

Medios de almacenamiento para dientes avulsionados. Una revisión

Media storage for avulsed teeth. A review

Pedro P Mejía Fernández¹, Keyla De la Hoz Fonseca²

Resumen

La avulsión dental es el desplazamiento completo del diente de su alvéolo que puede ser causado por un traumatismo, en el que se produce la ruptura de las fibras del ligamento periodontal; además puede estar acompañado de lesiones que comprometan el cemento, el hueso alveolar y los tejidos periodontales. Las células del ligamento periodontal, luego de la avulsión, crecen óptimamente en un pH neutro; los medios de almacenamiento deben tener características ideales para que haya crecimiento celular, como: ser líquidos estériles, poseer componentes que nutran las células del ligamento periodontal, estar disponibles en el lugar del accidente, ser de larga duración y vida útil.

El índice de trauma dentoalveolar ha aumentado en nuestro país y la principal causa son los accidentes en motocicleta y deportes. Se pierden muchos dientes avulsionados por desconocimiento de colocar este diente en un medio favorable antes de que sea reimplantado por el odontólogo; existen muchos medios y cada día se experimentan más, pero ¿cuáles de estos son realmente benéficos para mejorar el pronóstico de los dientes avulsionados?

El propósito de esta revisión es describir los diferentes medios de almacenamiento para dientes avulsionados investigados hasta la fecha, con el fin de determinar cuál es el medio de elección para la conservación de las células del ligamento periodontal en los dientes que serán reimplantados. Se realizó una revisión de la literatura de estudios publicados en idioma inglés y español en la bibliografía médica, utilizando el buscador Pubmed/Medline, Lilacs, BBO y Scielo.

La leche fresca pasteurizada sigue siendo el medio de elección, pero teniendo en cuenta que el tiempo extraoral es importante, si no se tiene la leche, los nuevos medios, como la clara de huevo, propóleo, aloe vera y agua de coco, son una buena alternativa en casos de ser los disponibles en el lugar del accidente. Las cajas de rescate son el medio ideal y deben estar disponibles en todos los países.

Palabras clave: Medios de almacenamiento, medios de almacenamiento y avulsión dental, trauma dental, ligamento periodontal. (Fuente, DeCS Bireme).

Fecha de recepción: 12 de julio de 2017
Fecha de aceptación: 10 de agosto de 2017

¹ Odontólogo, especialista en Endodoncia. Docente investigador de pregrado y postgrado Facultad de Odontología Universidad Metropolitana, Barranquilla (Colombia).

² Odontóloga, Universidad Metropolitana, Barranquilla (Colombia). kpdelahoz@unimetro.edu.co
Correspondencia: Pedro Pablo Mejía Fernández. Cra. 51 n°82-250. Barranquilla (Colombia). Tel 3581967. p.mejia@unimetro.edu.co

Abstract

Dental avulsion is the complete displacement of a tooth from its alveolus that may be caused by trauma, producing the rupture of fibers from the periodontal ligament and other lesions involving cement, alveolar bone and periodontal tissues. After the avulsion, cells from the periodontal ligament grow optimally in a neutral pH, therefore the storage media must have ideal characteristics for cellular growth, such as: Sterile liquids, periodontal ligament cell nutrients, availability at the place of the accident and long lasting life. In our country, dento-alveolar trauma index has increased and the main cause are accidents in motorcycles and sports. Many avulsed teeth are lost because of the ignorance of placing the tooth in a favorable storage media before the dentist replaces it. There are many storage media and every day other, more are experimented, so then, which of these are beneficial for the outcome of avulsed teeth? The purpose of this review of literature is to describe the different storage media for avulsed teeth to determine which is the best storage media for the conservation of periodontal ligament cells in teeth that will be re-implanted.

A literature review was done of articles published in English and Spanish using Pubmed/ Medline, Lilacs, BBO and Scielo. Conclusion: Fresh pasteurized milk is still the storage media of choice, taking into consideration the importance of extraoral time. Other storage media such as egg yolk, propolis, aloe vera and coconut water should be considered as alternatives in case there's no milk available in the place of the accident. Rescue boxes should be available in every country.

Keywords: storage media, storage media and avulsed teeth, teeth injuries, periodontal ligament. (Source. MESHNLN).

INTRODUCCIÓN

La avulsión es un trauma dento-alveolar en el que se presenta el desplazamiento completo del diente de su alvéolo que produce lesión en el hueso y demás tejidos de soporte como consecuencia de un impacto directo(1). Estos traumas corresponden a una de las causas más atendidas en consultas de urgencia odontológica, con una frecuencia del 1 al 16 % de todos los traumas dento-alveolares en la dentición permanente (1).

En la actualidad es muy frecuente que se presenten accidentes en el colegio, actividades deportivas o accidentes automovilísticos que generan una avulsión; cuando esto sucede, el principal procedimiento para mantener la viabilidad de las células del ligamento periodontal (LPD) es el reimplante, que tiene un 70 % de éxito dependiendo de las condiciones clínicas (2,3); sin embargo, la reimplantación raramente es

realizada debido al poco conocimiento del tema por parte de la población.

Se pierden muchos dientes avulsionados por desconocimiento de las personas que estén cerca del lugar del accidente, sea en la escuela, centro deportivo o atención de urgencia; y en los pacientes jóvenes las secuelas que se presentan tienen un gran impacto psicológico y de desarrollo en los individuos, aparte del económico.

La mayoría de las injurias traumáticas de los dientes ocurre en escenarios donde es difícil encontrar un medio de almacenamiento idóneo que ayude a la conservación de las células (2). Muchos medios de almacenamiento para dientes avulsionados han sido estudiados para evaluar su capacidad de conservar la vitalidad de las células LPD hasta que sea posible el reimplante del diente (3). El objetivo de este trabajo es conocer

cuáles son estos medios, qué resultados se han obtenido y qué aplicación clínica tienen con el fin de seleccionar el más práctico y que contribuya a mejorar el pronóstico de los dientes avulsionados.

