

**EFFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA PLATA COLOIDAL EN
ENJUAGUE PARA EL CONTROL DEL CRECIMIENTO BACTERIANO
SOBRE SUTURAS MULTIFILAMENTO NO REABSORBIBLES.**

AUTORES

LUZ ÁNGELA RAMÍREZ CARREÑO
VIVIANA CAROLINA TORO OBANDO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
UNICOC**

**ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO EN PERIODONCIA**

BOGOTÁ, MAYO DE 2023

**EFFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA PLATA COLOIDAL EN
ENJUAGUE PARA EL CONTROL DE LA ADHERENCIA Y CRECIMIENTO
BACTERIANO SOBRE SUTURAS MULTIFILAMENTO NO
REABSORBIBLES.**

AUTORES

LUZ ÁNGELA RAMÍREZ CARREÑO
VIVIANA CAROLINA TORO OBANDO

ASESOR CIENTÍFICO:

Dr. Hernán Santiago Garzón Vergara
Odontólogo, especialista en Periodoncia
Universidad Nacional de Colombia
Magíster en Bioingeniería. Pontificia Universidad Javeriana.

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas
Odontóloga, especialista en Cirugía oral
Universidad San Martín.

ASESOR ESTADÍSTICO

Dr. Gerardo Ardila

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA**

POSTGRADO EN PERIODONCIA

BOGOTÁ, MAYO DE 2023

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

El Trabajo de grado “**EFFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA PLATA COLOIDAL EN ENJUAGUE PARA EL CONTROL DEL CRECIMIENTO BACTERIANO SOBRE SUTURAS MULTIFILAMENTO NO REABSORBIBLES**”. Fue elaborado por **Luz Ángela Ramírez Carreño, Viviana Carolina Toro Obando**, como requisito para optar por el título de especialista en **Periodoncia**.

La sustentación se llevó a cabo 10 de mayo de 2023

Acta No.

Dr. Hernán Santiago Garzón
Asesor Científico

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera
Asesora Metodológica

Dra. Sonia R. Unriza Puin
Directora Centro de Investigación
Colegio Odontológico – CICO (Bogotá)

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas
Directora de Investigación y Gestión del Conocimiento
Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, que con su dulce apoyo siempre fueron la razón de ser.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros profesores y compañeros que pudimos conocer durante el programa de posgrado. También, a nuestros asesores Dra. Sandra Aguilera y Dr. Santiago Garzón, por su apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	7
2. Planteamiento del problema	8
3. Justificación	12
4. Marco teórico	14
5. Objetivos	32
6. Aspectos metodológicos	33
7. Resultados	44
8. Discusión	45
9. Conclusiones	50
10. Recomendaciones	50
11. Bibliografía	51

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICAS

Fig. 1. Diagrama De Flujo ECCA	36
Gráfica de variables	39
Plantilla de recolección de datos	45
Gráfica 1	46

GLOSARIO

Clorhexidina

Según, Jones C.G., la clorhexidina es un agente antimicrobiano. Es una bisbiguanida catiónica con amplia actividad antibacteriana, que produce baja toxicidad en mamíferos y una fuerte afinidad por la piel y las membranas mucosas. La clorhexidina tiene un amplio espectro de actividad que abarca bacterias grampositivas y gramnegativas, levaduras, dermatofitos y algunos virus lipofílicos, Su actividad antimicrobiana es del tipo activo de membrana, usado para describir un agente antimicrobiano que daña la membrana interna (citoplasmática).

Plata Coloidal

Según Sterling JP et al. , define la plata iónica como catión altamente reactivo. Es esta reactividad que proporciona la mayoría de los antimicrobianos y propiedades tóxicas no deseadas. Toda plata que contiene compuestos y materiales logran la mayor parte de la actividad antimicrobianos generando plata iónica (Ag +). A diferencia de la mayoría de agentes antimicrobianos, la actividad de la plata iónica (son iones de plata disueltos en agua, mientras que la plata coloidal es partículas de plata en el agua), fue generalmente atribuida a cuatro mecanismos separados.

Estos mecanismos pueden resumirse como: unión a la membrana celular, electrón inhibidor de la cadena de transporte, replicación de ADN / ARN e inhibidor de precursores funcionales de proteínas.

