquete vasculo-nervioso, de las fibras periodontales, así como lesiones en el cemento, en el hueso alveolar y en los tejidos periodontales.²

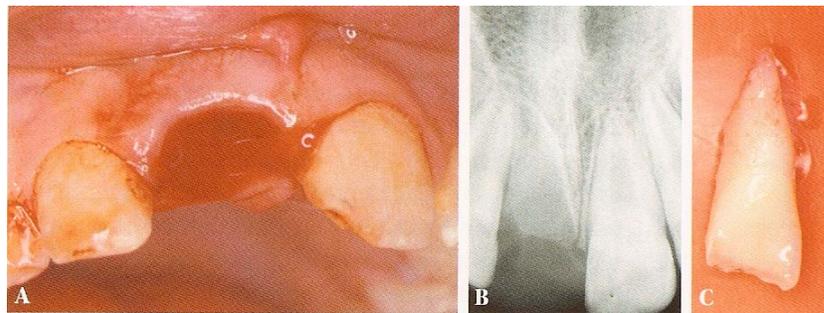


FIGURA 1. A) Avulsión del órgano dentario 1.1. B) Imagen radiográfica. C) Diente conservado en solución de Hank's.³

El tratamiento de la avulsión de un diente permanente es el reimplante inmediato en el lugar del accidente, de no ser posible el diente debe conservarse en un medio y transportarse junto con el paciente a la atención

¹ Araque L, Miranda S. Reabsorción radicular y coronal reemplazante en un diente reimplantado. Reporte de un caso. Rev. Odont. de los Andes, Año 2006, Vol. 1, Pp. 39-47.

² Basrani E, Di Nallo R, Ritacco E. Avulsión dentaria consideraciones clínicas. Act Odont, Año 2001, Vol. 37, Pp. 1-7.

³ García C, Mendoza A, Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral. Ed. Ergon, Madrid, Año 2003, Pp. 170.



odontológica.⁴ Cuando se habla de los dientes deciduos por lo general no se devuelven a su sitio, ya que existe controversia respecto a la indicación de dicho reimplante por la presencia de factores de riesgo que pueden dañar al germen del diente permanente, siendo esta razón la principal contraindicación del reimplante. Entre los factores que pueden dañar al diente permanente se encuentran los procesos de reposicionamiento de los dientes en su propio alvéolo (Fig. 2), por el hecho de que exista un coágulo en el alvéolo y éste presione contra el folículo dental del diente permanente provocando una posible infección (generando pH ácido que pueda interferir en la etapa del desarrollo del germen del diente permanente tanto en la deposición de la matriz orgánica como en la calcificación de la corona del esmalte), dando lugar a daños que van desde manchas, defectos estructurales, cambios en la erupción hasta la pérdida del diente permanente.⁵



FIGURA 2. Lesión al germen permanente por reposición incorrecta de un diente avulsionado primario.⁶

⁴ Tratamiento de la avulsión dental, Rev Prac Odont, Año 1997, Vol 18, Pp. 18-19.

⁵ Carrilho F, Percinoto C, Ferelle A, Cunha R, Immediate reimplantation of primary teeth: a histological study in dogs. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 337-342.

⁶ García C, Mendoza A, Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral. Ed. Ergon, Madrid, Año 2003, Pp. 306.



Por otro lado, Cardoso en el 2008, refiere que se puede dar una reimplantación en dientes primarios mientras que el niño esté en el periodo de 18 a 52 meses ya que a los 18 meses se produce la formación final de los incisivos centrales maxilares y a los 52 meses inicia la resorción radicular fisiológica de los mismos,⁷ dando como resultado que se conserve el tejido *Gubernaculum dentis* (tejido gubernacular situado en el canal de los dientes de la primera dentición) el cual se relaciona con la ruta de acceso de la erupción de los dientes permanentes, según lo informado por Cahil et al.⁸

Cuando el paciente llega a la consulta, se deben evaluar las condiciones en que se presenta el diente avulsionado, para poder realizar un diagnóstico y después instaurar un tratamiento correcto.

El mantenimiento del diente en la arcada dependerá de múltiples factores. Cada uno de estos se puede considerar como un eslabón de una larga cadena, los factores clínicos que se deben tener en cuenta son:

- a) Tiempo que lleva el diente fuera de la boca (período extraoral).
- b) Estado del ligamento periodontal (medio de conservación).
- c) Grado de desarrollo radicular.

⁷ Cardoso M, Carvalho M, Identification of factors associated with pathological root resorption in traumatized primary teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 343-349.

⁸ Carrilho F, Percinoto C, Ferelle A, Cunha R, Immediate reimplantation of primary teeth: a histological study in dogs. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 337-342.

En un diente avulsionado se produce daño en el ligamento periodontal, lo que da como resultado resorción radicular por la contaminación de factores tales como la exposición de túbulos dentinarios, contenido pulpar isquémico o necrótico y presencia de cementoblastos vitales. Los tipos de resorción que pueden existir son: anquilosis, resorción inflamatoria y resorción superficial (Fig. 3).⁹

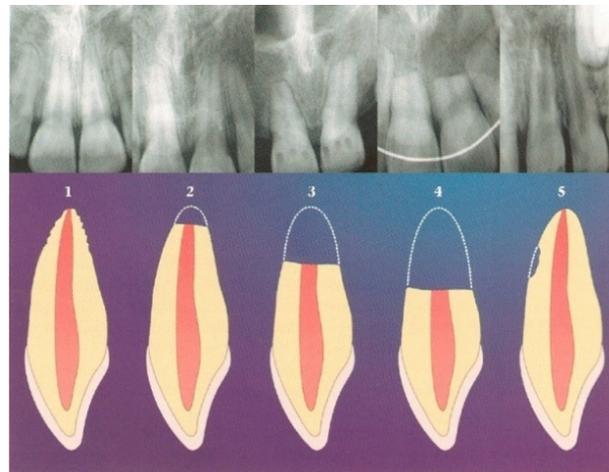


FIGURA 3. Grados de resorción radicular.¹⁰

El objetivo del tratamiento es evitar o disminuir los efectos de las dos grandes complicaciones: las de ligamento periodontal y la pulpa. Las alteraciones celulares del ligamento periodontal no se pueden evitar; sin embargo, se pueden agravar según el tiempo y las condiciones en que el diente esté fuera de la boca (deshidratación), pues en un medio seco el fibroblasto no vive más de una hora. Las condiciones que presenta el diente, en general, predisponen a las futuras complicaciones, por lo cual hay que

⁹ Garrido M. Avulsión dentaria Caso clínico. Can Abi, Año 2007, Vol. 15, Pp. 27-28.

¹⁰ García C, Mendoza A, Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral. Ed. Ergon, Madrid, Año 2003, Pp. 192.

aplicar medidas que frenen el proceso de resorción. En los dientes inmaduros es posible la revascularización ya que existe una amplia vía de vasos sanguíneos dilatados, en los dientes con ápice cerrado la necrosis es inevitable, porque se proyecta la oportunidad de que los vasos sanguíneos sean estrangulados, se produzca una congestión y posteriormente necrosis, por lo que las medidas terapéuticas deben ir encaminadas a eliminar la infección del conducto radicular.¹¹

En dientes permanentes jóvenes en los cuales los ápices se encuentran abiertos (Fig. 4), puede ser difícil determinar la vitalidad, la pulpa sufre un shock y no reacciona a las pruebas, dicho estado se puede extender hasta 4 ó 6 semanas después del accidente.¹²

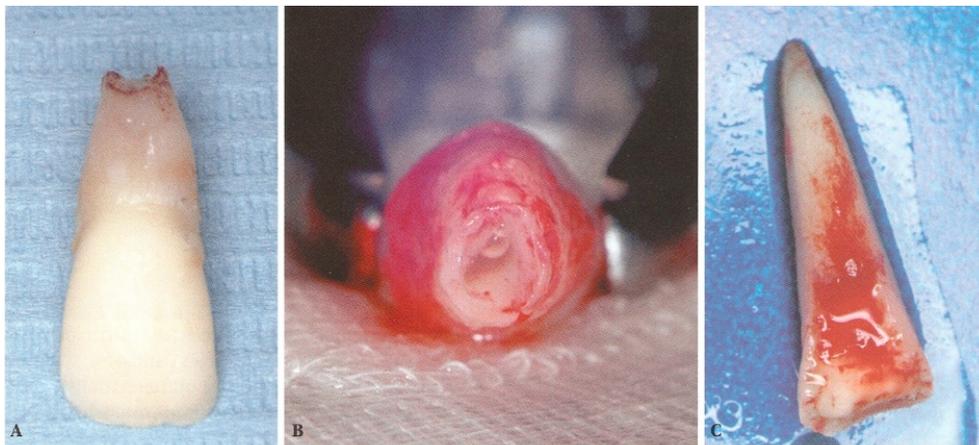


FIGURA 4. Estado de desarrollo radicular. **A)** Diente con ápice abierto. **B)** Ápice abierto cerca de 1.8 mm. **C)** Diente con formación radicular completa.¹³

¹¹ Donaldson M, Kinirons, Factors affecting the time of onset of resorption in avulsed and replanted incisor teeth in children. *Dent Traumat*, Año 2001, Vol. 17, Pp. 205–209.

¹² American Association of Endodontists.2000. www.americanassociationofendodontists.com

¹³ García C, Mendoza A, *Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral*. Ed. Ergon, Madrid, Año 2003, Pp. 125.



No necesariamente el diente afectado se necrosa, a veces pueden ocurrir resorciones internas, las cuales son visibles clínicamente como una mancha rosada en la poción coronal (resorción cervical invasiva) y en otras ocasiones se forma dentina reparadora, la cual oblitera la cámara pulpar y el conducto radicular.¹⁴

Inmediatamente después del traumatismo, la pulpa y el ligamento periodontal del diente avulsionado comienzan a sufrir daño isquémico, que es agravado por la desecación y exposición a bacterias o irritantes químicos, estos eventos pueden destruir las células pulpares y del ligamento periodontal.¹⁵

Si no se puede realizar el reimplante del diente, se debe preservar en un medio adecuado hasta que el odontólogo pueda hacer el procedimiento. El pronóstico del tratamiento depende de la extensión del periodo extraoral y del medio de conservación del diente.¹⁶

De igual forma, si se presenta la avulsión de un diente durante el manejo de la vía aérea, como en procedimientos de RCPC (Respiración Cardio Pulmonar Cerebral) teniendo condiciones favorables de asepsia y antisepsia, el profesional médico puede considerar la opción de reimplantarlo de inmediato, cuando no se ha caído al suelo y no se ha contaminado, y siempre y cuando las condiciones hemodinámicas del paciente lo permitan.

¹⁴ www.ortodoncia.ws

¹⁵ Garrido M. Avulsión dentaria Caso clínico. Can Abi, Año 2007, Vol. 15, Pp. 27-28.

¹⁶ Ib.



El reimplante inmediato se debe dar en los primeros cinco a veinte minutos, para obtener mayor probabilidad de éxito.

1.2 Etiología, prevalencia e incidencia

La prevalencia se refiere a todos los casos nuevos y viejos de la población en determinado tiempo, mientras que la incidencia se refiere al número de pacientes nuevos con el TDI (Lesión Traumática Dental) durante determinado periodo, generalmente en un año, en una población específica, la prevalencia por tanto se considera mayor que la incidencia.¹⁷

Prevalencia. Aproximadamente uno de cada seis adolescentes y uno de cada cuatro adultos indican que han sufrido TDI, así como, uno de cada cinco niños han experimentado TDI en sus incisivos superiores en la dentición permanente, sucediendo este tipo de eventos regularmente en la escuela.¹⁸

La prevalencia de TDI en la dentición primaria y secundaria es alta en todas partes del mundo, sin embargo, algunos países dedicados a revisar la base de población, refieren que la región oral compromete el 1% del área total del cuerpo, estadísticas de la mayor parte de los países demuestran que un tercio de todos los niños preescolares han sufrido TDI, involucrando la primera dentición y un cuarto de todos los niños escolares sufren este tipo de

¹⁷ Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries – a 12 year review of the literature. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 603-611.

¹⁸ Ib.



traumatismo en la primaria y al menos un tercio de los adultos han sufrido un traumatismo en la dentición permanente.¹⁹

Incidencia. El número de estudios que presentan incidencia es bajo, probablemente porque conllevan a procesos complicados y costosos, como el realizar estudios de rayos-X por ejemplo.²⁰

Etiología. La avulsión de dientes posteriores a una lesión traumática es relativamente poco frecuente, las causas son de naturaleza compleja y están influenciadas por diferentes factores, incluyendo a la biología humana, comportamiento y el medio ambiente.²¹ La frecuencia de avulsiones varía desde 0.5% hasta un 16% de las lesiones traumáticas en la dentición permanente y de un 7 al 13% en la dentición temporal.²² Afecta principalmente a los incisivos centrales maxilares,²³ siendo las causas más habituales los accidentes deportivos, automovilísticos y violencia interpersonal.²⁴

De acuerdo con Olmeda,²⁵ el maltrato infantil representa (aunque en menor proporción) una causa de los traumatismos dentales (Fig. 5) y resalta que tanto los consultorios odontológicos, como otros centros de asistencia

¹⁹ Ib.

²⁰ Ib.

²¹ Glendor U ,Koucheki B, Halling A. Risk evaluation and type of treatment of multiple dental trauma episodes to permanent teeth. Dent Traumatol, Año 2000, Vol. 16, Pp. 205-210.

²² Mackie, I, Worthington M, Dent Traumatol, Año 1995, Vol. 11, Pp. 210-213.

²³ Garrido M. Avulsión dentaria Caso clínico. Can Abi, Año 2007, Vol. 15, Pp. 27-28.

²⁴ Tratamiento de la avulsión dental, Rev Prac Odont, Año 1997, Vol. 18, Pp. 18-19.

²⁵ Olmeda. Detección del maltrato infantil en los consultorios odontoestomatológicos. Año 1997. Disponible en: www.coem.org/revista/anterior/11-97/articulo.html

primaria, son lugares estratégicos para reconocer lesiones como resultado de malos tratos.

Los niños pueden acudir al odontólogo por contusiones como consecuencia de malos tratos o bien por otras patologías orales, por ejemplo fracturas dentales múltiples, sin embargo existen otros motivos para sospechar de maltrato infantil como una actitud defensiva del niño, una posición paternal excesivamente preocupada o bien manifestarse indiferentes ante ciertos acontecimientos en el tratamiento dental.