METODOLOGÍA

Se revisaron artículos publicados en la bibliografía médica en idioma inglés y español, entre 2000 a 2016 en las bases de datos electrónicas Pubmed/Medline, Lilacs, BBO y Scielo, utilizando las palabras claves "Storage media", "Storage media and avulsed teeth", "Teeth injuries", "periodontal ligament". Además publicaciones relacionadas con viabilidad de células del ligamento periodontal de dientes humanos mantenidos en diferentes medios de almacenamiento para dientes avulsionados. Los artículos sin resumen no fueron incluidos; de un total de 112 estudios, se seleccionaron 57 después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión; se seleccionaron críticamente con respecto a sus características, eficacia y disponibilidad de los medios utilizados para posteriormente comparar los resultados. Como referencias adicionales se incluyeron libros de texto. Se identificaron y se revisaron 23 medios de almacenamiento.

MEDIOS DE ALMACENAMIENTO

El uso de un medio inapropiado de almacenamiento incrementa la posibilidad de necrosis del ligamento periodontal, lo que conlleva a futura reabsorción y pérdida del diente.

La disponibilidad es una característica importante; el medio de almacenamiento debe estar cerca del lugar del accidente, ya que el tiempo transcurrido mientras el diente es colocado en este influye en su supervivencia y debe cumplir además con las siguientes características para considerarlo un medio ideal:

1. pH neutro que esté en rangos de 7.2 a 7.4, pero pueden sobrevivir en un pH entre 6.6 y 7.8 (4).
2. La osmolaridad: Debe encontrarse en un rango de 230 a 400mOsm/Kg, para que haya crecimiento celular (4).
3. Esterilidad: la contaminación bacteriana está relacionada con la reabsorción inflamatoria (5).
4. Nutrición: Contener componentes que nutran las células (5).
5. Disponibilidad. Deben estar disponibles en lugar del accidente, deben ser asequibles al público, de larga duración y vida útil (4-6).

Los medios que se han estudiado para preservar la viabilidad de los fibroblastos del LPD son:

1. Agua

Es el medio de almacenamiento menos adecuado por ser una solución hipotónica, causa muerte celular; el agua es tan dañina para el ligamento periodontal como mantener el diente seco, produce una rápida lisis del LPD debido a su osmolaridad hipotónica; adicionalmente, el almacenamiento en agua más de veinte minutos provoca grandes reabsorciones radiculares (7-9).

El agua, por su comprobado efecto dañino a las células del ligamento periodontal, es utilizado como control negativo en la mayoría de los estudios experimentales de nuevos medios de almacenamiento para dientes avulsionados (10).

Sin embargo, en la guía para el manejo de trauma dental de la American Academy of Pediatric Dentistry y en la guía para pacientes de la International Association of Dental

Traumatology (IADT) recomiendan a los pacientes que si el diente avulsionado está sucio, lo deben tomar por la corona y enjuagarlo con agua corriente fría solo durante 10 segundos y luego reimplantarlo, pero nunca dejarlo en un contenedor con agua mientras se reimplanta (11).

2. Saliva

Por ser una solución hipotónica y por contener bacterias, es un medio muy negativo para que las células sobrevivan (4, 6,12).

No obstante, los estudios demuestran que si el diente se coloca en el vestíbulo bucal, los fibroblastos pueden mantenerse vitales media hora o más. Se ha reportado éxito con controles de hasta tres años de dientes avulsionados mantenidos en el ambiente oral hasta cinco horas antes de ser reimplantados, y se ha concluido que si no se tiene un medio de elección a la mano, la saliva es buena alternativa (12, 13).

3. Suero fisiológico

Aunque con una osmolaridad similar a la del ligamento periodontal no puede mantener el metabolismo de estas células, porque no tiene nutrientes, sin embargo, es posible usarlo como un medio de conservación aceptable a corto plazo, manteniendo la vitalidad celular hasta 30 minutos (14). Otra desventaja que presenta es que no se encuentra normalmente en el lugar del accidente. En un estudio *in vitro* Prokopowitsch et al. (15) compararon el suero fisiológico con la leche durante 120 minutos; al realizar un análisis histológico y morfométrico del ligamento periodontal no encontraron diferencia estadísticamente significativa entre estos dos medios.

4. Solución salina balanceada de Hank's (HBSS)

En la guía de manejo de dientes avulsionados de la Asociación Americana de Endodoncia (AAE), la solución salina balanceada de Hanks (HBSS) encabeza la lista como medio ideal de almacenamiento por su capacidad para mantener la viabilidad de las células del ligamento periodontal por periodos extensos de tiempo (11).

El HBSS contiene todos los metabolitos esenciales y la glucosa necesaria para el mantenimiento de las células. Tiene un pH y una osmolaridad ideales y le permite preservar las células y tejidos hasta 24 horas (16).

El HBSS no necesita estar refrigerado. La desventaja consiste en que es costoso, no es de fácil adquisición y tiene una fecha de vencimiento corta (17,18).

Puede mantener la viabilidad de las células del ligamento periodontal durante varias horas con una tasa de éxito del 90 % reportado cuando se almacenaron células del LPD en HBSS durante más de 30 minutos (19,20).

La vitalidad, clonogenicidad y la capacidad mitogénica de las células del LPD usando este medio son excelentes. El HBSS es el único medio que puede reponer los metabolitos en células dañadas del LPD. Por esta capacidad se le denomina "medio recuperador" (2).

El HBSS se utiliza en los laboratorios de investigación y no está fácilmente a disposición del público en general; aunque hay un kit especial disponible en algunos países que ha sido diseñado para el público y utilizado para emergencias de avulsión de los dientes (Save-A - Tooth (3M), Phoenix Lazerus Inc.,

Pottstown, PA, EE.UU.). Este kit contiene una pequeña cesta en la que queda suspendido y sumergido el diente avulsionado en el HBSS y reemplaza los nutrientes perdidos antes de la reimplantación (6, 14,16).

El HBSS generalmente se utiliza como medio comparativo en estudios de nuevos medios de almacenamiento para dientes avulsionados (8,19-21).