1- INTRODUCCIÓN

El éxito de una intervención quirúrgica depende de una serie de variables, entre las cuales se encuentran el cierre adecuado de la herida y la ausencia de bacterias en el sitio de cicatrización. Después de la intervención quirúrgica, se genera un proceso de cicatrización guiado por una respuesta inflamatoria lo que conduce a una rápida formación de biopelículas (1), por lo tanto, el cuidado postoperatorio de la herida es de vital importancia para el éxito de la cirugía. En la actualidad existen diversos tipos de enjuagues bucales los cuales tienen una eficacia antimicrobiana que permite el control de microorganismos en un sitio quirúrgico. El Gold standard en la actualidad es la Clorhexidina, una bisbiguanida con efectos bacteriostáticos y bactericidas, que evitan la formación de nueva película adquirida, reduciendo la adsorción de glucoproteínas salivares en la superficie dental, mediante el bloqueo de los grupos ácidos libres, tales como sulfatos, carboxilos y fosfatos,(2) sin embargo, se han reportado diversos efectos secundarios, entre los cuales, los más frecuentes son xerostomía, hipogeusia, decoloración de la lengua y pigmentaciones extrínsecas en la superficie dental, las menos comunes incluyen inflamación de la glándula parótida, parestesia oral, glosodinia y descamación de la mucosa oral. (3) Por otro lado, los antimicrobianos a base de plata Coloidal han demostrado lograr un control antibacteriano ya que los cationes de plata pueden formar poros y perforar la pared celular bacteriana al reaccionar con el componente peptidoglicano, adicionalmente, pueden entrar en la célula bacteriana, inhibiendo la respiración celular y alterando las vías metabólicas, lo que resulta en la generación de especies reactivas de oxígeno y por último, una vez en la célula, la plata también puede alterar el ADN y su ciclo de replicación.(4)

La mayoría de los estudios se han centrado en dar una respuesta frente a la inflamación que puede ser generada a causa del material de sutura en una herida. Selvig et al. (5), evaluaron los cambios en el tejido circundante que aparece inmediatamente después de la colocación de las suturas, alcanzando un punto máximo en el tejido circundante después de 3 días de la colocación, demostrado en los hallazgos histológicos, los cuales se encuentran: (a) cerca de la entrada del canal de puntada, como lo determina el autor frente a la

explicación de la sutura a lo largo de la herida; (b) el canal de puntada que está asociado con fragmentos de tejido y células dañadas, (c) el tejido conectivo infiltrado con células inflamatorias.(5)

Pedregosa et al. 2020 (6), determinaron que la exposición de bacterias a los diferentes tipos de sutura es variable, pero se presenta una mayor adherencia en suturas multifilamento reabsorbible no tratadas con antimicrobianos. La comparación de los materiales de sutura se realizó entre reabsorbibles y no reabsorbibles, así mismo los resultados demostraron que las bacterias que se adhieren a las suturas son de tipo anaerobios y aerobios facultativos respectivamente.

2- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El método ideal para controlar una infección de la herida en el sitio quirúrgico mediada por una biopelícula es evitar que ocurra su formación. Uno de los elementos usados puede ser los enjuagues, la antisepsia adecuada de la piel antes de la cirugía; la tecnología de sutura antimicrobiana y el uso de procedimientos innovadores de irrigación in situ, son un esfuerzo por promover la higiene de la herida en el momento del cierre. Se ha evidenciado un 80% de condiciones que pueden afectar los sitios quirúrgicos originados por biopelículas. Estudios recientes sugieren que los organismos productores de biofilm desempeñan un papel importante en la persistencia de infecciones de la piel y tejidos blandos en el postoperatorio quirúrgico (7).

Por tanto, en lo que tiene que ver con las opciones de tratamiento; surgen los enjuagues y su incidencia en promover la higiene de la herida al momento del cierre; demostrando que el enjuague a base de clorhexidina (o como su nombre genérico lo determina Gluconato de clorhexidina 0,12%) y llegando a usar habitualmente 15 ml, por 30 segundos después del cepillado de dientes, durante 14 días; posee propiedades antibacterianas (8). A su vez, se utiliza como molécula catiónica, cuando se une a la pared celular de las bacterias cargadas negativamente, generando: (a) una acción bacteriostática, a bajas concentraciones. Al alterar el equilibrio osmótico de la célula bacteriana, a su vez

promueve la liberación de moléculas de bajo peso como el potasio y el fósforo, (b) ofrece una acción bactericida, a altas concentraciones, provocando la muerte celular por citólisis, la cual es la capacidad para aumentar la permeabilidad de la membrana celular de las bacterias, dando como resultado la liberación de los principales componentes intracelulares, (incluido el potasio), alterando así la estructura proteica de la célula y provocando precipitación del citoplasma de proteínas (9).

Así mismo, la acción bactericida que ejerce la Clorhexidina es más efectiva contra cocos grampositivos y más débiles en el caso de gramnegativos. En la cavidad oral existen más de 700 especies bacterianas y su biología se centra en su ciclo vital e interacciones con el medio ambiente. La adherencia de los microorganismos se da mediante las adhesinas que se unen a las proteínas salivales, siendo la fijación entre los microorganismos una condición necesaria para el desarrollo de biofilms. También hay una actividad moderada contra algunos mycetes (hongos) (10).