FIGURA 5. Maltrato infantil. **A)** Imagen de antifaz, es muy sugestiva a la agresión física en un niño. **B)** Imagen del espejo, un objeto que golpea la boca puede producir en la mucosa la impresión del diente contra el que golpea.²⁶

Según Andreasen y cols, la avulsión dental, se presenta principalmente entre los 7 y 12 años, cuando los incisivos permanentes están en un periodo de erupción y donde el ligamento periodontal no está completamente estructurado y resiliente²⁷ favoreciendo la avulsión completa. En la mayoría de los casos la avulsión afecta un solo diente aunque pueden presentarse

²⁶ García C, Mendoza A, Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral. Ed. Ergon, Madrid, Año 2003, Pp. 22.

²⁷ Araque L, Miranda S. Reabsorción radicular y coronal reemplazante en un diente reimplantado. Reporte de un caso. Rev. Odont. de los Andes, Año 2006, Vol. 1, Pp. 39-47.



múltiples avulsiones, generalmente se encuentran asociadas a otro tipo de lesiones, como fracturas del alvéolo y lesiones de tejidos blandos. En cuanto a la distribución por sexo se demuestra que los niños sufren 2.4 veces más lesiones en la dentición permanente que las niñas,²⁸ sin embargo estudios realizados por Wasmer y cols. en el 2008 mostraron que las niñas con hermanos dizigotos son más propensas a sufrir TDI, que las niñas que no tienen hermanos gemelos, debido a que en la etapa de formación en el útero tienen mayor contacto con la testosterona, dando como resultado un aumento en el tamaño del órgano dental, siendo un rasgo sexualmente dimórfico, así como mayor interés en deportes y actividades agresivas,²⁹ sin embargo es probable que las actividades de una persona y el ambiente donde se encuentren determine los factores de TDI, más que el propio género.³⁰

Por otro lado, estudios realizados en clínicas como The Geneva University (Suiza)³¹ -la cual creó junto con el departamento de ortodoncia y odontopediatría, una unidad de emergencia, que se ocupa de los casos de urgencias dento-alveolares en horario diurno y nocturno los 365 días del año- las lesiones afectaron más a la dentición temporal (78%) que a la dentición permanente (39.1%).

²⁸ Dumsha. T, Hovland E, J Endod, Año 1995, Vol. 28, Pp. 7-11.

²⁹ Wasmer C, Pohl Y, Filippi A, Traumatic dental injuries in twins: Is there a genetic risk for dental injuries?. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 619-624.

³⁰ Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries – a 12 year review of the literature. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 603-611.

³¹ University of Geneva. Faculty of Medicine. School of Dentistry. Dental trauma and dento-alveolar injuries. Disponible en: www.unige.ch/smd/orthotr.htm.

Existen factores (Fig. 6) que aumentan significativamente la susceptibilidad a las lesiones dentales como:

- Oclusión clase II.
- Overjet que excede los 4 mm.
- Labio superior corto.
- Incompetencia labial.
- Respiración bucal.³²



FIGURA 6. A) Overjet mayor de 4 mm. **B)** Impresión de los bordes incisales. **C)** Incompetencia labial.³³

Para el pronóstico de los dientes traumatizados es de vital importancia que un adecuado tratamiento sea efectuado lo más pronto posible después del accidente. Se recomienda atraer la atención de padres, representantes, educadores y profesionales de la salud, enfatizando que siempre que ocurran estos eventos desafortunados se debe recurrir al odontólogo, y no solamente cuando existe dolor o se ha perdido la estética.³⁴

³² Cacciafesta V, Miethke R, Jost-Brinkmann P, Scheifele C, Becker J. Reimplantación y ferulización de incisivos avulsionados con el Sistema Art Bending. Discusión y reporte de un caso. *Journal of Orthopedic-Orthodontics and Pediatric Dentistry*. Año 1999.

³³ García C, Mendoza A, *Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral*. Ed. Ergon, Madrid, Año 2003, Pp. 27.

³⁴ Blinkhorn F. The etiology of dentoalveolar injuries and factors influencing attendance for emergency care of adolescents in the North West of England. *Dent Traumatol*, Año 2000, Vol. 16, Pp. 162-165.



II. CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS DE LA PULPA Y TEJIDOS PERIODONTALES

2.1 Características de la pulpa

2.1.1 Generalidades

La pulpa dentaria forma parte del complejo dentino-pulpar y su origen embriológico está en la papila dental (tejido ectomesenquimático).³⁵

En el foramen apical la pulpa radicular se conecta directamente con el tejido periapical del ligamento periodontal a nivel del espacio indiferenciado de Black o periápice.

Durante el desarrollo de la raíz, la vaina epitelial de Hertwig es la que determina la forma y el número de raíces y por ende de los conductos. Generalmente, el resultado es un conducto principal situado en el centro de la raíz, que se abre en un agujero único central o ligeramente desviado en sentido distal. En el caso de existir conductos laterales, el tejido pulpar suele establecer conexiones con el tejido periodontal, los canales accesorios, si bien pueden encontrarse a cualquier nivel radicular, son más frecuentes en el tercio apical.³⁶

³⁵ Gómez de Ferraris M, Campos A, Histología embriología bucodental, 1ra ed, España, Año 2001, Pp. 175.

³⁶ Ib. 175.



2.1.2 Actividades funcionales de la pulpa

- Inductora: Éste mecanismo se pone de manifiesto durante la amelogénesis, ya que es necesario el depósito de dentina para que se produzca la síntesis y el depósito de esmalte.
- Formativa: La capacidad dentinogénica se mantiene mientras dura su vitalidad, ésta actividad es por los odontoblastos y dependiendo del momento en que se produzca surgen distintos tipos de dentina primaria, secundaria o adventicia y terciaria o reparativa.
- Nutritiva: La pulpa nutre a la dentina a través de prolongaciones odontoblásticas y de los metabolitos provenientes del sistema vascular pulpar.
- Sensitiva: La pulpa mediante los nervios sensitivos responde ante los diferentes estímulos o agresiones, con dolor dentinario o pulpar.
- Defensiva o reparadora: El tejido pulpar tiene una notable capacidad reparativa, formando dentina ante las diferentes agresiones, existiendo dos líneas de defensa: 1) formación de dentina peritubular, con estrechamiento de conductos, impidiendo la penetración de microorganismos hacia la pulpa y 2) formación de dentina terciaria, reparativa o de irritación, formada por los nuevos odontoblastos que se originan de las células ectomesenquimáticas o células madre de la pulpa.³⁷

2.1.3 Componentes estructurales de la pulpa

La pulpa dentaria es un tejido conectivo de la variedad laxa, ricamente vascularizado e innervado, en su periferia (unión pulpa-predentina) se ubican

³⁷ Ib. 187.



los odontoblastos y se encuentra totalmente rodeada por dentina mineralizada.

La pulpa está formada por un 75% de agua y por un 25% de materia orgánica, esta última está constituida por células y matriz extracelular (MEC) representada por fibras y sustancia fundamental.³⁸

2.1.3.1 Células de la pulpa dental

- **Odontoblastos.** Son las células específicas o típicas de la pulpa, situadas en su periferia y adyacente a la predentina, contienen gran actividad enzimática e hidrolítica relacionada con su actividad secretora.³⁹
- **Fibroblastos.** Los fibroblastos activos presentan un contorno fusiforme, con gran desarrollo de las organelas que intervienen en la síntesis proteica.

Son las células principales y más abundantes del tejido conectivo pulpar, secretan los precursores de las fibras colágenas, reticulares, elásticas y la sustancia fundamental de la pulpa.

En los procesos de reparación o de naturaleza inflamatoria del tejido conectivo varía su morfología, así como el número de sus células y el desarrollo de las organelas, es decir, que los fibrocitos pueden

³⁸ Ib. 176.

³⁹ Ib. 177.



desdiferenciarse y volver a ser fibroblastos ante distintos estímulos; por ello, se considera que los fibrocitos aún conservan cierta capacidad de regeneración.

Los fibroblastos sintetizan fibronectina, la cual es una glicoproteína extracelular que actúa como mediador de adhesión celular, uniendo las células entre sí y a éstas a los componentes de la matriz. Tienen como función formar, mantener y regular el recambio de la matriz extracelular fibrilar y amorfa, son células multifuncionales, pues tienen también la capacidad de degradar el colágeno, como respuesta ante distintos estímulos fisiológicos del medio interno. Existen poblaciones de fibroblastos fenotípicamente diferentes, que dan origen a los diversos tipos de colágeno, para el mantenimiento de la pulpa.⁴⁰

- **Células ectomesenquimáticas o células madre de pulpa dental.** Éstas células se denominan también mesenquimáticas indiferenciadas, derivan del ectodermo de las crestas neurales, constituyen la población de reserva pulpar por su capacidad de diferenciación en nuevos odontoblastos productores de dentina o en fibroblastos productores de matriz pulpar, según los estímulos que actúen sobre ellas. El factor de crecimiento endotelio-vascular (VEGF) es un poderoso estimulante de la proliferación y diferenciación de las células de la pulpa.

El número de células mesenquimáticas disminuye con la edad, lo cual trae aparejado una reducción en la capacidad de autodefensa de la pulpa, se

⁴⁰ Ib. 179-180.



ubican en la región subodontoblástica o en la proximidad de los capilares sanguíneos, por lo que suelen denominarse células perivasculares o pericitos, estando estrechamente vinculada a la microvascularización pulpar.

Las células mesenquimáticas indiferenciadas del periápice son las que pueden dar lugar a distintas líneas celulares como: fibroblastos, osteoblastos, cementoblastos y ocasionalmente odontoblastos como respuesta biológica ante determinadas situaciones clínicas. Este tejido especializado periapical se diferencia del conectivo periodontal por su gran capacidad reaccional.⁴¹

- **Macrófagos.** La forma cambia según se encuentren fijos (histiocitos) o libres en el tejido conectivo, la irregularidad en el soma celular está en relación con su función de fagocitosis (endocitosis).

Pertencen al sistema fagocítico mononuclear, teniendo su origen en los monocitos. Los macrófagos tisulares recién llegados de la sangre, son células con gran capacidad de diferenciación, pues deben pasar por distintos estados de activación, para alcanzar su capacidad funcional. En las primeras etapas se asemeja morfológicamente e histoquímicamente al monocito y reciben la denominación de macrófago residente. Al surgir un estímulo inflamatorio los macrófagos residentes proliferan y se expanden. (Fig. 7)

En los procesos inflamatorios los histiocitos se transforman en macrófagos libres, incrementan su tamaño y adquieren mayor capacidad quimiotáctica (movimiento) y de fagocitosis. Su función consiste en digerir

⁴¹ Ib. 180.



microorganismos, remover bacterias y eliminar células muertas, además, se relaciona con la función inmunológica (al fagocitar partículas extrañas y presentarlas a los linfocitos), también elaboran enzimas del tipo de las hidrolasas ácidas, que facilitan su migración dentro del tejido conectivo. A nivel del tejido pulpar el macrófago estimulado juega un papel clave en la respuesta inflamatoria e inmune durante la pulpitis.⁴²

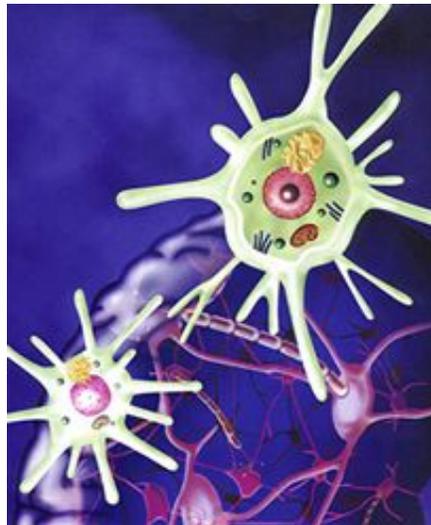


FIGURA 7. Macrófago.⁴³

- **Células dendríticas.** Se distribuyen en la pulpa configurando un retículo, localizadas en la región perivascular en la zona más interna de la pulpa y en la región paraodontoblástica en la zona más externa de la misma, se disponen a lo largo de los vasos con su eje mayor paralelo a las células endoteliales.

⁴² Ib. 180.

⁴³ www.gaucher.org.co/jpg/molecula3.jpg



Las células dendríticas de la pulpa de la región paraodontoblástica se ubican preferentemente bajo la capa odontoblástica y cada una de ellas delimita su propio territorio de inmuno vigilancia.

Su función consiste en participar en el proceso de iniciación de la respuesta inmunológica primaria, capturan antígenos, los procesan y luego migran hacia los ganglios linfáticos regionales a través de los vasos linfáticos, una vez allí las células maduran transformándose en proteínas celulares presentadoras de antígenos que posteriormente exponen las células linfoides tipo T. La cooperación entre los macrófagos y las verdaderas células dendríticas de la pulpa controlarán la respuesta inmunológica secundaria a nivel pulpar a través de los linfocitos memoria.⁴⁴

- **Otras células del tejido pulpar.** Se pueden identificar por lo regular en procesos inflamatorios otras células como: linfocitos, células plasmáticas y en ocasiones, eosinófilos y mastocitos.

La pulpa sana solamente posee linfocitos de tipo T, los linfocitos B normalmente están ausentes.

Los mastocitos intervienen especialmente en los diferentes procesos inflamatorios del tejido pulpar, por la liberación de histamina que es una de las sustancias activas que sintetizan, este compuesto aumenta la permeabilidad de los capilares y vénulas lo que produce el edema. Los

⁴⁴ Gómez de Ferraris M, Campos A, Histología embriología bucodental, 1ra ed, España, Año 2001, Pp.180.



efectos de la histamina son contrarrestados por la actividad de la histaminasa producida por los eosinófilos.⁴⁵

2.1.3.2 Fibras

- **Fibras colágenas.** Están constituidas por colágeno tipo I, representando el 60% del colágeno pulpar. Son escasas y dispuestas en forma irregular en la pulpa coronaria, en la zona radicular adquieren una disposición paralela y están en mayor concentración.⁴⁶

La matriz extracelular pulpar difiere de la matriz dentinaria, porque contiene cantidades significativas de colágeno tipos III, VI y fibronectina, y en menor cantidad colágeno tipo IV y V. El colágeno tipo IV está formando parte de la membrana basal de los vasos sanguíneos y la variedad V refuerza las paredes vasculares.