5. Medios condicionados

En este grupo de medios condicionados se incluyen: el medio de cultivo de Eagle (Men), el Viaspán, el Custodiol y el medio de almacenamiento de Dubelco (DMN). Estos medios contienen nutrientes y factores de crecimiento que permiten mantener células y tejidos vitales, producen una respuesta temprana de crecimiento; estas proteínas juegan un papel importante en la regulación de la proliferación celular, así como también en la diferenciación y señalización (22).

Se utilizan a nivel hospitalario y se emplean en la investigación biomédica como medio de cultivo celular y como control positivo en viabilidad celular. Deben mantenerse refrigerados, son costosos, no se obtienen fácilmente, solo en laboratorios de investigación; aunque son unos medios excelentes, no son prácticos por los factores anteriores (4, 6,16).

6. Gatorade®

Es una bebida que puede estar más disponible en el lugar del accidente (canchas deportivas). En un estudio demostraron que el Gatorade y la solución para lentes de contacto preservan más células del ligamento periodontal humano que el agua, y que puede ser viable para el almacenamiento a corto plazo de los dientes avulsionados (21).

Sin embargo, Chamorro Metal. (5) mencionan que no es un medio aconsejable; cuando las células se exponen a Gatorade®, su membrana se daña a causa de su bajo pH, lo cual hace imposible el crecimiento celular. La osmolaridad hipertónica también puede hacer que las células pierdan agua, lo cual causa su muerte.

7. Soluciones conservantes de lentes de contacto

Las soluciones de lentes de contacto poseen propiedades hidratantes, conservantes y desinfectantes, debido a que contienen agentes antimicrobianos y antifúngicos, que evitan la contaminación, pueden mantener la vitalidad y morfología de los fibroblastos hasta 2 horas (23).

Sigalas et al. (21) consideran que estas soluciones, tanto en hielo como a temperatura ambiente, se podrían utilizar como medios de almacenamiento temporal para dientes avulsionados cuando no está disponible un medio más aceptable (21), mientras que Chamorro M et al. (5) encontraron que las soluciones conservantes de lentes de contacto, al igual que el Gatorade, podrían causar apoptosis celular en comparación con otros medios. Por lo tanto, no es recomendable como medio de almacenamiento para dientes avulsionados.

8. Agua de coco

El agua de coco es biológicamente pura y estéril, con una rica presencia de aminoácidos, proteínas, vitaminas y minerales. Se ha investigado el agua de coco, en comparación con propóleos, HBSS y la leche (24). El análisis estadístico mostró que mantuvo significativamente más células del LPD viables en comparación con el propóleo, HBSS, o leche, y concluyen que el agua de coco se puede utilizar como un medio de transporte para los dientes avulsionados (24,25).

Gopikrishna V El al. (24) Encontraron que el agua de coco era más eficaz que el agua y el Gatorade®. Su osmolaridad, fácil acceso y bajo costo son ventajas que permiten que el agua de coco sea considerada un medio de almacenamiento viable para las células del ligamento periodontal (26).

Al ajustar su pH a 7.0, el agua de coco da resultados prometedores como solución de almacenamiento para los dientes avulsionados y la preservación de la viabilidad celular puede durar hasta 24 horas (27).

Según Moreira Neto et al. (28), la adición de bicarbonato puede mejorar su potencial de almacenamiento porque mantiene el pH; pero aun así no es tan eficaz como la leche (28). Igual resultado se encontró en otra investigación, que considera que el agua de coco no fue superior a la leche entera y la leche pasteurizada. Estos resultados diferentes pueden estar relacionados con la metodología empleada, el tipo de leche y la temperatura del medio. Se menciona además que el agua de coco industrial no es recomendable por los componentes de preservación que contiene (29).

9. Propóleo

El propóleo contiene propiedades antiinflamatorias, antibacterianas, antioxidante, antifúngico, antiviral, y lo más importante, es regenerador de tejidos, es rico en aminoácidos, oligoelementos, vitaminas, minerales y aceites esenciales; por lo cual algunos estudios pueden recomendar el propóleo como un medio. En un estudio comparativo con leche larga vida baja en grasas y la HBSS se muestra que es más efectivo que estas dos para mantener la vitalidad de las células del LPD y concluyen que es un medio adecuado para mantenimiento de dientes avulsionados (19).

Se ha investigado el potencial del propóleo como medio, comparando la HBSS, leche, solución salina, propóleo al 50 % y propóleo al 100 %. El propóleo en ambas concentraciones fue superior a los otros medios y lo proponen como una alternativa al HBSS (30).

10. Leche

La leche es conocida como un medio de almacenamiento adecuado por sus propiedades fisiológicas, incluyendo el pH y la osmolalidad compatible con los de las células del LPD, la fácil disponibilidad, la ventaja de que no requiere refrigeración y por ser libre de bacterias debido a la pasteurización y otros procesos de higienización (20).

Al comparar la citotoxicidad de diferentes medios de almacenamiento, la leche y el HBSS tienen los mejores resultados debido a la presencia de sustancias nutricionales, tales como aminoácidos, carbohidratos y vitaminas, corroborando su uso en casos de avulsión (31).

Hasta la actualidad se han realizado investigaciones con leche de diferentes composiciones y resultados similares al HBSS en cuanto a mantenimiento de viabilidad de fibroblastos (32).

La leche desnatada pasteurizada con su menor contenido de grasa puede ser más apropiada que la leche entera para mantener la viabilidad celular del LPD (33).

La leche solo previene la muerte celular, pero no sustituye la forma ni restablece la capacidad mitótica de las células (34-35).

La leche es un buen medio a corto plazo si se coloca en ella el diente como máximo media hora (6).