La eficacia del enjuague de clorhexidina no se limita únicamente a su efecto bactericida, bacteriostático, sino también a una propiedad denominada sustantividad; la cual permite que la molécula permanezca unida a los tejidos y tenga una acción antibacteriana durante un lapso de 8 a 12 horas, en algunos casos hasta 14 horas; haciendo posible alcanzar la mínima dosis efectiva requerida para inhibir la formación de biofilm, incluso con muy pocas administraciones diarias (11), es decir evita la formación de nueva película adquirida, reduciendo la adsorción de glucoproteínas salivares en la superficie dental, mediante el bloqueo de los grupos ácidos libres, tales como sulfatos, carboxilos y fosfatos. Impide que las bacterias se unan a la película adquirida ya existente, mediante los grupos negativos de la superficie celular bacteriana (ejemplos ácidos teicoicos). Desorganiza la estructura del biofilm existente. La CHX desplaza el calcio de los grupos sulfato de la placa y así desorganiza su estructura, impidiendo que las bacterias se unan a la película adquirida (12). Esta propiedad proviene de la capacidad que posee la clorhexidina para unir las mucinas como proteínas formando una película de saliva que cubre los dientes y las superficies de la mucosa oral. Las porciones catiónicas de la clorhexidina

pueden unirse al segmento carboxílico de la mucina, que es cargado negativamente (13), inhibiendo la colonización bacteriana (12) y liberándolas lentamente a medida que se desplaza por los iones de secreción de calcio a través de las glándulas salivales (11).

La acción antibacteriana de la clorhexidina (sustancia antiséptica de acción bactericida y fungicida. Pertenece al grupo de las biguanidas y se utiliza ampliamente en odontología en concentraciones de 0,2%, 0,12% y 0,10 % en presentaciones para el uso como colutorio bucal o enjuague), por lo tanto, probablemente es el resultado de una acción inmediata bactericida, seguida de una prolongada acción bacteriostática, debido a su capacidad de adherirse a las superficies del esmalte del diente (14). Situaciones explicadas y demostradas en investigaciones como los de Plantinga et al. (8), estudiaron la incidencia de lesiones de la mucosa oral, en la unidad de cuidados intensivos en pacientes que recibieron clorhexidina al 0,2%, se observaron lesiones de la mucosa oral, incluidas lesiones erosivas, ulceraciones, formación de placa blanca / amarilla y sangrado en la mucosa se observó en 29 de 295 pacientes (9.8%) que habían recibido clorhexidina al 2%. La mediana en tiempo hasta la aparición de las lesiones orales fue de 8 días.

De otro modo, los antimicrobianos a base de plata Coloidal han demostrado lograr un control antibacteriano; entendido este término como el caso específico que se establece bajo la estandarización adoptada en los distintos agentes antimicrobianos de concentraciones mínimas inhibitorias (CMI), expresada en mg/L, logran inhibir el crecimiento de un microorganismo bajo condiciones específicas in vitro en un período de tiempo establecido, es decir una concentración mínima inhibitoria 50 (CMI₅₀) y representada en la concentración de antimicrobiano que inhibe el crecimiento del 50% de las bacterias en un cultivo (15), y a bacterias de importancia en salud pública que se ven disminuidas de la carga bacteriana cuando han sido utilizados en heridas quirúrgicas y quemaduras en diferentes sitios del cuerpo, los cuales surgieron con exactitud durante el siglo XIX, específicamente en 1893, cuando Karl Wilhelm (botánico – suizo), publicó la primera investigación rigurosa y demostrada de las características antimicrobianas de la plata, enfocada a la medicina; con

tratamiento de limadura de plata para curar heridas, ungüentos antibióticos y para quemaduras como antimicrobiano de amplio espectro, surgiendo antes que la clorhexidina. El mecanismo de acción se explica porque la plata Coloidal es capaz de inhibir las enzimas implicadas en el proceso respiratorio de óxido-reducción celular de las bacterias, provocando su muerte en pocos minutos (15).

Existe otra alternativa de tratamiento que es el uso de la plata Coloidal, conocida por su actividad antibacteriana desde los tiempos de la antigua Grecia. Recientemente, nanopartículas de plata, así como diversos compuestos a base de plata que contiene plata iónica (Ag^+) 5,6 o plata metálica (Ag^0) poseen en forma sintetizada una actividad antimicrobiana. (16) Los materiales que contienen plata pueden usarse, debido a su actividad antibacteriana, por ejemplo, en medicina para reducir infecciones en tratamiento de quemaduras y artroplastia. Los materiales que contienen plata pueden utilizarse para eliminar microorganismos, o pueden ser utilizados para el tratamiento del agua (17).

Algunas de estas afirmaciones han sido respaldadas por estudios probabilísticos en los que se ha demostrado que la plata coloidal ejerce poderosos efectos antibacterianos, antivirales, antifúngicos y antiinflamatorios (18). Cuando se usa tópicamente, la plata coloidal puede ayudar en la cicatrización y prevenir la infección (18).