- **Fibras reticulares.** Formadas por delgadas fibrillas de colágeno tipo III asociadas a fibronectina, tanto el colágeno tipo I y III son sintetizados por el fibroblasto.

Estas fibras se disponen al azar en el tejido pulpar, excepto a nivel de la región odontoblástica donde se insinúan entre las células y constituyen el **plexo de Von Korff**, en este plexo las fibras reticulares son más gruesas.⁴⁷

⁴⁵ Ib. 180-181.

⁴⁶ Ib. 181.

⁴⁷ Ib. 181.



- **Fibras elásticas.** Son muy escasas en el tejido pulpar y están localizadas exclusivamente en las delgadas paredes de los vasos sanguíneos aferentes.
- **Fibras de oxilatán.** Se consideran como fibras elásticas inmaduras y de función aún no conocida.⁴⁸

2.1.3.3 Sustancia fundamental

Está constituida, principalmente por proteoglicanos y agua, en dientes recién erupcionados el glucosaminoglicano (GAG) es el dermatán sulfato en pulpas maduras, el ácido hialurónico es el componente esencial y en menor proporción se encuentra el dermatán y el condroitín sulfato.⁴⁹

El ácido hialurónico le confiere viscosidad, es el encargado de mantener la fluidez, la permeabilidad de la sustancia fundamental y de regular el transporte de metabolitos e impedir la difusión de microorganismos.

La sustancia fundamental se comporta como un verdadero medio interno, a través del cual las células reciben nutrientes provenientes de la sangre arterial, igualmente los productos de desecho son eliminados en él para ser transportados hasta la circulación eferente.⁵⁰

⁴⁸ Ib. 181-182.

⁴⁹ Ib. 182.

⁵⁰ Ib. 182.

2.1.4 Zonas topográficas de la pulpa

Se pueden observar cuatro zonas de la pulpa: (Fig. 8)

1. Zona odontoblástica.
2. Zona subodontoblástica u oligocelular de Weil.
3. Zona rica de células.
4. Zona central de la pulpa o tejido pulpar propiamente dicho.⁵¹

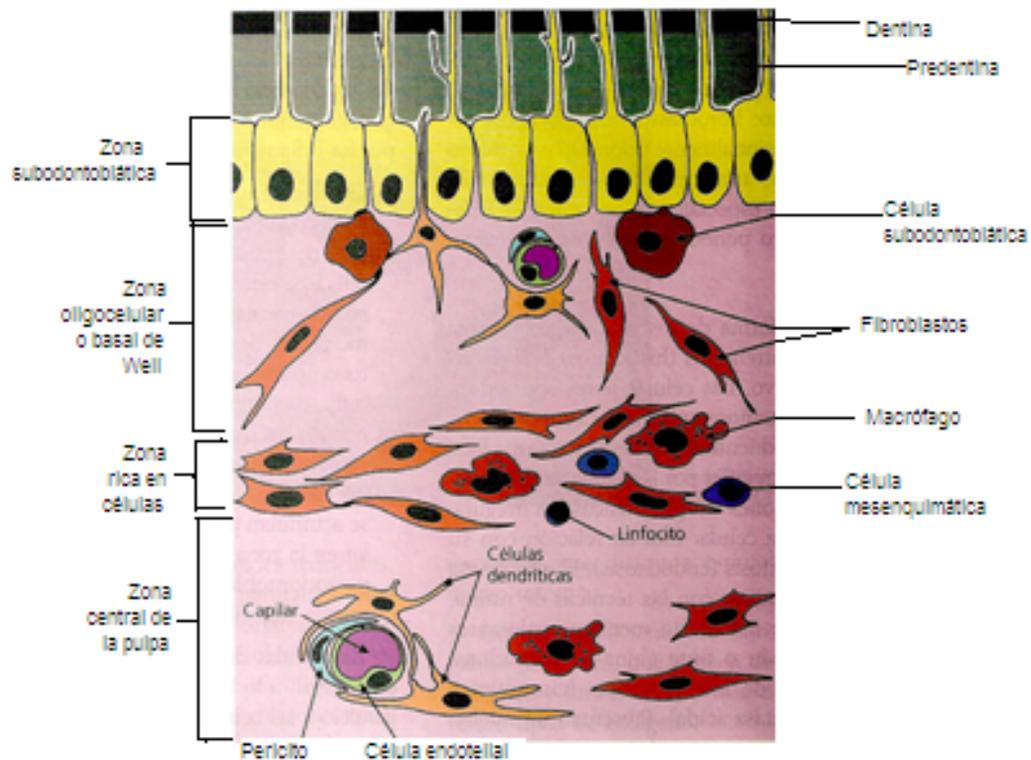


FIGURA 8. Zonas topográficas de la pulpa.⁵²

⁵¹ Ib. 182.

⁵² Ib. 218.



2.2. Características del ligamento periodontal

“El factor crítico para el éxito del reimplante de un diente avulsionado, no es el tiempo que pasa fuera de la cavidad bucal, sino el estado fisiológico de las células del ligamento periodontal que se encuentran en la superficie de la raíz”.⁵³

2.2.1. Generalidades

El ligamento periodontal consiste en una delgada capa de tejido conectivo fibroso, que por medio de sus fibras se une el elemento dentario al hueso alveolar que lo aloja, sus fibras principales se insertan por un lado en el cemento y por el otro lado en la placa cribosa del hueso alveolar, sus funciones son mantener el diente suspendido en su alvéolo, resistir las fuerzas empleadas durante la masticación y actuar como soporte y receptor sensorial propioceptivo.⁵⁴

Se ubica en el espacio periodontal, localizado entre la porción radicular del elemento dentario y la compacta periodóntica del hueso alveolar. A nivel del ápice dentario se pone en contacto con el tejido pulpar, mientras que en la parte superior se relaciona con el corion gingival. El ligamento al continuarse con el tejido pulpar, con el tejido conectivo de la encía y el de la unión dentogingival, forma un conjunto estructural y funcional, por tanto un sistema biológico.

⁵³ www.ortodoncia.ws

⁵⁴ Gómez de Ferraris M, Campos A, Histología Embriología Bucodental, 1ra ed, España, Año 2001, Pp. 302.



2.2.2. Componentes estructurales

2.2.2.1. Células

Los elementos celulares son muy heterogéneos, predominan los fibroblastos representando un 20% del total y se pueden distinguir:

- a) Células formadoras: fibroblastos, osteoblastos y cementoblastos.
- b) Células resortivas: osteoclastos y cementoclastos.
- c) Células defensivas: macrófagos, mastocitos y eosinófilos.
- d) Células epiteliales de Malassez.
- e) Células madres ectomesenquimáticas.⁵⁵

- **Fibroblasto.** Produce la sustancia que conforma el TC, colágeno, proteoglicanos y elastina. Tiene alto grado de recambio ya que son remodelados, removidos y reemplazados de modo constante. Su adherencia de las fibras se debe a la presencia de la fibronectina.

Presentan dos receptores de superficie muy característicos: el EGF (Factor de Crecimiento Epidérmico) y la IL-1 (Interleukina). El incremento de IL-1 estimula la actividad sintética del fibroblasto que entre otros, produce colagenasa e IL-6, esta última sustancia estimula de forma significativa la actividad osteoclástica.⁵⁶

- **Osteoblastos.** Son células que se encuentran en el ligamento cubriendo la superficie periodontal del hueso alveolar (zona osteógena). Existen dos

⁵⁵ Ib. 303.

⁵⁶ Ib. 303-305.



tipos de osteoblastos, los activos que sintetizan continuamente laminillas óseas y los inactivos o de reserva.⁵⁷

- **Cementoblastos.** Son células que se distribuyen sobre el cemento, en especial en la zona cementógena.
- **Osteoclastos.** Su presencia en el tejido normal se debe que permanentemente hay proceso de resorción y aposición, para permitir los movimientos funcionales.
- **Cementoclastos.** (u odontoclastos dado que también puede resorber dentina). Son células que aparecen en ciertos procesos patológicos, o durante la rizoclasia fisiológica de los dientes temporales.⁵⁸
- **Mastocitos o células cebadas.** Se hallan cerca de los vasos sanguíneos y contienen gránulos densos o de heparina, histamina y enzimas proteolíticas.
- **Macrófagos.** Desempeñan una función de desintoxicación y defensa del huésped, por su capacidad de ingerir, destruir y digerir microorganismos y sustancias extrañas que podrían alterar el ligamento periodontal.
- **Células o restos epiteliales de Malassez.** Son restos desorganizados de la vaina epitelial de Hertwig.

⁵⁷ Ib. 305.

⁵⁸ Ib. 306.



- **Célula ectomesenquimática indiferenciada.** Se encuentra en gran cantidad en el tejido conectivo periodontal, se puede diferenciar en fibroblasto, cementoblasto u osteoblasto.

2.2.2.2. *Fibras*

- **Fibras colágenas.** Conforman la mayor parte de la estructura fibrilar, constituidas por colágeno tipo I (la más abundante), tipo III y tipo V.¹

GRUPO DE FIBRAS PRINCIPALES. Se encuentran organizadas en haces o fascículos que se insertan en hueso y cemento, tienen una orientación definida de acuerdo a las distintas demandas funcionales, soportan las fuerzas masticatorias transformándolas en tensión sobre el hueso alveolar, (Fig. 9) se dividen en:

a) Grupo cresta alveolar (u oblicuas ascendentes). Se extienden desde la cresta alveolar hasta justo por debajo de la unión cemento adamantina, su función es evitar el movimiento de extrusión y desaparecen cuando existe enfermedad periodontal.⁵⁹

b) Grupo horizontal o de transición. Se ubican debajo del grupo anterior y corren en un ángulo recto respecto al eje mayor de la raíz, desde el cemento hasta el hueso, su función es resistir las fuerzas laterales y horizontales.

⁵⁹ Ib. 307.



c) Grupo oblicuo descendente. Es el más numeroso, se disponen en dirección descendente desde el hueso hacia el cemento, son las más potentes y responsables de mantener al diente en su alvéolo, su función es soportar las fuerzas masticatorias y evitar movimientos de intrusión.⁶⁰

d) Grupo apical. Van desde la zona del cemento que rodea el foramen apical hacia el fondo del alvéolo, permiten la introducción del paquete vasculonervioso hacia la pulpa dentaria, esta zona se denomina espacio indiferenciado de Black y su función es evitar los movimientos de lateralidad y extrusión y amortiguar la intrusión. Actúan junto con los proteoglicanos de la MEC como colchón hidráulico para resistir a las fuerzas de compresión.

e) Grupo interradicular. Se encuentran en aquellos dientes que tienen más de una raíz, van desde la cresta del tabique interradicular hacia el cemento, en forma de abanico y su función es evitar movimientos de lateralidad y rotación.

Las porciones de las fibras principales que están incluidas en el hueso, reciben el nombre de fibras de Sharpey y las insertadas en el cemento se denominan fibras perforantes, retenidas o incluidas y corresponden a las fibras extrínsecas del cemento.⁶¹

f) Fibras oxitalánicas y de elaunina. Son consideradas fibras elásticas inmaduras, siguiendo un dirección axial al diente, con un extremo incluido en el cemento o en el hueso y el otro generalmente en la pared de

⁶⁰ Ib 308.

⁶¹ Ib. 307-308.

un vaso sanguíneo o en el tejido conectivo que rodea las estructuras neurovasculares, son más abundantes en la zona del ápice y su función es sostener los vasos del ligamento y participar en el sistema mecanorreceptor del ligamento periodontal.

g) Fibras reticulares y elásticas. Son escasas, forman parte de las paredes de los vasos que irrigan el periodonto, constituido por colágeno tipo III.⁶²

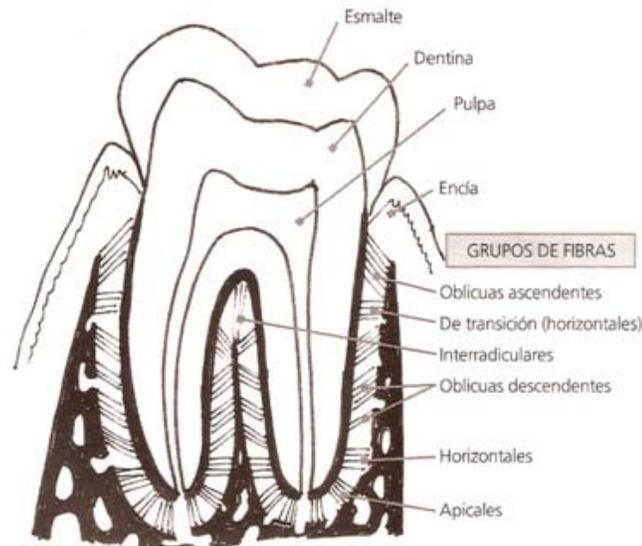


FIGURA 9. Haces de fibras del ligamento periodontal.⁶³

2.2.2.3. Sustancia Fundamental

El glucosamino más abundante es el dermatán sulfato y predomina cuando existen tensiones, mientras que el condroitín sulfato se incrementa

⁶² Ib. 310.

⁶³ Ib. 360.



con las tracciones o compresiones. La sustancia fundamental, es esencial en el mantenimiento y función normal del tejido conectivo y está vinculada al transporte del metabolito, agua, nutrientes, etc.⁶⁴

2.3. Características del cemento radicular

2.3.1. Generalidades

El cemento es un tejido conectivo mineralizado, derivado de la capa celular ectomesenquimática del saco o folículo dentario que rodea al germen dentario, su función principal es anclar las fibras del ligamento periodontal a la raíz del diente.⁶⁵

Y algunas de sus características son:

- a) Cubre y protege la totalidad de la superficie radicular del diente desde el cuello anatómico hasta el ápice, aunque en ocasiones puede extenderse sobre el esmalte en la región cervical.
- b) No está vascularizado y carece de inervación propia.
- c) No tiene capacidad de ser remodelado y es por lo general más resistente a la resorción que el hueso.⁶⁶

⁶⁴ lb. 310-311.

⁶⁵ lb. 289.

⁶⁶ lb. 289.



El cemento, al cubrir la porción radicular del diente, se relaciona con la dentina por su cara interna, con el ligamento periodontal, por su cara externa; por su extremo coronario con el esmalte y con la pulpa dental por el extremo apical.