Recientemente Ulusoy et al. (36) compararon la leche en diferentes presentaciones con la leche de cabra y la HBSS, y encontraron que la leche de cabra fue superior incluso al el HBSS porque mantiene los fibroblastos del LPD entre 3 y 24 horas (36)

11. Enfamil® y Similac®

El Enfamil es una fórmula en polvo elaborada a base de leche, recomendada para niños, contiene una combinación exclusiva de nutrientes. Pearson RM et al. (35) compararon la leche entera con leche en polvo reconstituida, leche evaporada y Similac o Enfamil. Los valores de pH fueron similares y todos los sustitutos de la leche estaban dentro del rango de osmolaridad fisiológica (de 230-400mOsm/Kg) para el crecimiento de células humanas (35). La viabilidad celular fue determinada por un ensayo de proliferación celular; a la hora no encontraron diferencia de la leche entera con la leche en polvo, pero a las dos y a las cuatro horas, el Enfamil y Similac fueron mejor que la leche entera y que la leche evaporada. Los autores mencionan que como el Enfamil viene en presentación en polvo, no necesita refrigerarse y tiene una fecha de vencimiento larga de hasta 18 meses, y es un medio de almacenamiento que mantiene más células vitales del ligamento periodontal que la leche entera, puede sustituirla como medio de elección (35); la leche en polvo es preferible a la leche fresca (20,37).

12. Leche de soya

La leche de soya es el líquido que se obtiene de la molienda y cocción de granos de la soya. Esta no tiene ningún ingrediente adicional más que la soya y el agua, no contiene colesterol o lactosa y muy poca cantidad de ácidos grasos saturados; además juega un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas

como arterioesclerosis, cáncer, osteoporosis y desordenes menopáusicos y también es un excelente medio de cultivo para crecimiento de células. Tiene un pH y una osmolaridad ideales, es capaz de proporcionar aminoácidos y factores de crecimiento a la célula. Estudios han demostrado que la leche de soya puede conservar la vitalidad celular del ligamento periodontal hasta por 8 horas al compararlo con la leche en polvo y la HBSS (34) y tiene un efecto similar a la leche entera y la HBSS al momento de la conservación de los fibroblastos (38).

13. Clara de huevo

La albúmina es un buen medio por su alto contenido de proteínas, vitaminas, agua y estar libre de bacterias. Investigaron el efecto de los medios de almacenamiento sobre la reparación del LPD, extrajeron dientes de perro y los mantuvieron en leche o clara de huevo durante 3, 6 y 10 horas, los reimplantaron y los ferulizaron por una semana; a los dos meses sacrificaron los animales y en estudio histológico encontraron a las 6 y 10 horas una incidencia más alta significativamente de LPD en los dientes tratados con clara de huevo que con leche, y concluyen que la albúmina es un excelente medio hasta por 10 horas, considerando que se puede obtener en muchos hogares (39).

Se ha comparado la clara de huevo, leche y HBSS para mantener la vitalidad del LPD de premolares humanos extraídos mantenidos durante 1, 2, 4, 8 y 12 horas y los resultados estadísticos mostraron que no existía diferencia entre la albúmina y el HBSS, pero sí existía una diferencia significativa entre la clara de huevo y la leche, el pH de la leche baja con el tiempo. Se concluye que la clara de huevo es un medio de almacenamiento adecuado y su principal ventaja es la disponibilidad (40).

También han comparado la eficacia de la albúmina de huevo con propóleo y HBSS por 45 minutos, utilizando conteo de células viables, análisis estadísticos mostraron que no existía diferencia entre estos medios (41).

14. Caja de rescate de dientes. (Dentosafe®)

El Dentosafe® (Miradent, Alemania) “caja de rescate de dientes” se ha distribuido a todas las escuelas en Austria y en partes de Alemania y Suiza (42). Está disponible comercialmente como Dentosafe® (Dentosafe GmbH, Medice, Iserlohn, Germany)

Contiene un medio especial con aminoácidos, vitaminas y glucosa. Se le ha añadido un medio de protección y conservantes que le permiten ser utilizado hasta tres años a temperatura ambiente sin abrir; este medio mantiene la vitalidad y capacidad de proliferación de las células del LPD hasta por 48 horas *in vitro* (42); por estar accesibles, reducen el tiempo para colocar los dientes avulsionados y mantenerlos hasta que sean reimplantados, lo cual mejora el pronóstico de estos dientes (42-45). Desde que fue introducida la caja de rescate en diferentes partes de Alemania, el porcentaje de reparación funcional de dientes avulsionados aumentó a un 50 % (46).

Se realizó un estudio sobre la utilización de la caja de rescate en una ciudad de Alemania donde habían sido repartidas en colegios y sitios de riesgo de trauma dental, y en una encuesta a los pacientes que la habían utilizado encontraron que la mayoría de los dientes avulsionados fueron colocados en las cajas entre los 5 y 20 minutos; por lo tanto, el pronóstico de los dientes avulsionados podría ser claramente mejorado y concluyen que las cajas de rescate deberían estar almacenadas profilácticamente en sitios propensos a trauma dental como colegios, kínder, escenarios de-

portivos y piscinas públicas. Las unidades de emergencias como hospitales y ambulancias deben estar equipadas con estas cajas (42).

15. Extracto de sábila

Conocida también como aloe vera. Esta planta medicinal tiene efectos significativos anti-inflamatorio, antioxidante, antibacteriano y efectos antifúngicos, además es espasmolítico, antiséptico y astringente (47,49).

Las células del LPD eran más viable en el extracto de sábila que en HBSS, fosfato buffer salino y agua corriente durante todos los períodos (3, 6, 12 o 24 h), excepto en 1 h, donde no había diferencia significativa (47).

Esta planta medicinal de origen mediterráneo, por sus múltiples propiedades se ha investigado como un medio de almacenamiento para el mantenimiento de las células del LPD (48,49).

Otros investigadores compararon el aloe vera a diferentes concentraciones con el HBSS para mantener células madres de la pulpa dental (50) y demostraron que puede ser más eficaz que el HBSS a una concentración del 50 %. Sin embargo, se necesitan más estudios experimentales que comprueben y certifiquen su efectividad como medio de almacenamiento para dientes avulsionados.

16. Té verde

Las hojas del té verde se encuentran conformadas por sustancias antioxidantes y la presencia de L-teanina que presentan efectos beneficiosos para la salud en general (51).