Aunque no está claro qué toxicidad representa la plata para los órganos internos, los estudios en animales han demostrado que niveles tanto de enjuague como cremas excesivamente altas pueden interferir con la función renal y hepática, dañar el sistema nervioso central e instigar la liberación de calcio de los huesos, pero es importante ser prudentes con el tema y lograr identificar con certeza la efectividad que tiene en cada uno de los tratamientos a utilizar. No se sabe cómo la plata afecta la reproducción o el embarazo, pero la investigación emitida por el Programa Nacional de Toxicología sugiere que la plata no causa cáncer (4).

Sin embargo, los estudios acerca de los efectos a nivel de cavidad oral son limitados y se desconoce la efectividad de la plata Coloidal al inhibir el crecimiento bacteriano tal como lo hacen otros enjuagues existentes en el

mercado. Existe una investigación de (Phat et. Al 2019) (17), en el cual es llevado a cabo un estudio de la eficacia del gel de plata coloidal contra bacterias orales seleccionadas in vitro. La investigación se centra en la cuantificación de las unidades formadoras de colonias (UFC), que se encuentran en presencia o ausencia del gel de plata coloidal, estableciendo el efecto de la formación de biopelículas bacterianas mediante un barrido de pacientes con patologías o problemas de cavidad oral. Dentro de los resultados, se encontró que existe una inhibición del 100% en los casos que se trataron con el gel de plata coloidal afectando bacterias tipo *S. mutans*, *S. Sanguis* y *S. Salivaris*, bloqueando la formación de bacterias mezcladas (en este caso específico, tanto tipo de bacterias según su forma, según su pared celular y según su metabolismo).

En este estudio se busca comprobar la acción antimicrobiana de dos enjuagues bucales, comparando el Gold Standard con la plata coloidal. Se evaluará la presencia de bacterias posoperatoria por medio del conteo de UFC y con los resultados obtenidos se podrá determinar la efectividad antimicrobiana de la plata coloidal en el control y adherencia del crecimiento bacteriano.

En pacientes sometidos a exodoncia de terceros molares incluidos y posteriormente suturados con sutura seda negra 4/0 ¿cuál es la efectividad antimicrobiana de la plata coloidal en comparación con el enjuague de clorhexidina?

3- JUSTIFICACIÓN

Las infecciones odontogénicas posquirúrgicas en la cavidad bucal (que puede llegar a oscilar en un 10% (19) del total de los pacientes, frente al porcentaje de complicaciones quirúrgicas que oscila entre el 1 y el 25% (20), variando según el paciente, la patología y las condiciones en que se presenta la complicación quirúrgica), son consideradas en su totalidad como un problema de salud pública e infligen una carga costosa para los servicios de salud alrededor del mundo por la capacidad de generar demora en los procesos de cicatrización después de un tratamiento quirúrgico en cavidad oral. Ya que involucra la adherencia de colonias bacterianas y el desarrollo de biopelícula. En este caso en la adherencia a la superficie de la sutura; ocasionan colonización de diversos microorganismos

que impiden el cierre completo de la herida ya sea por primera, segunda, tercera o cuarta intención, favoreciendo el aumento de procesos infecciosos, aumentando el riesgo de perder el éxito de la cirugía realizada (21).

Dentro de este trabajo de investigación se espera poder valorar la eficacia de utilizar la plata coloidal como antibacteriano y antiséptico después de un tratamiento quirúrgico, logrando verificar la disminución en la carga bacteriana y así mismo, buscando poder tener un control exitoso sobre la formación de biopelícula adherida a la sutura cuatro ceros, beneficiando a los pacientes. Ofreciéndole una alternativa de hacer control en el inicio de procesos infecciosos sin tener el riesgo de tener efectos colaterales por el uso en el tiempo de recuperación después de la terapia quirúrgica, ya que en muchos de los casos la remoción mecánica de la biopelícula después de la terapia quirúrgica se dificulta gracias al trauma generado en los tejidos blandos y/o duros impidiendo la cicatrización de la herida en el paciente (22).

Los profesionales van a ser beneficiados para asegurar el control de evitar esa adhesión de colonias bacterianas formadoras de biopelícula sobre los monofilamentos o multifilamentos en la sutura, impidiendo así el fracaso y retardo de la cicatrización en los pacientes, asegurando un proceso de cicatrización exitoso (23).

Por lo cual la presente investigación aportará los beneficios de la plata coloidal en odontología en procesos postquirúrgicos, que beneficiará a la población, reduciendo al máximo las complicaciones postquirúrgicas previendo posibles complicaciones emanadas de la proliferación de bacterias o microorganismos que causen nuevas patologías, la inflamación postoperatoria y el dolor, minimizando tales manifestaciones que inciden directamente en la mejora de la calidad de vida de los pacientes, en el grado de satisfacción por el tratamiento y en la reducción de factores de riesgo asociados a las complicaciones postquirúrgicas.