2.3.2. Componentes estructurales

Está formado por elementos celulares, esencialmente cementoblastos y cementocitos y por una matriz extracelular calcificada.

2.3.2.1. Células

- **Cementoblastos:** se encuentran adosados a la superficie del cemento del lado del ligamento periodontal, en un diente funcional son considerados integrantes estructurales de dicho ligamento y pueden encontrarse en estado activo o inactivo.⁶⁷

En las raíces en desarrollo suele haber una capa continua de cementoblastos activos en toda su extensión, en los dientes con raíces completamente formadas, en cambio, se encuentran cementoblastos activos a partir del tercio medio o sólo en el tercio apical, es decir, en donde hay deposición de cemento secundario. Entre los cementoblastos activos y el cemento mineralizado, existe una delgada capa de sustancia cementoide, cemento inmaduro o precemento, las membranas de los cementoblastos

⁶⁷ Ib. 291.

poseen receptores para la hormona del crecimiento y para el factor EGF (factor de crecimiento epidérmico).

Los cementoblastos tienen una elevada actividad de síntesis, su función es sintetizar tropocolágeno que formará fibras colágenas intrínsecas, y proteoglicanos o glucosaminoglicanos para la matriz extracelular.

- **Cementocitos.** Una vez que los cementoblastos quedan incluidos en el cemento mineralizado, se les denomina cementocitos, éstos se alojan en cavidades denominadas cementoplastos o lagunas, tienden a dirigirse hacia la superficie externa en dirección al periodonto, a expensas de quien se nutre.⁶⁸

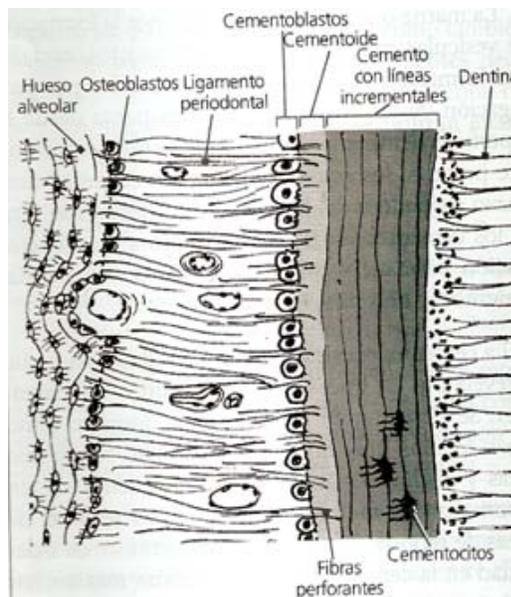


FIGURA 10. Zona cementógena.⁶⁹

⁶⁸ Ib. 292-293.

⁶⁹ Ib. 348.



- **Otras células.** Se pueden observar cavidades que contienen varios cementocitos o células que son restos epiteliales de Malassez, provenientes de disgregación de la vaina epitelial de Hertwig, conocidas como lagunas encapsuladas. Los **cementoclastos u odontoclastos**, tienen la capacidad de resorción de los tejidos duros, pero en condiciones normales están ausentes en el ligamento periodontal, puesto que el cemento no se remodela.⁷⁰(Fig. 10)

2.3.2.2. Matriz extracelular

El principal componente inorgánico está representado por fosfato de calcio, que se presenta como cristales de hidroxiapatita, alojándose dentro de las fibras colágenas. Además se encuentran carbonatos de calcio y oligoelementos como: sodio, potasio, hierro, magnesio, azufre y flúor.

La matriz orgánica del cemento se forma por fibras de colágeno principalmente de tipo I, que constituyen el 90%, y existen dos clases de fibras: intrínsecas y extrínsecas, las fibras intrínsecas están formadas por los cementoblastos, mientras que las extrínsecas son haces de fibras del ligamento periodontal.⁷¹

⁷⁰ Ib. 294.

⁷¹ Ib. 294.



2.3.3. Tipos de cemento radicular

- **Cemento acelular o primario.** Se forma antes de que el diente erupcione, depositándose lentamente de manera que los cementoblastos que lo forman retroceden a medida que secretan éste tipo de cemento, y no quedan células dentro el tejido, se presenta predominantemente en el tercio cervical, pero puede cubrir la raíz entera con una capa muy delgada.
- **Cemento celular o secundario.** Comienza a depositarse cuando el diente entra en oclusión, debido a que se forma con mayor rapidez, algunos cementoblastos quedan incluidos en la matriz, transformándose en cementocitos, localizándose a partir del tercio medio o apical de la raíz, siendo en el tercio apical el único tipo de cemento presente.
- **Cemento afibrilar.** Carece de las fibras de colágeno y se presenta con cierta frecuencia en el cuello del diente, a causa de la degeneración precoz del órgano del esmalte.⁷²

Las características del cemento permiten las siguientes funciones:

- a) Proporcionar un medio de retención por anclaje a las fibras colágenas del ligamento periodontal que fijan el diente al hueso alveolar.
- b) Controlar el ancho del espacio periodontal, ya que se deposita de forma continua durante toda la vida, especialmente en el tercio apical, permitiendo la reorientación de las fibras periodontales y conservando la inserción de dichas fibras durante el movimiento dentario.

⁷² Ib. 296-300.

c) Transmiten las fuerzas oclusales a la membrana periodontal, éstas crean tensiones sobre las fibras del ligamento periodontal traduciéndose en el cemento como fenómenos de cementogénesis de tipo laminar.

d) Reparar la superficie radicular, cuando sufre una fractura o resorción, por medio del depósito de nuevo cemento.

e) Compensan el desgaste del diente por la atrición.⁷³

2.4. Características del hueso alveolar

2.4.1. Generalidades

La porción del hueso alveolar (Fig. 11) que limita directamente al alvéolo, pertenece al periodonto de inserción junto con el cemento y el ligamento periodontal, siendo una estructura odontodependiente.⁷⁴

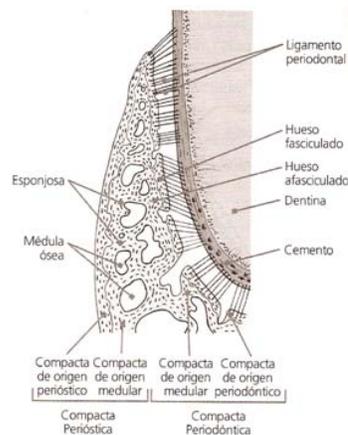


FIGURA 11. Arquitectura del hueso alveolar.⁷⁵

⁷³ Ib. 301.

⁷⁴ Ib. 314.

⁷⁵ Ib. 376.



2.4.2. Componentes estructurales

2.4.2.1. Células

Las células funcionan coordinadamente fabricando, manteniendo y remodelando el tejido óseo, los tipos celulares son:

- **Células osteoprogenitoras.** Son de dos tipos: los preosteoblastos y los preosteoclastos.
- **Osteoblastos.** Se encargan de la síntesis, secreción y mineralización de la matriz orgánica, en las zonas con actividad osteogénica, se encuentran separados de la matriz ósea calcificada por una zona de matriz no mineralizada, denominada sustancia osteoide.
- **Osteocitos.** A medida que los osteoblastos van secretando la sustancia osteoide, la cual luego se calcifica, algunos quedan encerrados y se transforman en osteocitos, las cavidades que los alojan se denominan osteoplastos u osteocitos.
- **Osteoclastos.** Se encargan de degradar la matriz, se consideran integrantes del sistema fagocítico mononuclear (osteoclastos, macrófagos, monocitos y células precursoras), liberan ácidos orgánicos y enzimas hidrolíticas lisosomales hacia el espacio extracelular, lo que causa la degradación, formando unas cavidades llamadas lagunas de Howship, las cuales son invadidas por osteoblastos, formando nuevo tejido óseo.(Fig. 12)
- **Célula bordeante.** Revisten la matriz ósea en aquellos lugares en los que ésta ni se forma por los osteoblastos, ni se destruyen por osteoclastos.ⁱⁱ

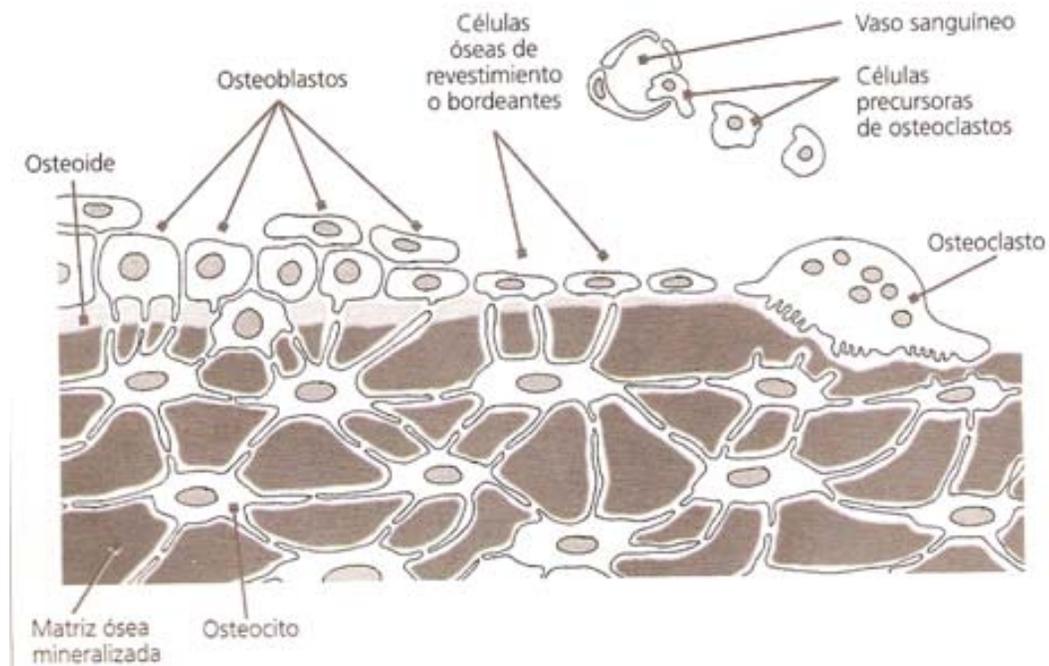


FIGURA 12. Diagrama de las interrelaciones entre las diferentes células del tejido óseo.⁷⁶

2.4.2.2. Matriz extracelular

Es una variedad del tejido conectivo, constituido por células y matriz extracelular, los compuestos más característicos de cada grupo son:

a) Glicoproteínas.

- **Osteopontina.** Se localiza en la matriz extracelular del hueso laminar, durante la osificación su función es como mediador de agregación celular.

⁷⁶ Ib. 370.



- **Osteonectina.** Tiene gran afinidad por el colágeno, proporciona los núcleos de crecimiento de los cristales.
- **Sialoproteína ósea.** Está asociada a la osteopontina y favorece al receptor de la integrina en la superficie celular.
- **Proteína morfogenética ósea (BMP).** Promueve la síntesis de DNA y la proliferación celular.

b) Proteínas con ácido gamma carboxil-glutámico.

- **Osteocalcina o proteína Gla ósea.** Secretada por los osteoblastos, es una proteína de enlace del calcio al colágeno, necesita de vitaminas K, B y C como cofactores.
- **Proteína Gla de la matriz.** Se encuentra en la fase previa a la maduración, se ve estimulada por la vitamina D.

c) Proteoglicanos. Son los encargados de favorecer y controlar el depósito de las sales de calcio y son:

- **GAG.** Condroitín sulfato, dermatán sulfato, heparán sulfato y ácido hialurónico.
- **Decorina.** Su función precisa se desconoce, pero son los encargados de favorecer y controlar el depósito de las sales de calcio.
- **Biglinato.** Su función precisa se desconoce, pero también favorecen y controlan el depósito de las sales de calcio.⁷⁷

⁷⁷ lb. 314.



III. LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN EN DIENTES AVULSIONADOS

3.1 Medios de conservación y sus características.

La reimplantación inmediata (Fig. 13) es uno de los factores que contribuyen a la reparación del ligamento periodontal, cuando el diente es reimplantado inmediatamente después de la avulsión, la tasa de reparación del ligamento periodontal es del 85 a 97%,⁷⁸ existiendo la posibilidad de que el ligamento periodontal seccionado se revascularice, las fibras de Sharpey rotas se reimplanten, la inserción gingival se repare y la pulpa revascularice y reinerve.⁷⁹



FIGURA 13. Reimplantación inmediata.⁸⁰

⁷⁸ Alexandre de Sousa H et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

⁷⁹ Araque L, Miranda S. Reabsorción radicular y coronal reemplazante en un diente reimplantado. Reporte de un caso. *Rev. Odont. de los Andes*, Año 2006, Vol. 1, Pp. 39-47.

⁸⁰ Koogi, Poi, Panzarini, Sottovia, Okamoto, Tooth replantation after keeping the avulsed tooth in oral environment: case report of a 3-year follow-up. *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 21, Pp. 373-376.



Si el daño en el ligamento periodontal involucra menos del 20% del total de la superficie radicular, la resorción inicial puede ser transitoria y reparada por las células sanas del ligamento periodontal, en caso de que produzcan daños moderados o extensos, ocurrirán procesos curativos competitivos, por los cuales las células del ligamento periodontal adyacentes intentarán invadir y curar el sitio de la lesión y al mismo tiempo las células del hueso alveolar intentarán llenar la región traumatizada con hueso nuevo, produciéndose anquilosis, ésta se presenta como resultado de una extensa lesión en la capa más interna del ligamento periodontal y posiblemente del cemento radicular, pudiendo ser transitoria dependiendo de la extensión del daño y de la existencia o no de algún movimiento funcional durante su periodo de curación.