Este medio también contiene elementos críticos para el crecimiento de células, tales como calcio, magnesio, selenio, zinc, hierro y flúor, así como también algunos carbohidratos,

como glucosa, fructosa, sacarosa y vitamina B, C y E; además es una bebida popular accesible en todo el mundo y se ha utilizado anteriormente para los aloinjertos y los estudios de células (52).

El extracto de té podría ser eficaz en la preservación de las células del ligamento periodontal de dientes avulsionados; debido a osmolaridad y pH es un medio fisiológico fácilmente disponible, con propiedades antibacterianas, antioxidante y efectos antiinflamatorios (53).

Se reveló que el extracto de té verde puede mantener las células del ligamento periodontal con vida durante 15 horas, así como HBSS. La mayoría de las células del ligamento periodontal sobreviven en ambos y en HBSS hasta 24 horas. El extracto de té y HBSS son igualmente eficaces en la preservación de las células y son significativamente superiores al agua (53). El extracto de té, a pesar de tener una osmolaridad por debajo de la ideal, puede considerarse un medio de transporte potencial para los dientes avulsionados y es mejor comparado con otros medios como la leche (54).

17. Alcaparras

Las alcaparras son de origen mediterráneo y también se cultiva ampliamente en las regiones secas de Asia. Se han destacado por su utilidad en la cocina; en la actualidad también brindan aportes medicinales, ya que tienen propiedades diuréticas, antioxidantes y antiinflamatorias, se han utilizado para el tratamiento de reumatismos, problemas estomacales, dolor de cabeza y dolor dental, entre otros (55).

Teniendo en cuenta que el almacenamiento de los dientes avulsionados en un medio que contiene uno o más antioxidantes puede aumentar el éxito de la reimplantación, se ha

analizado su eficacia comparándolo con otros medios (DMEM como control, HBSS y leche baja en grasa). Las alcaparras tienen un gran efecto proliferativo en comparación con los otros medios analizados y obtuvieron el mejor resultado para la viabilidad celular para todos los períodos de tiempo (55).

Según este autor, las alcaparras pueden ser recomendadas como medio de almacenamiento para dientes avulsionados no solo por su capacidad de mantener vivas las células del ligamento periodontal, sino también por sus propiedades anti-inflamatorias y antioxidantes (55).

18. Zumo de granada

La granada es un fruto que se ha utilizado ampliamente en la medicina popular de muchas culturas; se ha utilizado para tratar la acidosis, la disentería, las infecciones microbianas, diarrea, hemorragia, patologías respiratorias e hipertensión. La granada es una fuente rica en flavonoides polifenólicos que poseen propiedades antioxidante directo e indirecto. Se ha demostrado que la granada tiene propiedades antiinflamatorias y antibacterianas; hacer enjuagues de la boca con el zumo de granada promueve la eliminación de las bacterias de la placa bacteriana (56).

El zumo de granada como medio de almacenamiento promueve la viabilidad celular e induce la proliferación de las células LPD y puede ser tan eficaz como el HBSS. Sin embargo, se requieren más estudios *in vitro/in vivo* para comprobar su efectividad (56).

19. Mora roja (*Morus Rubra*)

Es una especie de mora nativa de la parte este de Norteamérica; puede obtenerse en diferentes climas y contiene componentes

muy favorables para la conservación de las células, como son flavonoides, alcaloides y polisacáridos; es utilizada en medicina como agente para eliminar parásitos, como laxante, expectorante, hipoglucemiante y para el tratamiento del dolor dental. Se analizó su eficacia como medio de almacenamiento comparándola con diferentes medios, como el HBSS, solución fosfato buffer (PBS) y agua de grifo. Los resultados mostraron que el jugo de mora

roja al 4 % puede ser más eficaz que los otros medios y que su capacidad para mantener vital las células del ligamento periodontal hasta 12 horas fue mejor que el HBSS (57).

DISCUSIÓN

En la tabla 1 se comparan los diferentes medios (ver tabla 1).

Tabla 1. Medios de transporte, características físicoquímicas, tiempo de almacenamiento y desventajas

Medios de almacenamiento	Características Físico-químicas		Tiempo de Almacenamiento (hrs).	Desventaja
	pH	Osmolalidad (mOsm/Kg)		
1. Agua	7,4	3-16	No conviene	Hipotónica, reabsorción radicular
2. saliva	6,76-7,35	60-80	Controversial	Hipotónica, contiene bacterias
3. Suero Fisiológico	7,0	280-285	Menos de una hora	No contiene nutrientes
4. Solución salina de Hanks	7,2	270-320	72 horas	Costoso, no disponible
5. Medio de cultivo de Eagle	7,2-7,4	291-315	72 horas	Costoso, no disponible
6. Viaspán, Custodiol, DME	7,4	320	72 horas	Costoso, no disponible
7. Gatorade®	3	404	No conviene	Acidez
8. Soluciones de lentes de contacto	—	—	Contradictorio	Soluciones conservantes provocan apoptosis celular
9. Agua de Coco	4.1	372	24 horas	Se debe ajustar el PH, el agua de coco industrial no es conveniente
10. Propoleo	2 a 8	—	24 horas	Variaciones en el PH, no reportan si son propóleos comerciales.
11. Leche	6,8	283	30 Minutos	Sigue siendo el medio de elección
12. Enfamil® y Similac®	6,8	230-400	2-4 horas	Buena alternativa, no necesita refrigeración.
13. Leche de soya	6,4 a 6,6	261	8 horas	Pocos estudios
14. Clara de huevo	8.6-9.38	251-298	6-12 horas	Buenos resultados, pocos estudios
17. Caja de rescate de dientes. (Dentosafe®).	7.2	270-320	48 horas	No disponible en el país
18. Extracto de Sábila, té verde, alcaparras, zumo de granada, mora roja	—	—	—	Falta de estudios

Fuente: elaborada por el autor.

El éxito del tratamiento del reimplante depende de la existencia de células viables en el ligamento periodontal que sean capaces de proliferar en áreas desnudas de la superficie radicular. En medio seco, la viabilidad celular desciende rápidamente (2). Sin embargo, utilizando medios de almacenamiento, la viabilidad celular puede mantenerse por más tiempo, de modo que los medios son importantes para la preservación del LPD de los dientes avulsionados.