Así mismo, la investigación permitirá determinar el grado de efectividad de la plata coloidal en la cavidad oral, dado que la literatura (24) ha determinado que

los productos bucales antibacterianos convencionales son ineficaces contra la formación de bacterias dentales postquirúrgicas, por lo tanto, es importante encontrar nuevos e innovadores productos, convirtiéndose en una contribución importante en los procedimientos postquirúrgicos.

4- MARCO TEÓRICO

4.1 ¿Qué son las suturas?

La definición biológica de las suturas se estableció a partir del concepto de la seda, la cual se describe como una proteína estructural que se hila en una fibra para su uso fuera del cuerpo. La ubicuidad y el uso generalizado de la seda es un claro testimonio de su éxito, especialmente porque ha surgido numerosas veces en eventos evolutivos convergentes. Por lo tanto, observar cómo han evolucionado los materiales de seda no solo puede determinar su rendimiento en el presente, sino que también puede revelar criterios de diseño comunes y "planos" moleculares para materiales biológicos de alto rendimiento (25).

Según Yag-Howard et al (26), las suturas proporcionan un medio temporal de aproximación de bordes defectuosos para promover la cicatrización de heridas. Típicamente, se dejan en su lugar no más de 2 semanas, durante las cuales la herida alcanza solo el 7% de su resistencia a la tracción final (27).

Así mismo, las suturas también se definen como la técnica para el cierre de heridas que se utiliza para estabilizar sus márgenes de una manera efectiva, que satisfaga el cierre adecuado de la misma en un determinado período de tiempo, sin llegar a afectar los aspectos fisiológicos de la cicatrización (28).

Es decir, el término sutura describe cualquier hebra de material utilizada para aproximar tejidos. Una sutura inadecuada puede provocar fallas en el colgajo, o exposición ósea, causando necrosis, dolor y retraso en la cicatrización de la herida (29).

4.2 Materiales de sutura

La sutura define el cierre adecuado y la estabilización de los márgenes de la herida en su posición deseada, con eventos críticos que influyen en el éxito de cualquier resultado quirúrgico. Se han propuesto numerosos métodos y materiales únicos para lograr el cierre exitoso de la herida en diversas disciplinas quirúrgicas, así mismo, materiales de suturas con características específicas como se tratarán a continuación (30).

Durante el siglo XX, los hilos de los productos naturales de seda, algodón y lino se utilizaron principalmente como materiales de sutura. La seda se caracteriza por una alta resistencia al desgarro efectivo. Sin embargo, en el cuerpo humano, las suturas de seda pueden llegar a provocar reacciones adversas, ya que el organismo las identifica como cuerpos extraños. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las suturas de seda también son propensas a la colonización por biopelículas. Por lo tanto, la seda no debe aplicarse para períodos prolongados de tiempo.

El Catgut se fabrica a partir de la submucosa del intestino de ovino o bovino. Pasados entre 6 a 14 días del uso clínico del catgut; éste pierde su consistencia, debido a la resorción enzimática. El tratamiento del material de catgut con agentes químicos no evitó la resorción. En los tejidos blandos, el material puede generar reacciones inflamatorias con marcadas infiltraciones celulares, por esta razón es que el catgut; ya no se utiliza en cirugía periodontal (30).

Dragovic et al. (31), estudiaron la singularidad anatómica de la cavidad oral es responsable de diferencias entre las heridas orales y las de otras partes del cuerpo humano en términos de propensión a la aparición de infecciones. Las características físicas más importantes del hilo de sutura son la capilaridad y la configuración 3D, ya que esos factores afectan directamente la susceptibilidad de la sutura a la acumulación bacteriana y al fenómeno de absorción (transmisión de fluidos orales y bacterias a la herida) La elección del material de sutura es beneficiosa para reducir el riesgo de infección.

4.2.1 Suturas Sintéticas.

En la práctica quirúrgica periodontal, los hilos sintéticos influyen en el comportamiento de los tejidos, dividiéndolos en dos categorías: materiales reabsorbibles y materiales no reabsorbibles. Dentro de estas categorías, los materiales se pueden dividir en hilos de monofilamento y polifilamento. Como los hilos de polifilamento se caracterizan por una acción de alta capilaridad, promoviendo así el riesgo de infección por contaminación bacteriana del hilo, generalmente se prefieren hilos de monofilamento. Los pseudomonofilamentos son hilos recubiertos de polifilamento, que tienen el objetivo de reducir el trauma mecánico del tejido (32).

Sin embargo, durante la sutura, el revestimiento se rompe y las propiedades de los hilos de pseudomonofilamento presentan unas características similares a las de los hilos de polifilamento. Además, los fragmentos del revestimiento pueden invadir los tejidos blandos circundantes provocando una reacción frente a la presencia del cuerpo extraño (33).