No obstante, la reimplantación inmediata es el tratamiento ideal para el restablecimiento del suministro de nutrientes a las células del ligamento periodontal sobre la superficie de la raíz, sin embargo en algunas situaciones la reimplantación puede ser retrasada, cuando esto ocurre el diente debe ser almacenado en un medio húmedo para mantener la viabilidad de las células del ligamento periodontal,⁸¹ ya que la avulsión produce daño en la capa protectora del cemento de forma severa e irreversible y principalmente cuando no se han aplicado los primeros auxilios correctamente. Los objetivos del tratamiento son en primer lugar, limitar la respuesta inflamatoria inicial por daño a la estructura del soporte del diente (cemento, ligamento periodontal)

⁸¹ Alexandre de Sousa et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

en una segunda etapa, se tratará el conducto mediante extirpación profiláctica si es necesario.⁸²

Las células del ligamento periodontal que permanecen en el diente después de la avulsión son privadas de su suplemento natural (Fig. 14) y comienzan agotar sus metabolitos, éstos deben ser reemplazados en los 60 minutos siguientes a la desarticulación, pasado este tiempo las células del ligamento periodontal experimentarán necrosis y comenzará la resorción.⁸³

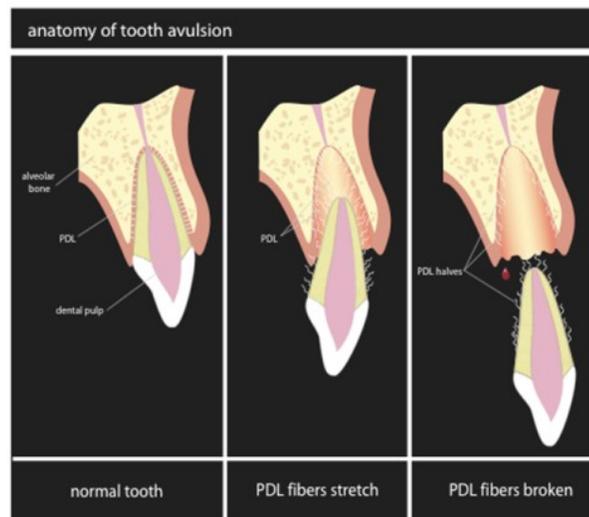


FIGURA 14. Fibras del ligamento periodontal después de una avulsión.⁸⁴

El tipo del medio de conservación utilizado en dientes avulsionados reimplantados es un factor decisivo en la conservación del ligamento

⁸² Flores M, Avulsión y reimplante del diente permanente ¿Cómo limitar la reabsorción inflamatoria?. Can Abier, Año 2006, Vol. 14, Pp. 25-27.

⁸³ www.ortodoncia.ws

⁸⁴ www.mytoothcaretips.com



periodontal⁸⁵. Un medio de conservación ideal es el que tiene la capacidad de preservar la viabilidad, mitogenicidad (capacidad funcional de toda la población celular -no sólo de las células progenitoras- de adherirse a una superficie sólida y proliferar⁸⁶), un valor de clonogenicidad superior al 3% (capacidad del ligamento periodontal de reproducir células progenitoras⁸⁷), capacidad del ligamento periodontal dañado para facilitar la repoblación de la superficie de la raíz evitando que los osteoclastos se adhieran a esta área,⁸⁸ dando como resultado una mayor resorción radicular, temperatura óptima para permitir el crecimiento o supervivencia celular⁸⁹ y pH balanceado (soluciones reconstituyentes, como el medio de Eagle, la solución de Hank's o el ViaSpan), estos medios de transporte pueden no estar al alcance de los pacientes (lo que limitan su utilización), existiendo otras alternativas para emplear en el sitio del accidente tales como: la leche, la solución fisiológica estéril, la saliva y el agua, entre otras. Y sobre éstos medios es sobre los cuales el presente trabajo se enfocará.

El período extraoral debe ser mínimo si no se dan las condiciones apropiadas, en un medio seco a los 30 minutos aproximadamente se produce la muerte del 50% de las células del ligamento periodontal, a la hora, casi no quedan células viables; en consecuencia, el tiempo crítico de almacenamiento en seco es de 20 ó 30 minutos, luego de dos horas en un

⁸⁵ Ali A, Atbaee A, Razavi S, Shabani M, Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen, *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 510-514.

⁸⁶ Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S, In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. *Dent Traumatol*, Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156.

⁸⁷ Lekic P, Kenny D, Barrett E, The influence of storage conditions on the clonogenic capacity of periodontal ligament cells: implications for tooth replantation. *J End*, Año 1998, Vo. 31, Pp. 137-40.

⁸⁸ Ib.

⁸⁹ Chamorro M, Regan J, Opperman L, Kramer P, Effect of storage media on human periodontal ligament cell apoptosis, *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 11-16.



medio seco o inadecuado, el ligamento periodontal se necrosa, en estos casos se le debe de remover muy suavemente con un bisturí o una cureta y tratar de no denudar el cemento, ya que éste es un protector natural contra el proceso de resorción.

El factor más crítico relacionado con el pronóstico desfavorable después del reimplante parece ser el medio de almacenamiento del diente avulsionado previo al reimplante, es importante que los fibroblastos del ligamento periodontal adheridos a la raíz se mantengan húmedos, ya que estudios que realizó Andreasen y cols en el 2002 demuestran que la cantidad de células viables del ligamento periodontal declinan muy rápidamente con el aumento del tiempo en medio seco.⁹⁰

Si el reimplante inmediato no es posible, el adulto responsable del niño deberá poner rápidamente el diente avulsionado en un medio adecuado hasta la consulta de urgencia, para preservar la vitalidad de las células del ligamento periodontal, cuyo límite de vida parece disminuir a partir de los 45 minutos,⁹¹ muchos medios han sido sugeridos que para preservar la viabilidad de las células del ligamento periodontal, debiendo tener las siguientes características:

⁹⁰ Andresen et cols, Effects of temperature, storage time and media on periodontal and pulpal healing after replantation of incisors in monkeys, Dent Traumatol, Año 2002, Pp. 190-195.

⁹¹ Andreasen JO, Borum M. K, Andreasen FM. Replantation of 40 avulsed permanent incisors. 3 Factors related to root growth. Endod Dent Traumatol. Año 1995, Vol 11 Pp. 69-75.



- pH balanceado. Debido a que existe crecimiento celular en un pH entre 7.2 a 7.4, demostrando que existe viabilidad celular por período largos de tiempo con un rango de pH entre 6.6 y 7.8.⁹²
 - Osmolaridad fisiológica. Ya que se ha reportado que el crecimiento celular ocurre en un rango de 230 – 400 mOsm/kg, sin embargo, el crecimiento celular óptimo sucede en un rango de 290 a 330 mOsm/Kg.⁹³
 - En su composición deben tener elementos que nutran las células del ligamento periodontal que aún permanecen viables.⁹⁴
 - Ser líquidos estériles, pues la contaminación bacteriana está relacionada con la resorción inflamatoria.⁹⁵
 - Estar disponibles en el lugar del accidente.
 - Temperatura. Se sugiere que éste factor podría estar relacionado con la evaporación del líquido intra y extracelular del ligamento periodontal, dañando su metabolismo por la eliminación excesiva de líquido y acelerando la necrosis autolítica. Autores como Andreasen y Schwartz proponen que una forma de preservar las células o tejidos durante periodos limitados de tiempo es mediante la reducción de temperatura en las células, ya que la demanda de oxígeno celular se reduciría a un 5% de lo normal, ignorado así el daño celular/orgánico.⁹⁶

⁹² Olson BD, Mailhot JM, Anderson RW, Shuster GS, Weller RN. Comparison of various transport media on human periodontal ligament cell viability. J Endod. Año 1997, Vol. 23, Pp. 676-679.

⁹³ Ib.

⁹⁴ Huang SC, Remeikis NA, Daniel JC. Efectos de exposición prolongada de células del ligamento periodontal humano en leche y otras soluciones. J Endod-Edición en Español. Año 1996, Vol. 2 Pp.26-30.

⁹⁵ Ib.

⁹⁶ Schwartz O, Andreasen F, Andreasen J. Effects of temperature, storage time and media on periodontal and pulpal healing after replantation of incisors in monkeys. Dent Traumatol, Año 2002, Vol. 18, Pp. 190-195.



3.1.1 Agua

La osmolaridad del agua varía de 3 – 16mOsm/Kg y su pH es de 7.41,⁹⁷ siendo el medio de transporte menos adecuado pues al ser hipotónica desencadena la lisis celular, siendo tan dañino para las células del ligamento periodontal como el almacenamiento en seco⁹⁸ adicionalmente el almacenamiento en agua más de veinte minutos provoca grandes resorciones radiculares,⁹⁹ por lo tanto, el almacenaje prolongado de agua debería evitarse para prevenir el aumento de resorción radicular.¹⁰⁰

3.1.2 Albúmina de huevo

Este medio de conservación tiene un pH de 9.38¹⁰¹ y una osmolaridad de 251-298 mOsma,¹⁰² según Rozenfarb et al. provee buenos resultados el uso de la clara de huevo (Fig. 15) como medio de conservación para la preservación de los fibroblastos, debido a la alta cantidad de proteínas (albúmina), vitaminas, agua, falta de contaminación microbiana y porque es

⁹⁷ Andreasen J, Andreasen F, Skeie A, Hjorting-Hansen E, Schwartz O, Effect of treatment delay upon pulp and periodontal healing of traumatic dentl injuries – a review article. Dent Traumatol. Año 2002, Vol. 18, Pp. 116-128.

⁹⁸ Alexandre de Sousa et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

⁹⁹ Harkacz O, Cames D, Walter W. Determination of periodontal ligament cell viability in the oral rehydration fluid Gatorade and lilks of varying fat content. J Endod, Año 1996, Vol. 22, Pp. 30-33.

¹⁰⁰ www.ortodoncia.ws

¹⁰¹ Alexandre de Sousa et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

¹⁰² Ali A, Atbaee A, Razavi S, Shabanian M, Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 510-514.



fácilmente disponible.¹⁰³ En el estudio realizado por Alexander de Sousa se obtuvo la conservación de los haces de fibras de colágeno, dirigiéndose perpendicularmente, así como la presencia de vénulas y capilares conservados, el tejido conectivo del ligamento periodontal presentó reducción en el número de células en algunas zonas, los vasos sanguíneos fueron conservados, a veces con dilatación y reducción del número de células endoteliales, sin embargo entre sus desventajas de acuerdo a éste estudio es que produce mayor resorción el cual puede atribuirse a su pH y a la gran cantidad de proteínas que pudieran actuar como cuerpos extraños.¹⁰⁴



FIGURA 15. Albúmina de huevo.¹⁰⁵

Por otro lado Ali Khademi y cols. lo recomiendan como un medio favorable porque demostró mayor preservación del ligamento periodontal en un periodo de 6 a 10 horas, ya que la incidencia de resorción por sustitución y resorción inflamatoria fue más baja en este estudio comparándola con la leche en el mismo periodo. Con respecto al estudio de viabilidad celular de

¹⁰³ Alexandre de Sousa et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

¹⁰⁴ Ib.

¹⁰⁵ www.proyectosfindecarrera.com/imagenes/Albumina-de-huevo.jpg



los fibroblastos su conservación es parecida a la Solución de Hank's, por lo que estos autores concluyeron que la albúmina de huevo es un medio favorable hasta por 10 horas, por sus características y por su disponibilidad en los accidentes.¹⁰⁶

3.1.3 Bebidas electrolíticas

Gatorade®

Estudios recientes informan que ésta bebida puede ser un medio de conservación en dientes avulsionados por su disponibilidad en el lugar del accidente (canchas deportivas), su osmolaridad varía entre 355 – 407 mOsm/Kg y su pH es de 3.20, los estudios son contradictorios, pues unos concluyen que dicha bebida no mantiene la vitalidad celular y otros refieren que ésta solución refrigerada podría servir para períodos cortos de almacenamiento de dientes avulsionados.¹⁰⁷ (Fig. 16)



FIGURA 16. Solución electrolítica.¹⁰⁸

¹⁰⁶ Ali A, Atbaee A, Razavi S, Shabaniyan M, Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 510-514.

¹⁰⁷ Sigalas E, Regan J, Kramer P, Whitterspoon D, Opperman L. Survival of human periodontal ligament cells in media proposed for transport of avulsed teeth. Dent Traumatol, Año 2004, Vol. 20, Pp. 21-28.

¹⁰⁸ www.getImage.aspx?ImageID=3541



Es el medio en el cual se observa un mayor porcentaje de apoptosis de las células del ligamento periodontal por un periodo de 24 horas en comparación con los otros medios de conservación, sin embargo existe una disminución significativa en el número de células apoptósicas tratadas a temperatura ambiente comparadas con temperaturas bajas.¹⁰⁹

Los resultados indican que la apoptosis desempeña un papel importante en la muerte celular cuando es expuesto el ligamento periodontal al Gatorade, teniendo un efecto desencadenante en la apoptosis del ligamento periodontal de las células humanas. Es posible que los daños de la leve membrana del ligamento periodontal podrían haber sido causados por el pH bajo del Gatorade el cual no conduce el crecimiento o la supervivencia de dichas células, pudiendo ser el causante de que estas mismas perdieran agua, definiéndose por tal motivo como un medio pro-apoptótico.¹¹⁰

Cuando se estudió la temperatura agregándole hielo a este medio de conservación, presentó un mayor porcentaje de apoptosis en las células con un 99% en un periodo de 24 horas, por otro lado en las células del ligamento periodontal tratadas a temperatura ambiente existió una disminución significativa en el porcentaje de células apoptósicas, indicando que la apoptosis desempeña un papel importante en la muerte celular cuando el ligamento periodontal fue expuesto al Gatorade. Se ha propuesto que el daño sufrido por la membrana del ligamento periodontal es causado por los agentes perjudiciales que permiten un flujo de calcio suficiente para activar el

¹⁰⁹ Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S. In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. Dent Traumatol. Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156.

¹¹⁰ Ib.



proceso de apoptosis, pero insuficiente para actuar con las fosfolipasas ocasionando por ende necrosis, por otro lado su osmolaridad es la causante de que las células redujeran o perdieran agua, siendo un factor importante en la muerte celular en un periodo de 24 a 72 horas alcanzando niveles de apoptosis del 100% y 93% respectivamente.¹¹¹

3.1.4 Fluoruro de fosfato de sodio acidulado

La solución de fluoruro de fosfato de sodio acidulado al 2.4%, tiene un pH de 5.5,¹¹² se ha propuesto como medio de conservación durante el proceso de reimplantación en dientes permanentes jóvenes avulsionados, por la capacidad de aumentar la resistencia de la resorción de la raíz, actuando principalmente en el cemento y el esmalte, los cuales sufren un proceso químico donde la hidroxiapatita se convierte en fluorapatita, siendo este último más resistente al proceso de resorción, inhibiendo la formación de células clásticas.^{113,114}

Estudios realizados por Lemos Gulinelli y cols demostraron que el epitelio de la mucosa gingival se encontraba cerca de la superficie del cemento, por debajo de la unión cemento esmalte excusando fibroblastos y linfocitos, en algunas zonas de la raíz el espacio del ligamento periodontal se encontró ocupado por tejido conectivo, mientras que en otras zonas estaba ocupado por hueso recién formado. En lo que se refiere al cemento y dentina

¹¹¹ Ib.