El agua, gatorade y la saliva no se deben tener en cuenta como medios de almacenamiento. Los medios, condicionados son los ideales, pero no están disponibles; los nuevos medios como el propóleo, el agua de coco, leche de soya, té verde, extracto de sábila, zumo de granada y mora roja, tienen las características cercanas a un medio de almacenamiento, pero las presentaciones comerciales que encontramos pueden variar la concentración de sus componentes. Sin embargo, es importante conocer que existen muchos medios que son preferibles a mantener el diente seco o en una solución negativa.

Los nuevos medios de almacenamiento como el agua de coco, el extracto de sábila, la leche de soya, el propóleo, té verde, alcaparras, zumo de granada y la mora roja, a pesar de demostrar *in vitro* su efectividad, necesitan de más estudios para ser recomendados en la práctica clínica; sin embargo, teniendo en cuenta que el tiempo extraoral en seco está relacionado con el fracaso de un diente reimplantado, si la leche no está disponible, estos nuevos medios, si están a la mano, serían superior a mantener el diente seco o en agua. Estos medios nuevos se consideran medios potenciales porque cumplen con las características de pH y osmolaridad necesarias para mantener la vitalidad del ligamento periodontal.

La clara de huevo no deja de impactar cuando se indica como medio, pero tiene características

demostradas que hacen que sea una buena elección.

La leche hasta ahora no es el medio ideal, pero sí el de elección; tiene limitación con el tiempo, ya que al colocar el diente en ella inicia un proceso de acidificación y en situaciones clínicas donde el paciente traumatizado presente una complicación médica mayor y se tenga un diente avulsionado conservado en este medio y requiera de más tiempo para realizarle la reimplantación del diente, en este caso sería desfavorable la leche porque cambia el pH. Las cajas de rescate contienen HBSS que mantiene las células del ligamento periodontal vitales hasta 24 horas; en nuestro medio se debería contar con las cajas de rescate, que estén en las ambulancias y centros de urgencia.

Es importante realizar investigaciones en todos los países para generar este tipo de medio que contienen las cajas de rescate, que sean accesibles a la población, personal paramédico, centros educativos y centros de deporte y recreación.

CONCLUSIÓN

Se revisaron 23 medios potenciales de almacenamiento. El pronóstico de los dientes avulsionados se puede mejorar si se conoce que existen muchos medios disponibles para mantener estos dientes hasta que sean reimplantados.

La leche tiene osmolaridad fisiológica, pH balanceado, es estéril, provee de nutrientes a los fibroblastos del PDL y es de fácil disponibilidad, por lo que aun hoy en día se sigue considerando la leche como el medio de elección para el transporte de dientes avulsionados

Lo ideal sería contar en todos los países con las cajas de rescate en las ambulancias, centros de urgencia, centros de educación, centros

deportivos y de recreación para contribuir a mejorar el pronóstico de los dientes avulsionados.

Financiación: recursos propios.

Conflicto de interés: ninguno

REFERENCIAS

1. Andreasen FM, Andersson L, Andreasen JO, Andreasen JO. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4th ed. Oxford, UK: Blackwell Munksgaard; 2007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2007.09.005>.
2. Andreasen JO, Lauridsen E, Andreasen FM. Contradictions in the treatment of traumatic dental injuries and ways to proceed in dental trauma research. *Dent Traumatol.* 2010; 26(1): 16–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00818>.
3. Berman LH, Blanco L, Cohen S. Manual clínico de traumatología dental. Editorial Elsevier España; 2008. p. 100-110. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4103/0970-9185.81843>.
4. Malhotra N, Cyriac R, Acharya S. Clinical implications of storage media in dentistry: a review. *Endodontic Practice Today.* 2010; 4(3):179–188. Available: <http://dx.doi.org/10.4103/2321-4848.183347>.
5. Chamorro M, Regan J, Opperman L, Kramer P. Effect of storage media on human periodontal ligament cell apoptosis. *Dent Traumatol.* 2008; 24(1): 11–16. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2006.00484>.
6. Quintana del Solar C. Medios de almacenamiento y transporte para dientes avulsionados. *Odontología Sanmarquina.* 2007; 10(2): 24-28. Available: <http://dx.doi.org/10.15381/os.v10i2.3047>.
7. Andreasen JO, Andreasen FM, SKEie A, Hjorting-Hansen E, Schwartz O. Effect of treatment delay upon pulp and periodontal healing of traumatic dental injuries – a review article. *Dent Traumatol.* 2002; 18(2): 116-128. Available: <http://dx.doi.org/10.15381/os.v10i2.3047>.
8. Moazami F, Mirhadi H, Geramizadeh B, Sahebi S. Comparison of soymilk, powdered milk, Hank's balanced salt solution and tap water on periodontal ligament cell survival. *Dent Traumatol.* 2012; 28(2):132-5. doi: 10.1111/j.1600-9657.2011.01054.x. Epub 2011 Sep 5.
9. Ashkenazi M, Marouni M, Sarnat H. In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in four media at room temperature. *Endod Dent Traumatol.* 2000; 16: 63-70. Available: <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-9657.2000.016002063>.
10. Marino TG, West L, Liewehr L, Mailhot J, Buxton T, Runner R, McPherson J. Determination of Periodontal Ligament Cell Viability in Long-Shelf Milk. *J Endod.* 2000; 26(12):699-702. Available: <http://dx.doi.org/10.1097/00004770-200012000-00005>.
11. Andersson L, Andreasen J, Peter Day, Heithersay G, Trope M, Anthony J, DiAngelis A. Guidelines for the Management of Traumatic Dental Injuries: Avulsion of Permanent Teeth. *Endorsed by the American Academy of Pediatric Dentistry.* 2013; 17: 68-79. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2007.00605>.
12. Koca H, Topaloglu-Ak A, Sütekin E, Koca O, Acar S. Delayed replantation of an avulsed tooth after 5 hours of storage in saliva: a case report. *Dent Traumatol.* 2010; 26(4):370-373. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2010.00910>.
13. Sonoda CK, Poi WR, Panzarini SR, Sottovia AD, Okamoto T. Tooth replantation after keeping the avulsed tooth in oral environment: case report of a 3-year follow-up. *Dent Traumatol.* 2008; 24(3):373-376. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2007.00522>.
14. Udoye C, FMCDS, Jafarzadeh H DDS, Abbott P. Transport media for avulsed teeth: A review. *Aust Endod J.* 2012. 38: 129–136. doi: 10.1111/j.1747-4477.2012.00356.