Los materiales de sutura sintéticos están compuestos de productos de polimerización de aminas y ácidos (poliamidas), carbohidratos insaturados (poliolefinas), alcoholes y ácidos (poliésteres), como también del ácido glicólico que es tanto un alcohol como un ácido, lo que explica por qué se clasifica bajo los poliésteres (33).

3.2.1.1 Hilos sintéticos No Reabsorbibles.

Las suturas de origen sintético son en este tiempo las suturas de preferencia ya que estas son tratadas sigilosamente con el propósito de lograr mejores características que las de origen natural, o en cierto modo lograr mejor evolución de éstas. Las suturas de origen sintéticos son aleaciones de distintos materiales como son las poliamidas que por medio de procesos e incluso con la intervención de la nanotecnología logra obtener un material de sutura ideal y con características adecuadas para todo tipo de tejido en lo que compete su estadio en

los tejidos, su fuerza tensil y sus características físicas, químicas y biológicas (33).

Los materiales con excelentes propiedades tisulares son el polipropileno y su desarrollo más reciente, el polihexafluoropropileno. Después de la sutura, estos hilos se encapsulan en el tejido conectivo y son estables durante un largo período de tiempo. Los hilos de sutura se clasifican según su espesor. Debido a su estructura superficial porosa, se recomienda el uso de hilos de monofilamento en la cavidad oral (33).

3.2.1.2 Hilos sintéticos Reabsorbibles.

Debido a sus propiedades físicas estables ante nosotros y la degradación controlada posterior, los hilos sintéticos reabsorbibles son ventajosos. Los materiales en esta categoría pertenecen a los poliésteres, las poliamidas o las poliolefinas. Se puede esperar una reducción del 50% en la resistencia a la rotura después de 2 a 3 semanas tanto para el ácido poliglicólico como para los hilos de poliglactina, después de 4 semanas para los poligluconatos y después de 5 semanas para los hilos de polidioxanona. El efecto capilar depende del material. Está limitado para hilos de poliéster y mínimo para suturas de poliglactina (30).

4.3 Reacciones Tisulares de las Suturas

La capacidad del material de sutura para inducir infección corresponde aproximadamente al grado de reacción inflamatoria causada por sutura estéril. Es por ello que los autores en su estudio concluyen que la sutura de polipropileno no reabsorbible mostró características clínicas superiores entre todas las suturas, demostraron que la mejor cicatrización de los tejidos blandos y la reacción menos inflamatoria se encontró alrededor de este hilo (33).

Así mismo en varios experimentos con animales en años anteriores, el grupo de estudio dirigido por Selvig et al., (9), analizaron la reacción de los tejidos frente a varios materiales de suturas absorbibles o no absorbibles. Debido a la naturaleza y propiedades del material de sutura, varían los grados de

colonización y formación de biopelículas en la superficie del hilo y tiene lugar dentro de unas pocas horas después de la operación. A su vez, determinaron que la remoción de la sutura está determinada por qué tan bien se haya curado la herida y la extensión de la cirugía. Las suturas deben dejarse en su lugar el tiempo suficiente para establecer el cierre de la herida con suficiente fuerza para soportar los tejidos y órganos internos. El odontólogo debe evaluar la herida para determinar si debe quitar las suturas o no. Debido a que los puntos de sutura que se pueden disolver pueden crear más cicatrices que los que no se pueden disolver, se utilizan con mayor frecuencia internamente que externamente. Las puntadas solubles están diseñadas para desintegrarse por sí solas, durante un período de tiempo específico. Están hechos de ingredientes que se absorben fácilmente en la piel.

4.4 Usos de la Sutura en Periodoncia

Burkhardt R., et al., (29), establecieron que los procedimientos quirúrgicos plásticos periodontales, se realizan en la cavidad oral la cual está contaminada, por ello la infección de la herida puede ocurrir como resultado del entorno oral por sí mismo o en combinación con técnicas de fijación y sutura de colgajos, un buen equilibrio entre la resistencia del huésped a la infección y los factores que inician o promueven la infección.

La comprensión de esta relación entre el huésped y los patógenos se puede obtener de estudios bacteriológicos cuantitativos. En la mayoría de las lesiones de tejidos blandos, el recuento bacteriano de la herida proporciona una predicción precisa de la infección posterior. Este estado de alta resistencia a la infección puede reducirse por varios factores, como la deficiencia circulatoria, la lesión del tejido, el espacio muerto y la presencia de cuerpos extraños (cálculo, suturas, etc.). Ellos afirman que, si es usada una estricta técnica aséptica, irrigación con jeringa a presión para eliminar bacterias durante la limpieza de heridas, la eliminación de posibles cuerpos extraños y el desbridamiento cuidadoso de todos los dientes se disminuye el riesgo a infecciones y favorece el cierre primario de la herida sin el desarrollo de infección ya que la

contaminación temprana de la herida puede ocurrir ocasionalmente a través de las suturas que se colocan para la fijación del colgajo (30).