¹¹² Lemos J. et al, Effect of root surface treatment with propolis and fluoride in delayed tooth replantation in rats. Dental Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 651-657.

¹¹³ Ib.

¹¹⁴ www.ortodoncia.ws



pocas áreas estaban intactas en la superficie de la raíz, sin embargo existió resorción de reemplazo en una tercera parte de la misma, donde el cemento tenía contacto con el hueso. En la dentina se observó gran número de linfocitos y la pared alveolar mostró estrechamiento y/o relleno del espacio del ligamento periodontal por aposición de hueso.¹¹⁵

Existen variedades en composición y pH de éste tipo de soluciones (fluoruro de estaño y fluoruro de sodio con pH 3.2 y 5.5 respectivamente, en comparación con la solución de fluoruro de sodio acidulado al 2.4%), entre sus mayores desventajas es que este medio de conservación no preserva como tal la viabilidad y clonogenicidad celular del ligamento periodontal produciendo anquilosis, necesitando realizar el tratamiento de conductos debido a que los microorganismos y sus toxinas son las causantes de los procesos inflamatorios alrededor del ápice, por lo cual no se recomienda su utilización para reimplantación de dientes permanentes jóvenes avulsionados en un corto periodo de tiempo.¹¹⁶

3.1.5 Leche

Este medio de conservación tiene un pH de 6.4-6.8 y su osmolaridad es de 250 mOsm/kg, siendo compatibles con la vitalidad celular.¹¹⁷ En 1981 Andreasen (Dinamarca), Blomlof, Lidskog y Hammarstrom (Suecia), fueron los primeros en reportar sobre la viabilidad de la leche fresca descremada

¹¹⁵ Lemos J et al, Effect of root surface treatment with propolis and fluoride in delayed tooth replantation in rats. *Dental Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 651-657.

¹¹⁶ www.ortodoncia.ws

¹¹⁷ García C, Pérez L, Cózar A, New tendencies in the management of dental avulsion. *Biblid*, Año 2003, Vol. 2, Pp. 113-244.



pasteurizada como medio para conservar un diente avulsionado; la leche (Fig. 17) si no fuera por el contenido de los lípidos¹¹⁸ sería un excepcional medio, no obstante, en las condiciones en que se produce un traumatismo dentario es el mejor medio de transporte porque es fácil de conseguir y porque es un líquido estéril debido a la pasteurización y otros procesos de higienización de la leche (apertización para la leche evaporada y UHT para la leche en envases tetrapack). En la actualidad se han realizado investigaciones con leche de diferentes composiciones,¹¹⁹ reportando diferentes pH, osmolaridades y tiempos de almacenamiento dependiendo de la muestra de leche investigada, pero todos concuerdan que la leche es un adecuado medio de transporte que puede estar disponible en el lugar del accidente.

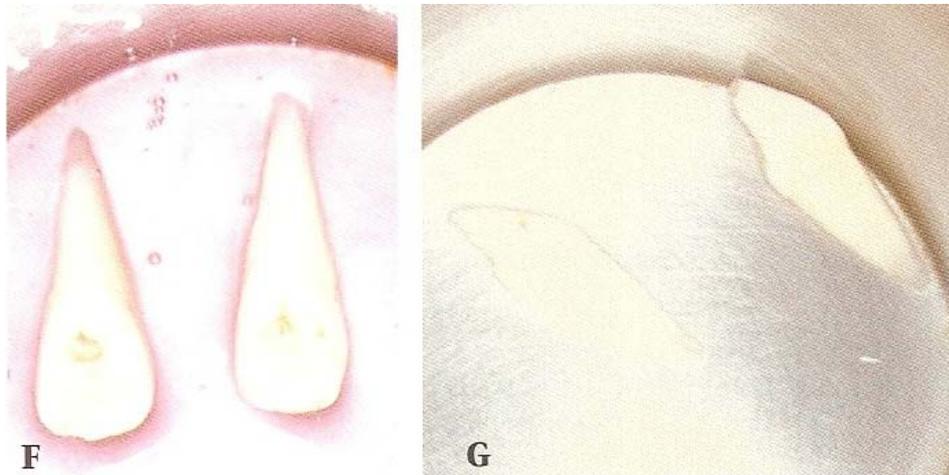


FIGURA 17. Dientes avulsionados inmersos en leche.¹²⁰

¹¹⁸ Quintana C, Transport and storage means for avulsed teeth. Odont Sanmarq, Año 2007, Vol. 10, Pp. 2-28

¹¹⁹ Ib.

¹²⁰ García C, Mendoza A, Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral. Ed. Ergon, Madrid, Año 2003, Pp. 171.



Los estudios realizados por Hammarström reportan que la leche conserva la vitalidad de un buen número de fibroblastos durante tres a seis horas, periodo suficiente para que el paciente llegue a la consulta dental y se le realice el reimplante,¹²¹ sin embargo, sólo previene la muerte celular, pero no restituye la morfología normal de las células, su habilidad para diferenciarse, ni su capacidad mitótica.^{122,123} Estudios recientes indican que a nivel celular, el almacenamiento en leche es similar al de la solución de Hank's, siempre que el período en seco no exceda los treinta minutos, por lo tanto, la leche es un muy buen medio de almacenamiento a corto plazo, si se coloca el diente en ella como máximo media hora después del trauma,¹²⁴ si la leche no estuviera disponible inmediatamente, una combinación de un breve almacenamiento en saliva con subsiguiente almacenamiento en leche es mejor que almacenarlo solo en saliva,¹²⁵ se ha demostrado que la leche esterilizada es compatible con un almacenaje de corto tiempo, sólo si los dientes desarticulados son mantenidos allí no más de 15 a 20 minutos.

Otros estudios realizados por Alexander de Sousa, demuestran que la leche puede ser utilizada como medio de conservación durante periodos extraorales hasta por 6 horas, ya que contienen nutrientes tales como aminoácidos y carbohidratos. Dentro de los resultados de estos estudios se observó que el ligamento periodontal presenta una clara orientación de las fibras de colágeno en toda la longitud de la raíz, implicando capilares, vénulas y el endotelio conservado. En el ligamento periodontal presentó

¹²¹ Hammarstrom L, Pierce A, Blomlof L, Feiglin B, Lindskog S. Tooth avulsion and replantation-a review. Dent Traumat, Año 1986, Vol. 2, Pp. 1-8.

¹²² www.ortodoncia.ws

¹²³ Lekic P, Kenny D, Barrett E. The influence of storage conditions on the clonogenic capacity of periodontal ligament cells: implications for tooth replantation. J End, Año 1998, Vol. 31, Pp. 137-140.

¹²⁴ Quintana C, Transport and Storage means for avulsed teeth. Odont Sanmarq, Año 2007, Vol. 10, Pp. 2-28.

¹²⁵ Ib.



conservación de la celularidad, con un número reducido de fibroblastos en áreas dispersas.¹²⁶ Por otro lado estudios realizados por Khademi y cols en el 2008, refieren que la leche ocasiona mayor inflamación en el ligamento periodontal cuando los dientes avulsionados son almacenadas en este medio por un periodo de 6 a 10 hrs, donde presentaba un 11.5% de conservación del ligamento periodontal comparado con el periodo de 3 horas, donde se observaba en un 64.8% la viabilidad del ligamento periodontal.¹²⁷ Respecto a la temperatura que debe de tener el medio de conservación los estudios no concuerdan, ya que los resultados del estudio realizado por Chamorro et cols en el 2008¹²⁸ aconsejan conservar la leche a temperatura ambiente (20°C) y otros proponen leche fría (4°C) para mantener clonogenicidad celular.^{129,130}

El componente principal de la leche que interviene como medio de conservación es la caseína, el cual es un fosfopéptido que representa el 80% del total de las proteínas de la leche en bovinos. El efecto principal de la leche como medio de conservación es el mantenimiento de la viabilidad celular del ligamento periodontal y se le atribuye a la presencia nutricional de proteínas, múltiples factores de crecimiento, fisiológicos, osmolaridad, su pH y sobre todo el sistema de amortiguación bajo en bacterias. La caseína forma

¹²⁶ Alexandre de Sousa et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

¹²⁷ Ali A, Atbaee A, Razavi S, Shabanian M, Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen. *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 510-514.

¹²⁸ Chamorro M, Regan J, Opperman L, Kramer P, Effect of storage media on human periodontal ligament cell apoptosis. *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24 Pp. 11-16.

¹²⁹ Lekic P, Kenny D, Barrett E. The influence of storage conditions on the clonogenic capacity of periodontal ligament cells: implications for tooth replantation. *J End*, Año 1998, Vol. 31, Pp. 137-140.

¹³⁰ Pileggi R, Dumsha T, Norje. Assesment of post – traumatic PDL cells viability by a novel collagenase assay. *Dent Traumatol*. Año 2002, Vol. 18 Pp. 186-189.



sales solubles llamados organofosfatados que funcionan como soporte de los diferentes minerales especialmente el calcio.¹³¹

3.1.6 Propóleo

El propóleo al 15% es una sustancia natural resinosa producida y recogida por las abejas *Apis mellifera*, utilizada para cubrir y proteger la colmena de la actividad de virus y bacterias, siendo la colmena uno de los lugares más estériles conocidos en la naturaleza, se obtienen a partir de varias plantas como cáscara y brotes de flores asociados con la savia, la saliva de abejas, cera y polen. Es un producto de gran valor para las abejas siendo utilizado como medio de defensa para su supervivencia y para el mantenimiento de la temperatura interna y condiciones asépticas de la colmena, también se utiliza para cerrar aberturas de la colmena por lo que es resistente al agua y puede ser utilizada para la modificación de cadáveres invasores que son eliminados de la colmena, como prevención de su deterioro poseen valiosos antimicrobianos naturales, antivirales, fungicidas, anestésicos locales, antiulcerosos, inmunoestimulantes, hipotensivos y propiedades hemostáticas, pudiendo utilizarse para el tratamiento de la superficie de la raíz en caso de retraso y reimplantación de un diente. Su composición es a base de aminoácidos, oligoelementos, vitaminas, minerales, aceites esenciales y tiene aproximadamente 500 veces más bioflavonoides que la naranja. (Fig. 18)

¹³¹ Burcak S, Gurpinar A, Onur A, Tasman F, In vitro evaluation of casein phosphopeptideamorphous calcium phosphate as potential tooth transport medium: viability and apoptosis in L929 fibroblasts. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 314-319.

En el área odontológica el uso del propóleo se ha propuesto en distintos campos como la cariólogía, la cirugía oral, la endodoncia y periodoncia, el estudio se considera favorable debido a que tiene una capacidad significativamente mayor para preservar células del ligamento periodontal así como la vitalidad del diente después de la avulsión más que la solución de Hanks, la leche y solución salina, dada la amplia gama de acción de esta sustancia.¹³²



FIGURA 18. Jarabes de propóleo.¹³³

La solución del propóleo está disponible en el comercio preparada con propinolglicol a una concentración del 15%. Sus propiedades antibacterianas, antiinflamatorias y antivirales se le tribuyen a la presencia de bioflavonoides,

¹³² Lemos J et cols. Effect of root surface treatment with propolis and fluoride in delayed tooth replantation in rats. Dent Traumat, Año 2008, Pp. 651-657.

¹³³ www.indalsnatures.com



ácidos aromáticos, ésteres y ácido Ferulic cáfic, estas propiedades no son suficiente para detener la resorción radicular, pero es menos intensa en comparación con la solución salina y el fluoruro. Éste efecto es el resultado de la acción sinérgica de los antimicrobianos de la solución del propóleo, junto con el tratamiento endodóntico y atibioticoterapia siendo más eficaz para bacterias grampositivas.¹³⁴

En estudios realizados por Lemos Guinelli en el 2008 observó que la mucosa del epitelio se encontraba por debajo de la unión cemento-esmalte, presentando en algunas zonas fibroblastos y pocos linfocitos, el espacio del ligamento periodontal fue ocupado por tejido conectivo fibroso con sus fibras paralelas dispuestas a la superficie de la raíz, mientras que en otras áreas estuvo lleno de tejido de hueso recién formado.

Aunque el propóleo tiene propiedades antimicrobianas su espectro de acción no podrá llegar a todas las bacterias presentes en la superficie de la raíz, por lo que estos microorganismos serán los causantes del proceso de resorción, conduciendo al ligamento periodontal a una etapa de necrosis y pérdidas importantes de estructuras como restos del epitelio de malassez, cementoblastos (tienen un receptor a la hormona paratiroidea la cual regula la aposición de calcio en la lesión) y precemento que juegan un papel clave en la preservación del espacio del ligamento periodontal.¹³⁵

¹³⁴ Ib.

¹³⁵ Ib.



3.1.7 Saliva

Por tener una osmolaridad de 60-80 mOsm/Kg y un pH de 6.76 – 7.35¹³⁶ no es muy recomendable ya que su hipertonicidad compromete la vida de las células periodontales y la resistencia a las bacterias está disminuida,¹³⁷ no obstante Basrani demuestra que si el diente se coloca en el vestíbulo bucal los fibroblastos pueden mantenerse vitales aproximadamente dos horas, teniendo el riesgo y la desventaja de ser tragado, además de la actividad de microorganismos y enzimas salivales¹³⁸ (Fig. 19) que alteran la estructura del fibroblasto, por lo que no son aconsejables como medio de transporte para el diente, aunque es mejor que transportarlo en seco.¹³⁹ El almacenamiento prolongado en saliva debería evitarse para prevenir el aumento de resorción radicular,¹⁴⁰ sin embargo por su disponibilidad podría ser utilizado como un medio de conservación.¹⁴¹

En estudios realizados por Alexander de Sousa en el 2008, donde utilizó como medio de conservación la saliva artificial, se observó como resultado que el ligamento periodontal de los dientes estudiados y los haces

¹³⁶ Quintana C, Transport and storage means for avulsed teeth. *Odont Sanmarq*, Año 2007, Vol. 10, Pp. 2-28.