15. Prokopowitsch I, Cabrales Salgado R, Díaz Caballero A, Simancas Pallares M. Comparación histomorfométrica in vitro del ligamento periodontal de premolares extraídos mantenidos en cuatro medios de conservación. *Av Periodon Implantol.* 2013; 25, 1: 41-47. Available: <http://dx.doi:10.1155/2015/957518>.
16. Oyanguren S. Medios de almacenamiento para preservar dientes avulsionados. *OdontolPediater.* 2011; 10(1):1028-1038. Available: <http://dx.doi:10.15381/os.v10i2.3047>.
17. Khademi AA, Saei S, Mohajeri MR. A new storage medium for an avulsed tooth. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9: 25-32. Available: <http://dx.doi.org/10.15448/1980-6523.2014.2.12875>.
18. Krasner PR. Avulsed teeth: improving the diagnosis. *Dent Prod Rep.* 2007; 2: 52-64. Available: <http://dx.doi:10.9790/0853-14855355>.
19. Ozan F, Polat ZA, Er K, Ozan U, Deger O. Effect of propolis on survival of periodontal ligament cells: new storage media for avulsed teeth. *J Endod.* 2007; 33(5):570-573. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2006.12.021>.
20. Schwartz O, Andreasen FM, Andreasen JO. Effects of temperature, storage time and media on periodontal and pulpal healing after replantation of incisors in monkeys. *Dent Traumatol.* 2002; 18:190-195. Available: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201302297>.
21. Sigalas E, Regan JD, Kramer PR, Witherspoon DE, Opperman LA. Survival of human periodontal ligament cells in media proposed for transport of avulsed teeth. *Dent Traumatol.* 2004; 20 (1):21-28. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-4469.2004.00219>.
22. Tamura I, Chaqour B, Howard P, Ikeo T, Macarak E. Effect of fibroblast growth factor-1 on the expression of early growth response-1 in human periodontal ligament cells. *J Periodont Res.* 2008. 43: 305-310. <http://dx.doi:10.1111/j.1600-0765.2007.01030>.
23. Al-Nazhan S, Al-Nasser A. Viability of human periodontal ligament fibroblasts in tissue culture after exposure to different contact lens solutions. *J Contemp Dent Pract.* 2006; 7:37-44. Available: <http://dx.doi:10.4103/0972-0707.105303>.
24. Gopikrishna V, Baweja PS, Venkateshbabu N, Thomas T, Kandaswamy D. Comparison of coconut water, propolis, HBSS, and milk on PDL cell survival. *J Endod.* 2008; 34: 587-589. Disponible en: <http://dx.doi:10.1016/j.joen.2008.01.018>.
25. Campbell-Falck D, Thomas T, Falck TM, Tutuo N, Clem K. The intravenous use of coconut water. *Am J Emerg Med.* 2000; 18: 108- 111. Available: <http://dx.doi:10.1186/1550-2783-9-1>.
26. Gopikrishna V, Thomas T, Kandaswamy D, A quantitative analysis of coconut water: a new storage media for avulsed teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* Feb 2008; 105, Issue 2: 61-65. Available: <http://dx.doi:10.1016/j.tripleo.2007.08.003>.
27. Moura CC, Soares PB, de Paula Reis MV, Fernández Neto AJ, Zanetta Barbosa D, Soares CJ. Potential of coconut water and soymilk for use as storage media to preserve the viability of periodontal ligament cells: an in vitro study. *Dent Traumatol.* 2014; 30(1):22-26. Available: <http://dx.doi:10.1111/edt.12042>. Epub 2013 Apr 8.
28. Moreira-Neto JJ, Gondim JO, Raddi MS, Pansani CA. Viability of human fibroblasts in coconut water as a storage medium. *Int. Endod J.* Sep 2009; 42(9):827-830. Available: <http://dx.doi:10.1111/j.1365-2591.2009.01591>.
29. Souza BDM, Lu" ckemeyer DD, Reyes-Carmona JF, Felipe WT, Simo" es CMO, Felipe MCS. Viability of human periodontal ligament fibroblasts in milk, Hank's balanced salt solution and coconut water as storage media. *International Endodontic Journal.* 2011, 44:111-115. Disponible en: <http://dx.doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01809>.