4.5 Clorhexidina – Concepto

Según, Jones C.G. (32), la clorhexidina es un agente antimicrobiano. Es una bisbiguanida catiónica con amplia actividad antibacteriana, que produce baja toxicidad en mamíferos y una fuerte afinidad por la piel y las membranas mucosas. La clorhexidina tiene un amplio espectro de actividad que abarca bacterias grampositivas y gramnegativas, levaduras, dermatofitos y algunos virus lipofílicos, Su actividad antimicrobiana es del tipo activo de membrana, usado para describir un agente antimicrobiano que daña la membrana interna (citoplasmática) (32).

3.5.1 Medio de Acción de la Clorhexidina como Antiséptico y Antimicrobiano.

Frente a los medios de acción de la Clorhexidina, Jones CG. (32), define que la unión de la clorhexidina a la pared celular cargada negativamente del microorganismo desestabiliza su estructura y provoca la muerte del mismo. La carga positiva de la molécula de clorhexidina también es capaz de unirse a otras estructuras tales como la hidroxiapatita del esmalte dental, la placa dental y a algunas proteínas salivales de carga negativa. Este hecho provoca que la clorhexidina se libere progresivamente en la cavidad oral durante 8-12 horas actuando de manera prolongada (sustantividad).

La clorhexidina une fosfolípidos en la membrana interna, lo que lleva al aumento de la permeabilidad de la membrana y componentes de bajo peso molecular, como iones de potasio. En esta etapa bacteriostática (subletal), los efectos facilitan que las estructuras de la membrana citoplasmática se presenten por los bajos niveles de uso de la clorhexidina, y lleguen a terminar siendo menores al comparar el daño grave causado por las altas concentraciones de bactericidas de alto nivel (32).

3.5.2 Aplicabilidad de la Clorhexidina.

Según, Silvestri et al. (40), señalan que la clorhexidina se usa cada vez más no solo como antiséptico para prevenir infecciones hospitalarias y como adyuvante en la higiene oral, sino también como conservante en productos para el cuidado personal.

Los puntos positivos de la Clorhexidina; se enmarcan en la ayuda en reducir la inflamación y enrojecimiento de las encías y a reducir el sangrado de las mismas, como también el manejo de la gingivitis; que es causada por la bacteria que crece en el recubrimiento (placa) (40).

3.5.3 Toxicidad de la Clorhexidina

Según Salimi, et al. (33), algunos estudios han demostrado que la Clorhexidina –CHX, es citotóxico para las líneas de fibroblastos cultivados y obtenidos a través de biopsias de piel, que causan agotamiento y muerte celular total trifosfato de adenosina (ATP). Así mismo, existen mecanismos sugeridos para la citotoxicidad por CHX; exponiendo la inhibición de la actividad mitocondrial, la síntesis de proteínas y ADN y la proliferación celular, causando la muerte celular por agotamiento de ATP. Aunque varios estudios han demostrado que la clorhexidina tiene actividad bactericida y ejerce efectos tóxicos sobre los tejidos periodontales, algunos estudios evaluaron mecanismos para reducir sus efectos adversos manteniendo las propiedades antimicrobianas.

Las toxicidades asociadas con los Dióxidos de Cloro, dependen de su vía de administración. Se ha documentado bien la toxicidad renal de α -Cd y β -Cd después de la administración parenteral, así como los problemas con una serie de Cds modificados. Los efectos toxicológicos de los CDS se deben principalmente a la relación por inclusión con el colesterol y los lípidos de membrana. Estas moléculas pueden tener efectos catalíticos sobre el transporte de lípidos, ya que el acoplamiento de ciclodextrinas con emulsiones que podrían mejorar el transporte de estos. La alta eficiencia de la ciclodextrina es

probablemente una función de su pequeño tamaño relativo en comparación con las membranas celulares, lo que permite que un gran número de moléculas de ciclodextrina se asocien directamente con las membranas. La ubicación de las moléculas de ciclodextrina cerca de la superficie de la célula permite la solubilización del colesterol de las membranas biológicas por desorción directamente en el núcleo hidrófobo de la ciclodextrina sin entrar en la fase acuosa (36).

Un estudio reciente de Faria et al. (35), sugirió que la CHX puede inducir la muerte celular por apoptosis y necrosis en cultivos de fibroblastos a través del estrés del retículo endoplásmico. Concepto soportado por investigaciones más recientes en el tema, que establecen que la CHX induce a la muerte celular a través de la alteración de la función mitocondrial, aumentando el proceso intracelular de Ca^{2+} y estrés oxidativo (35).