¹³⁷ Basrani E, Di Nallo R, Ritacco E. Avulsión dentaria consideraciones clínicas. *Act Odont*, Año 2001, Vol. 37, Pp. 1-7.

¹³⁸ Alexandre de Sousa at cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

¹³⁹ Schwartz O, Andreasen J. Effects of temperature, storage time and media on periodontal and pulpal healing after replantation of incisors in monkeys. *Dent Traumatol*. Año 2002, Vol. 18, Pp. 190-195.

¹⁴⁰ www.ortodoncia.ws

¹⁴¹ Alexandre de Sousa at cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. *Dent Traumatol*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.



de las fibras de colágeno se encontraban desorganizadas y espaciadas, en cuanto al área del tejido conectivo presentó una reducción en la celularidad y con menor conservación en toda la longitud de la raíz del diente estudiado, así como algunas zonas de células fantasmas; en lo que concierne a los vasos sanguíneos se observó mayor dilatación y reducción en el número de las células endoteliales, interfiriendo con la organización de los haces de fibras de colágeno, por este motivo se le atribuye a la saliva las lesiones generadas al ligamento periodontal y por lo tanto un pronóstico reservado para el diente avulsionado reimplantado.¹⁴²



FIGURA 19. Saliva como medio de conservación¹⁴³

3.1.8 Solución Fisiológica

Este medio de conservación tiene una osmolaridad de 280 – 285 mOsm/Kg y un pH de 7.0,¹⁴⁴ es estéril, por lo que es un medio de conservación aceptable

¹⁴² Alexandre de Sousa et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol .24, Pp. 628-632.

¹⁴³ www.c-dentalsd12.es

¹⁴⁴ Blomlof L, Lindskog S, Hammarstrom L. Periodontal healing of exarticulated monkey teeth stored in milk or saliva. Scand J Dent Res, Año 1981, Vol. 89 Pp. 251-259.

a corto plazo, manteniendo la vitalidad celular aproximadamente tres horas.¹⁴⁵ (Fig. 20)



FIGURA 20. Solución salina isotónica.¹⁴⁶

La solución salina isotónica comúnmente es utilizada para el tratamiento de lesiones y como un medio de cultivo celular estándar.¹⁴⁷ Este medio ha obtenido buenos resultados en periodos cortos de tiempo, sin embargo puede no estar disponible en el lugar el accidente por lo que limita su utilización.¹⁴⁸ Lemons y cols. observaron que el espacio ocupado por el ligamento periodontal estuvo constituido por tejido conectivo fibroso observándose en forma paralela a la raíz del diente estudiado, en cuanto al cemento y la dentina algunas zonas presentaron resorción de reemplazo e

¹⁴⁵ Schwartz O, Andreasen J. Effects of temperature, storage time and media on periodontal and pulpal healing after replantation of incisors in monkeys. Dent Traumatol. Año 2002, Vol. 18, Pp. 190-195.

¹⁴⁶ www.sanhigia.com/images/cirugia_suerofisiologico_colgar.jpg

¹⁴⁷ García C, Pérez L, Cózar A, New tendencies in the management of dental avulsion. Biblid, Año 2003, Vol. 2, Pp. 113-244.

¹⁴⁸ Alexandre de Sousa at cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.



inflamatoria con linfocitos predominantemente en el lugar donde el tejido óseo estaba en contacto directo con el cemento, en cuanto a la pared alveolar existía aposición del hueso causando estrechamiento y/o relleno del espacio del ligamento periodontal formándose pocas trabéculas óseas.¹⁴⁹ En el rol que juega la temperatura en este medio de conservación, no existen diferencias significativas con respecto a la viabilidad celular.¹⁵⁰

3.1.9 Soluciones isotónicas

3.1.9.1 Soluciones conservadoras de lentes de contacto

Se han realizado estudios con Opti-free (ALCON),¹⁵¹ K-Mart¹⁵², Soft-Wear (CIBA-VISION),¹⁵³ Solo-care (CIBA-VISION),¹⁵⁴ Renu (BAUSCH AND LOMB), pero en general sólo refieren que conservan las células del ligamento periodontal por períodos cortos de tiempo, por otro lado estudios realizados por Chamorro en el 2006 muestran mayor número de apoptosis en comparación con otros grupos de tratamientos a temperatura ambiente,¹⁵⁵ el porcentaje de apoptosis de las células del ligamento periodontal utilizando

¹⁴⁹ Lemos J et cols. Effect of root surface treatment with propolis and fluoride in delayed tooth replantation in rats. Dent Traumat, Año 2008, Pp. 651-657.

¹⁵⁰ www.ortodoncia.ws

¹⁵¹ Sigalas E, Regan J, Kramer P, Whitterspoon D, Opperman L. Survival of human periodontal ligament cells in media proponed for transport of avulsed teeth. Dent Traumatol. Año 2004, Vol. 20, Pp. 21-28.

¹⁵² Huang S, Remeikis N, Daniel J. Efectos de exposición prolongada de células del ligamento periodontal humano en leche y otras soluciones. Journal of Endodontis-Edición en Español. Año 1996, Vol. 2, Pp. 26-30.

¹⁵³ Sigalas E, Regan J, Kramer P, Whitterspoon D, Opperman L. Survival of human periodontal ligament cells in media proponed for transport of avulsed teeth. Dent Traumatol. Año 2004, Vol. 20, Pp. 21-28.

¹⁵⁴ Ib.

¹⁵⁵ Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S. In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. Dent Traumatol. Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156.



la solución de lentes de contacto fue del 42% siendo significativamente mayor en comparación con la leche y la saliva.¹⁵⁶ (Fig. 21)

Por lo tanto, muy pocas células se recuperaron a partir de estas soluciones, lo que sugiere que las soluciones de lentes de contacto inducen a la muerte de las células, denominándolas soluciones pro-necróticas, por este motivo no se recomiendan como un medio de almacenamiento temporal para dientes avulsionados.¹⁵⁷



FIGURA 21. Solución de lentes de contacto.¹⁵⁸

3.1.10 Soluciones Reconstituyentes.

3.1.10.1 Medio De Cultivo De Eagles.

Tiene una osmolaridad de 291 – 315 mOsm/Kg y un pH de 7.2-7.4,ⁱⁱⁱ la finalidad de este medio de cultivo es servir como sobrenadante de cultivo del

¹⁵⁶ Alexandre de Sousa et cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

¹⁵⁷ Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S. In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. Dent Traumatol. Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156

¹⁵⁸ www.nanovision.com.mx/imagenes/thumb-solucion2.jpg



fibroblasto gingival, está compuesto por factores de crecimiento, es significativamente el mejor medio de conservación, pero al ser su disponibilidad tan escasa, casi utópica, queda reservado al ámbito puramente académico como medio de cultivo celular y como control positivo en viabilidad celular,¹⁵⁹ por lo que su recomendación es cuestionable¹⁶⁰

3.1.10.2 Solución Balanceada de Hank's (HBSS)

Es un medio de cultivo estándar usado en la investigación biomédica para la conservación celular, no es tóxica,¹⁶¹ estéril,¹⁶² con un pH equilibrado de 7.2 y una osmolaridad es de 270 - 320 mOsm/Kg, evita la resorción radicular en un 91%. Está compuesto por 8 g/L de cloruro de sodio, 0.4 g/L de D-glucosa, 0.4 g/L de cloruro de potasio, 0.35 g/L de bicarbonato de sodio, 0.09 g/L de fosfato de sodio, 0.14 g/L de fosfato de potasio, 0.14 g/L de cloruro de calcio, 0.1 g/L de cloruro de magnesio y 0.1 g/L de sulfato de magnesio. En algunos países (Fig. 22) está comercializado en farmacias (Save-a Tooth@Sat), como un pequeño contenedor con una casilla interna que evita al mínimo el daño al ligamento periodontal durante el transporte, éste contiene solución de Hank's, para que el diente pueda ser introducido mientras se acude a la consulta dental para el reimplante¹⁶³, el objetivo de este sistema es tener disponible un medio de conservación adecuado en escuelas, instalaciones deportivas, ambulancias, hospitales o cualquier lugar donde pudiese ocurrir

¹⁵⁹ Olson B, Mailhot J, Anderson R, Shuster G, Weller R. Comparison of various transport media on human periodontal ligament cell viability. J Endod, Año 1997, Vol. 23, Pp. 676-679.

¹⁶⁰ García C, Pérez L, Cózar A, New tendencies in the management of dental avulsion. Biblid, Año 2003, Vol. 2, Pp. 113-244

¹⁶¹ www.ortodoncia.ws

¹⁶² García C, Pérez L, Cózar A, New tendencies in the management of dental avulsion. Biblid, Año 2003, Vol. 2, Pp. 113-244.

¹⁶³ Olson B, Mailhot J, Anderson R, Shuster G, Weller R. Comparison of various transport media on human periodontal ligament cell viability. J Endod, Año 1997, Vol. 23, Pp. 676-679.

una avulsión, incluso en el hogar.¹⁶⁴ Sus principales desventajas son el costo y una caducidad de dos años.¹⁶⁵



FIGURA 22. Solución de Hank's.¹⁶⁶

La Academia Americana de Endodoncistas ha recomendado el uso de HBSS como un medio de almacenamiento aceptable en dientes avulsionados debido a su capacidad de proliferación de las células del ligamento periodontal durante un máximo de 48 horas a temperatura ambiente.¹⁶⁷ (Fig. 23)

El HBSS ha sido estudiado en profundidad mostrando que las primeras 24 horas de almacenamiento los fibroblastos se mantienen vitales, por lo que la resorción radicular es escasa y después de 4 días de almacenamiento los

¹⁶⁴ Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S, In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. Dent Traumatol, Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156.

¹⁶⁵ Olson B, Mailhot J, Anderson R, Shuster G, Weller R. Comparison of various transport media on human periodontal ligament cell viability. J Endod. Año 1997, Vol.23, Pp. 676-679.

¹⁶⁶ www.practicon.com/images/products/1_38675_FS.jpg

¹⁶⁷ Ali A, Atbaee A, Razavi S, Shabanian M, Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 510-514.

dientes presentan resorción moderada (20%), además los fibroblastos no presentan distorsión en su morfología y tienen aspecto normal. El empleo de HBSS ha sido evaluado con éxito y siempre se utiliza como control positivo en estudios de medios de almacenamiento.¹⁶⁸ Con respecto al ligamento periodontal existe mayor número de fibras reinsertadas en el tercio apical y medio, además es el único medio donde se puede demostrar inserción de fibras en cervical, así como la conservación del tejido, puesto que evita la deshidratación y el gasto energético de ATPs,¹⁶⁹ teniendo así un bajo porcentaje de apoptosis de células.¹⁷⁰



FIGURA 23. Diente avulsionado conservado en solución de Hank's.¹⁷¹

3.1.10.3 Solución de ViaSpan.

Éste medio tiene una osmolaridad de 320 mOsm/Kg y un pH de 7.422, se utiliza como medio de transporte para el trasplante de órganos. El medio de

¹⁶⁸ Lekic P, Kenny D, Barrett E. The influence of storage conditions on the clonogenic capacity of periodontal ligament cells: implications for tooth replantation. J End, Año 1998, Vol. 31, Pp. 137-40.

¹⁶⁹ Andreasen J, Hjörtin-Hansen E, Replantation of teeth, Acta Odont Escandinava, Año 1996, Vol. 24

¹⁷⁰ Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S. In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. Dent Traumatol, Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156.

¹⁷¹ García C, Pérez L, Cózar A, New tendencies in the management of dental avulsion, Bibliid, Año 2003, Vol. 2, Pp. 113-244.



Eagles y el ViaSpan ofrecen resultados similares, incluso mejores, pero no están disponibles comercialmente para el público en general,¹⁷² éste medio ha demostrado un valor superior de almacenamiento a mediano y largo plazo.¹⁷³

3.1.11 Otras alternativas

Otros medios de conservación que se sugieren para preservar la viabilidad celular del ligamento periodontal y carecen de estudios para su valoración son: el agua de coco, el medio de cultivo por criopreservación (CCM) y la solución a base de colagenasa.

➤ Existe sólo un artículo el cual valora las condiciones para el uso del agua de coco, sin embargo no explica sus ventajas y desventajas así como sus propiedades para considerarlo como un medio de conservación óptimo, sólo se menciona como posibilidad sin recomendarlo por falta de veracidad.

➤ Criopreservación. El uso de éste medio de conservación es a base de solución salina a una temperatura de 0 a 2°C, este principio de almacenamiento refrigerado se utiliza en la preservación de trasplantes de órganos (por ejemplo riñones) por un periodo de 72 horas, para su posterior reimplantación. Se ha propuesto que los dientes permanentes jóvenes

¹⁷² Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S. In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. Dent Traumatol, Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156.

¹⁷³ Ali A, Atbaee A, Razavi S, Shabanian M, Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen. Dent Traumatol, Año 2008, Vol. 24, Pp. 510-514.



avulsionados y los gérmenes dentales se pueden almacenar en este medio de cultivo durante periodos prolongados de tiempo; el principio de criopreservación es utilizar un crioprotector para evitar la formación de cristales de hielo intercelular, demostrando que éstos destruyen el citoesqueleto de las células, sin embargo estudios realizados por Schwartz y Andreasen demostraron que este tipo de procedimientos de congelación y descongelación resulta una mayor resorción en la reimplantación de dientes avulsionados debido a cambios osmóticos, lo cual no garantiza la supervivencia del ligamento periodontal por la formación de cristales de hielo intercelular.¹⁷⁴

➤ Solución a base de colagenasa. Debido a que la matriz extracelular tiene un alto contenido de colágeno y otras proteínas, parece razonable la propuesta de Pileggi y cols el uso de segregación enzimática como medio de conservación en dientes permanentes jóvenes avulsionados, el cual favorecería una mayor proliferación de células en un periodo corto de tiempo. Las enzimas como la colagenasa actúan en la matriz extracelular liberando numerosas células sin interrupción y evitando así la destrucción de la membrana del ligamento periodontal, proponiendo que el uso de esta enzima proporcionaría altos valores de viabilidad celular en el ligamento periodontal lesionado después de una avulsión dentaria.¹⁷⁵

¹⁷⁴ Schwartz O, Andreasen F, Andreasen J. Effects of temperature, storage time and media on periodontal and pulpal healing after replantation of incisors in monkeys. Dent Traumatol, Año 2002, Vol. 18, Pp. 190-195.