30. Martin MP, Pilleggi R. A quantitative analysis of Propolis: a promising new storage media following avulsion. *Dent. Traumatol.* 2004; 20(2):85-89. Available: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-644020130229>.
31. E Nogueira Leal Silva, C Bluzarca Rollemberg, T de Souza Coutinho-Filho, R Liess Krebs, A Zaia. A multiparametric assay to compare the cytotoxicity of different storage media for avulsed teeth. *Braz J Oral Sci.* April-June 2013; 12 (2): 90-94. Available: <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-32252013000200004>.
32. Thomas G. Marino, Lesley A. West, Frederick R. Liewehr, Jason M. Mailhot, Thomas B. Buxton, Royce R. Runner, James C. McPherson III. Determination of Periodontal Ligament Cell Viability in Long Shelf-Life Milk. *J Endod.* 2000; 26, (12): 699-702. Available: <http://dx.doi.org/10.1097/00004770-200012000-00005>
33. Wen-Jun Wang, Yu-Ming Zhao*, Xiao-Yu Feng, Wei-QianJia and, Li-Hong Ge. Effect of skimmed pasteurized milk and Hank's balanced salt solution on viability and osteogenic differentiation of human periodontal ligament stem cells. *Dent Traumatol.* 2013; 29(5): 365-371. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/edt.12007>
34. Moazami F, Mirhadi H, Geramizadeh B, Sahebi S. Comparison of soymilk, powdered milk, Hank's balanced salt solution and tap water on periodontal ligament cell survival. *DentTraumatol.* 2012; 28: 132-5. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2011.01054>.
35. Pearson RM, Liewehr FR, West LA, Patton WR, McPherson JC 3rd, Runner RR. Human periodontal ligament cell viability in milk and milk substitutes. *J Endod.* 2003. 9(3):184-6.available: <http://dx.doi.org/10.1097/00004770-200303000-00005>.
36. Ulusoy A T, Kalyoncuoglu E, Kaya S, Cehreli Z C. Evaluation of goat milk as storage media to preserve viability of human periodontal ligament cells in vitro. *Dent trauma-*
tol. 2016; 32 (4): 264-268. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/edt.12245>.
37. Nozari, T. Esmaeilpour, S. Fijan. Investigation of the capability of the new storage media in keeping the periodontal ligament cells Viability. *Sadra Med Sci J.* 2013; 1(2): 103-112. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.148894>.
38. Silva E., Rollemberg C., Coutinho-Filho T., Zaia A. A multiparametric assay to compare the cytotoxicity of soy milk with different storage media. *Dent Traumatol.* 2013; 29: 319-322. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01175>.
39. Khademi AA, Atbaee A, Razavi SM, Shabani M. Periodontal healing of replanted dog teeth stored in milk and egg albumen. *Dent Traumatol.* 2008; 24:510-514. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2008.00648>.
40. Khademi AA, Saei S, Mohajeri MR, Mirkheshti N, Ghassami F, Torabinejad N, Alavi SA. A new storage medium for an avulsed tooth. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9(6):25-32. Available: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201602294>.
41. Mahal NK, Singh N, Thomas AM, Kakkar N. Effect of three different storage media on survival of periodontal ligament cells using collagenase-dispase assay. *Int Endod J.* Apr 2013; 46(4):365-70. Available: <http://dx.doi.org/10.4103/1658-5984.155448>.
42. Filippi C, Horst Kirschner, Filippi A, Pohl Y. Practicability of a tooth rescue concept –the use of a tooth rescue box. *Dent Traumatol.* 2008; 24: 422-429. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2008.00598>.
43. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Results after replantation of avulsed permanent teeth. I. Endodontic considerations. *Dent Traumatol.* 2005; 21:80-92. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2004.00297>.
44. Pohl Y, Wahl G, Filippi A, Kirschner H. Results after replantation of avulsed permanent teeth. III. Tooth loss and survival analysis. *Dent Traumatol.* 2005; 21:102-

110. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2004.00299>.
45. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Results after replantation of avulsed permanent teeth. II. Periodontal healing and the role of physiologic storage and antiresorptive-regenerative therapy (ART). *Dent Traumatol.* 2005; 21:93–101. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2004.00298>.
46. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Is anti-resorptive regenerative therapy working in case of replantation of avulsed teeth? *Response to letter to the editor Dent Traumatol* 2005; 21:347–352. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2004.00297>.
47. Ozan F, Polat ZA, Tepe B, Er K. Influence of storage media containing *Salvia officinalis* on survival of periodontal ligament cells. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9: 17–24. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.03.028>
48. Badakhsh S, Eskandarian T, Esmailpour T. The Use of Aloe Vera Extract as a Novel Storage Media for the Avulsed Tooth. *Iran J Med Sci.* July 2014; 39(4): 327–332. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.03.028>
49. Fulzele P, Baliga S, Thosar N, Pradhan D. Evaluation of Aloe vera Gel as a Storage Medium in Maintaining the Viability of Periodontal Ligament Cells - An in Vitro Study. *J Clin Pediatr Dent.* 2016 winter; 40(1):49–52. Available: <http://dx.doi.org/10.17796/1053-4628-40.1.49>.
50. Sholehvar F, Mehrabani D, Yaghmaei P, Vahdati A. The effect of aloe vera on viability of dental pulp stem cells. *Dent Traumatol.* 2016 ;32(5):390–6.. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/edt.12272>
51. Cabrera C, Artacho R, Gimenez R. Beneficial effects of green tea — A review. *J Am Coll Nutr.* 2006; 25:79–99. Available: <http://dx.doi.org/10.1186/1749-8546-5-13>
52. Hwang JY, Choi SC, Park JH, Kang SW. The use of green tea extract as a storage medium for the avulsed tooth. *J Endod.* 2011; 37:962–7. available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.03.028>
53. Ghasempour M, Moghadamnia. Abedian Z. Pour Amir M, Feizi F, Gharekhani S. In vitro viability of human periodontal ligament cells in green tea extract. *Journal Dent conserve.* 2015; 18 (1): 47–50. Available: <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.148894>.
54. Adeli F, Zabihi E, Abedian Z, Gharekhani S, Pour amir M, Khafri S, Ghasempour M. Comparative in vitro study of the effectiveness of Green tea extract and common storage media on periodontal ligament fibroblast viability. *Eur J Dent.* Jul-Sep2016; 10(3):408–12. Available: <http://dx.doi.org/10.4103/1305-7456.184158>
55. Özan F, Özan U, Oktay EA, Toptaş O, Özdemir H. Dynamic assessment of Capparis Spinosa Budson survival of periodontal ligament cells using several time cell analysis method. *Nigerian Journal of Clinical Practice.* May-Jun 2015; 18 (3): 395–399. Available: <http://dx.doi.org/10.15644/asc49/1/3>.
56. Tavassoli-Hojjati S, Aliasghar E, Ahmadian Babaki F, Emadi F, Parsa M, Tavajohi S, Ahmadyar M, and Nasser Ostad S. Pomegranate Juice (*Punica Granatum*): A New Storage Medium for Avulsed Teeth. *J Dent (Tehran).* Mar 2014; 11(2): 225–232. Available: <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.144611>.
57. Ozan F, Tepe B, Polat ZA. Evaluation of in vitro effect of *Morus Rubra* (red mulberry) on survival of periodontal ligament cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Feb; 105(2):66–9. <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.14461>.