¹⁷⁵ Pileggi R, Dumsha T, Norje. Assessment of post – traumatic PDL cells viability by a novel collagenase assay. Dent Traumatol. Año 2002 , Vol. 18, Pp. 186-189.



CONCLUSIONES

Con base en la información obtenida de esta investigación bibliográfica, se puede concluir que el reimplante inmediato es la mejor opción después de que un diente permanente joven sufre una avulsión generalmente por un traumatismo, sin embargo no en todos los casos se puede realizar este tratamiento, por dicho motivo el órgano dental avulsionado debe mantenerse en una solución que conserve la membrana periodontal y así evitar el desarrollo de los diferentes tipos de resorciones radiculares y/o anquilosis, mientras el paciente es trasladado a la consulta dental. El éxito de dicho reimplante dentario depende de muchos factores críticos, dentro de los cuales se encuentran:

- El período extraoral (Tiempo que el diente está afuera de boca = Tiempo en medio seco + tiempo en medio húmedo)
- El medio de almacenamiento (ya que los fibroblastos al no estar irrigados se desecan rápidamente).

Mantener la calma, actuar rápido y aplicar los primeros auxilios en forma correcta después del traumatismo son medidas que pueden preservar los dientes permanentes, este conocimiento debe formar parte del saber común de una comunidad informada, donde el odontólogo debe desempeñar un rol determinante en la educación y orientación de los grupos vulnerables.

Como en la mayoría de los casos es imposible realizar el reimplante inmediato se busca un medio de conservación, el cual debe proveer en un



LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN Y SUS EFECTOS EN LOS TEJIDOS PERIODONTALES
EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES AVULSIONADOS.



tiempo determinado condiciones necesarias para mantener la viabilidad, clonogenicidad y mitogenicidad, evitando la necrosis de la membrana del ligamento periodontal y así tener un pronóstico favorable.

Se propone el siguiente cuadro comparativo (ver cuadro 1.) como auxiliar para la selección del medio de conservación más adecuado para los dientes avulsionados de acuerdo a sus características, las cuales se han estudiado en el presente trabajo.

De acuerdo con las propiedades que debe tener un medio de conservación para favorecer el crecimiento celular, podemos concluir que el mejor medio de conservación es la solución de Hank's por sus características y preservación celular, sin embargo en nuestro país es sumamente difícil poder obtenerla, por lo que la leche pasteurizada descremada cumple con la mayoría de las características químicas requeridas y podría ser utilizada como la opción idónea para mantener un diente permanente joven avulsionado.

Los medios de conservación que se deberían utilizar como último recurso son el agua, la saliva, las soluciones electrolíticas y las soluciones isotónicas (como los conservadores para lentes de contacto), pues son los causantes de producir mayor resorción radicular y al no tener la capacidad de reproducir las células del ligamento periodontal tendremos un pronóstico desfavorable en la reimplantación de los órganos dentales.



LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN Y SUS EFECTOS EN LOS TEJIDOS PERIODONTALES
EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES AVULSIONADOS.



CUADRO COMPARATIVO DE LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN PARA DIENTES AVULSIONADOS.

Propiedades	Agua	Agua de coco	Albúmina de huevo	Bebidas electrolíticas	Criopreservación	Fluoruro de fosfato de sodio acidulado	Leche
CLONOGENICIDAD	X	X	X	X	X	X	✓
DISPONIBILIDAD	✓	X	✓	✓	X	X	✓
ESTÉRIL	X	X	✓	X	✓	X	✓
FACTORES DE CRECIMIENTO	X	X	✓	X	X	X	✓
OSMOLARIDAD ADECUADA	X	=====	✓	✓	=====	=====	✓
PH ADECUADO	✓	=====	X	X	=====	X	✓
RESORCIÓN O ANQUILOSIS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	*	*	**	*	***	*	*
VIABILIDAD	X	X	✓	X	X	X	✓

* 1 a 30 minutos. ** Hasta 6 horas. *** Hasta 72 horas. ===== Carece de estudios



LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN Y SUS EFECTOS EN LOS TEJIDOS PERIODONTALES
EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES AVULSIONADOS.



(CONTINUACIÓN.....)

Propiedades	Medio de cultivo Eagle	Propóleo	Saliva	Solución balanceada de Hank's	Soluciones conservantes de lentes de contacto	Solución de ViaSpan	Solución salina
CLONOGENICIDAD	✓	✓	X	✓	X	✓	=====
DISPONIBILIDAD	X	✓	✓	X	✓ / X	X	X
ESTÉRIL	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓
FACTORES DE CRECIMIENTO	✓	✓	X	✓	X	✓	X
OSMOLARIDAD	✓	=====	X	✓	=====	✓	✓
PH	✓	=====	✓	✓	=====	✓	✓
RESORCIÓN O ANQUILOSIS	X	X	✓	X	✓	X	✓
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	***	**	*	***	*	***	**
VIABILIDAD	✓	✓	X	✓	X	✓	✓

* 1 a 30 minutos. ** Hasta 6 horas. *** Hasta 72 horas. ===== Carece de estudios.



BIBLIOGRAFÍA

Alexandre de Sousa H at cols, Microscopic evaluation of the effect of different storage media on the periodontal ligament of surgically extracted human teeth, Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp. 628-632.

Ali A, Atbaee A, Razavi S, Shabani M, Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen, Dental Traumatology, Año 2008, Vol 24, Pp. 510-514.

Andersson L, Bodin I, Sörensen, Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. Dental Traumatology, Año 2006, Vol. 5, Pp. 38-47.

Andreasen J, Andreasen F, Skeie A, Hjorting-Hansen E, Schwartz O. Effect of treatment delay upon pulp and periodontal healing of traumatic dental injuries – a review article. Dental Traumatology, Año 2002, Vol. 18, Pp. 116-128.

Andreasen JO, Borum M. K, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 3 factors related to root growth. Dental Traumatology. Año 1995, Vol. 11 Pp. 69-75.

Araque L, Miranda S. Reabsorción radicular y coronal reemplazante en un diente reimplantado. Reporte de un caso. Revista Odontológica de los Andes, Año 2006, Vol. 1, Pp. 39-47.



Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S, In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. Dental Traumatology, Año 1999, Vol. 15, Pp. 149-156.

Basrani E, Di Nallo R, Ritacco E. Avulsión Dentaria Consideraciones Clínicas, Actualizaciones Odontológicas, Año 2001, Vol. 37, Pp. 1-7.

Blinkhorn F. The etiology of dentoalveolar injuries and factors influencing attendance for emergency care of adolescents in the North West of England. Dental Traumatology. Año 2000, Vol. 16, Pp. 162-165.

Blomlof L, Lindskog S, Hammarstrom L. Periodontal healing of exarticulated monkey teeth stored in milk or saliva. Scand J Dent Res, Año 1981, Vol. 89, Pp. 251-259.

Burcak S, Gurpinar A, Onur A, Tasman F, In vitro evaluation of casein phosphopeptideamorphous calcium phosphate as a potential tooth transport medium: viability and apoptosis in L929 fibroblasts. Dental Traumatology Año 2008, Vol. 24, Pp. 314-319.

Cacciafesta V, Miethke R, Jost-Brinkmann P, Scheifele C, Becker J. Reimplantación y ferulización de incisivos avulsionados con el Sistema Art Bending. Discusión y reporte de un caso. Journal of Orthopedic-Orthodontics and Pediatric Dentistry. Año 1999.

Cardoso M, Carvalho M, Identification of factors associated with pathological root resorption in traumatized primary teeth. Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp. 343-349.



Carrilho F, Percinoto C, Ferelle A, Cunha R, Immediate reimplantation of primary teeth: a histological study in dogs. Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp. 337-342.

Chamorro M, Regan J, Opperman L, Kramer P, Effect of storage media on human periodontal ligament cell apoptosis, Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24 Pp. 11-16.

Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Kling M, Lownie J, Fatti P. Effect of topical application of doxycycline on pulp revascularization and periodontal healing in reimplanted monkey incisors. Dental Traumatology, Año 1990, Vol. 6, Pp. 170-176.

Davidovich E, Moskovitz M, Moshonov J. Replantation of an immature permanent central incisor following pre-eruptive traumatic avulsion. Dental Traumatology, Año 2008, Pp. 47-52.

Donaldson M, Kirinos M. Factors affecting the onset of resorption in avulsed replanted incisor teeth in children. Dental Traumatology, Año 2001, Vol. 17, Pp. 205-209.

Flores M, Avulsión y reimplante del diente permanente ¿Cómo limitar la reabsorción inflamatoria?, Canal Abierto, Año 2006, Vol. 14, Pp. 25-27.

García C, Mendoza A, Traumatología oral en odontopediatría, diagnóstico y tratamiento integral. Ed. Ergon, Madrid, 2003.



García C, Pérez L, Cózar A, New tendencies in the management of dental avulsion, *Biblid*, Año 2003, Vol. 2, Pp. 213-244.

Garrido M. Avulsión dentaria Caso Clínico. *Canal Abierto*, Año 2007, Vol. 15, Pp. 27-28.

Glendor U, Koucheki B, Halling A. Risk evaluation and type of treatment of multiple dental trauma episodes to permanent teeth. *Dental Traumatology*, Año 2000, Vol. 16, Pp. 205-210.

Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries – a 12 year review of the literature. *Dental Traumatology*, Año 2008, Vol. 24, Pp. 603-611.

Gómez de Ferraris M, Campos A, Histología Embriología Bucodental. 1ra ed, España, 2001.

Hammarstrom L, Pierce A, Blomlof L, Feiglin B, Lindskog S. Tooth avulsion and replantation-a review. *Dental Traumatology*, Año 1986, Vol. 2, Pp. 1-8.

Harkacz O, Cames D, Walter W. Determination of periodontal ligament cell viability in the oral rehydration fluid Gatorade and milks of varying fat content. *J Endod*, Año 1996, Vol. 22, Pp. 30-33.

Huang SC, Remeikis NA, Daniel JC. Efectos de exposición prolongada de células del ligamento periodontal humano en leche y otras soluciones. *Journal Endodontic*, Edición en Español, Año 1996, Vol. 2, Pp.26-30.



Kling M, Cvek M, Mejáre I. Rate and predictability of pulp revascularization in the therapeutically reimplanted permanent incisors. Dental Traumatology, Año 1986, Vol. 2, Pp. 83-89.

Koogi, Poi, Panzarini, Sottovia, Okamoto, Tooth replantation after keeping the avulsed tooth in oral environment: case report of a 3-year follow-up. Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 21, Pp. 373-376.

Lekic P, Kenny D, Barrett E. The influence of storage conditions on the clonogenic capacity of periodontal ligament cells: implications for tooth replantation. Dental Traumatology, Año 1998, Vol. 31, Pp. 137-140.

Lemos J et cols. Effect of root surface treatment with propolis and fluoride in delayed tooth replantation in rats, Dental Traumatology, Año 2008, Pp. 651-657.

Lin S, Roguin A, Metzger Z, Levin L, Vascular endothelial growth factor (VEGF) response to dental trauma: a preliminary study in rats. Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp. 435-438.

Llano A, Gómez V, López A, Avulsión dentaria o exarticulación en la infancia. Boletín Pediátrico, Año 1995, Vol. 36, Pp. 33-335.

Mackie I, Worthington M. Dental Traumatology, Año 1995, Vol. 11, Pp. 210-213.

Olmeda. Detección del maltrato infantil en los consultorios odontoestomatológicos. 1997. Disponible en: www.coem.org/revista/anterior/11-97/articulo.html



Olson B, Mailhot J, Anderson R, Shuster G, Weller R. Comparison of various transport media on human periodontal ligament cell viability. Journal Endodontics, Año 1997, Vol. 23, Pp. 676-679.

Pileggi R, Dumsha T, Nor J. Assessment of post – traumatic PDL cells viability by a novel collagenase assay. Dental Traumatology. Año 2002, Vol. 18 Pp. 186-189.

Quintana C, Transport and storage means for avulsed teeth, Odontología Sanmarquina, Año 2007, Vol. 10, Pp. 24-28.

Regina M et cols, Analysis of the healing process in delayed tooth replantation after root canal filling with calcium hydroxide, Sealapex and Endofill: a microscopic study in rats, Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp. 645-650.

Schatz J, Hausherr C, Joho J. A retrospective clinical and radiologic study of teeth re-implanted following traumatic avulsion. Dental Traumatology, Año 1995, Vol. 11, Pp. 235-39.

Schwartz O, Andreasen F, Andreasen J. Effects of temperature, storage time and media on periodontal and pulpal healing after replantation of incisors in monkeys. Dental Traumatology, Año 2002, Vol. 18, Pp. 190-195.

Sigalas E, Regan J, Kramer P, Whitterspoon D, Opperman L. Survival of human periodontal ligament cells in media proponed for transport of avulsed teeth. Dental Traumatology, Año 2004, Vol. 20, Pp. 21-28.



Tekin U, Filippi A, Pohl Y, Kirschner, Expression of proliferating cell nuclear antigen in pulp cells of extracted immaure teeth preserved in two different storage media, Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp 38-42.

University of Geneva. Faculty of Medicine. School of Dentistry. Dental trauma and dento-alveolar injuries. Disponible en: www.unige.ch/smd/orthotr.htm.

Wasmer C, Pohl Y, Filippi A, Traumatic dental injuries in twins: Is there a genetic risk for dental injuries?. Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp. 619-624.

Wiegand A, Attin T, Efficacy of enamel matrix derivatives (Emdogain®) in treatment of replanted teeth a systematic review based on animal studies. Dental Traumatology, Año 2008, Vol. 24, Pp. 498-502.

Páginas electrónicas.

www.sanhigia.com/images/cirugia_suerofisiologico_colgar.jpg

American Association of Endodontists.2000.

www.americanassociationofendodontists.com

www.biensimple.com

www.blogcurioso.com

www.c-dentalsd12.es



LOS MEDIOS DE CONSERVACIÓN Y SUS EFECTOS EN LOS TEJIDOS PERIODONTALES
EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES AVULSIONADOS.



www.gaucher.org.co/jpg/molecula3.jpg¹

www.getImage.aspx?ImageID=3541

www.mytoothcaretips.com

www.nanovision.com.mx/imagenes/thumb-solucion2.jpg

www.ortodoncia.ws

www.practicon.com/images/products/1_38675_FS.jpg

www.proyectosfindecarrera.com/imagenes/Albumina-de-huevo.jpg