3.5.4 Resistencia de las bacterias a la Clorhexidina

Según, Kampf (36), señaló que el uso generalizado del gluconato de clorhexidina – CHG, en varios tipos de aplicaciones probablemente ha llevado a un aumento de las resistencias bacterianas adquiridas, principalmente en especies gramnegativas como *Pseudomonas aeruginosa* (concentración inhibitoria mínima (MIC) de hasta 800 mg / l), *Serratia marcescens* (MIC de hasta 400 mg / l) o *Klebsiella pneumoniae* (MIC de hasta 256 mg / l).

Según los resultados arrojados en la investigación de Kampf, entre los aislamientos de los *Staphylococcus aureus* con reflujo, el CHG fluyó en el 96% de las cepas, lo que indica el potencial de las membranas bacterianas. Otros mecanismos de resistencia son la inactivación del ingrediente activo o los cambios en la estructura de la pared celular (36).

Así mismo, se logró identificar que los procesos de aislamiento ambiental de especies gram negativas (basadas en valores de corte epidemiológico), no ofrecen una evidencia sistemática a la resistencia de aplicaciones clínicas de

CHG, frente al *Escherichia coli*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*, *Salmonella spp*, *Pseudomonas spp*, entre otras (36).

3.5.5 Clorhexidina y efectos adversos.

El gluconato de clorhexidina viene en muchas concentraciones: 0,12% para uso oral, 0,5% de almohadilla tópica, 0,2%, 2% y 4% de líquido y solución tópica, solución de 20% para desinfección, una membrana mucosa con 2,5 mg utilizado para la gingivitis, así como también en chicles, barnices y pastas dentales (37).

A medida que la exposición al agente se generaliza, aumentan los informes de reacciones adversas. Las complicaciones varían desde dermatitis de contacto irritante leve hasta anafilaxia potencialmente mortal. La dermatitis alérgica de contacto en algunos casos precede a la anafilaxia. Es imperativo que los profesionales sean conscientes de las muchas fuentes posibles de contacto con este antiséptico y estén alertas para reconocer las reacciones potencialmente debilitantes y catastróficas que pueden ocurrir debido a la sensibilización a la clorhexidina (37).

En general se puede decir que existen tres efectos secundarios principales frente al uso de clorhexidina a considerar antes de usarla (37):

- Tinción. La clorhexidina puede provocar manchas en las superficies de los dientes, las restauraciones y la lengua. A menudo, una limpieza profunda puede eliminar cualquier mancha. Pero si tiene muchos empastes blancos anteriores, es posible que su dentista no le recete clorhexidina.
- Alteración del gusto. Ven a la gente a experimentar una alteración en el gusto durante el tratamiento. En raras ocasiones, se experimenta una alteración permanente del gusto después de que el tratamiento ha terminado.
- Formación de biopelícula. Puede tener un aumento en la formación.

3.5.6 Clorhexidina en Suturas

Autores como, Sethi, et al. (3), han evaluado la eficacia antibacteriana y la inhibición oral de biopelículas alrededor de las suturas de poliglactina recubiertas con clorhexidina y triclosán en comparación con las suturas no recubiertas. Se incubaron segmentos iguales de suturas de poliglactina recubiertas con clorhexidina y triclosán (3-0) a 37 ° C en saliva recogida de 10 pacientes con periodontitis crónica durante 7 días. La sutura sin recubrimiento simple sirvió como control (3). La formación de biopelículas se analizó con microscopía de escaneo láser confocal –CLSM (es un escaneo que emplea la tecnología de detección espectral patentada que combina altos niveles de sensibilidad y flexibilidad espectral para detectar los fluoróforos más diminutos) (38), y microscopía electrónica de barrido (SEM). La evaluación cuantitativa se realizó utilizando unidades formadoras de colonias (UFC / ml) (3).

La eficacia antibacteriana de las suturas se probó frente a patógenos periodontales específicos (*Streptococcus mutans*, *Fusobacterium nucleatum*, *Agregatibacter. actinomycetemcomitans*, *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas. gingivalis*) mediante método de difusión en agar o método Kirby-Bauer, el cual es empleado para determinar la sensibilidad de un agente microbiano frente a un antibiótico o quimioterapéutico (3).

La prueba ANOVA se utilizó para las unidades formadoras de colonias y la prueba de difusión en agar. ($P < 0.05$) como resultados: CLSM y SEM mostraron una inhibición sustancial de la biopelícula alrededor de las suturas recubiertas con clorhexidina, seguidas de las recubiertas con triclosán en comparación con las que no presentaban recubrimiento simple. Las suturas con recubrimiento antibacteriano mostraron una diferencia estadísticamente significativa en las UFC / ml y la zona de inhibición en comparación con las que no presentaban recubrimiento simple. Entre las suturas recubiertas, las de clorhexidina mostraron mejores resultados (3).

3.5.7 Aplicación de Clorhexidina para la Inhibición de Bacterias en Biopelícula

Obermeier, et. al. (39), establecieron que las suturas antimicrobianas evitan complicaciones al inhibir los patógenos bacterianos. A lo largo de la investigación, como alternativa al triclosán clorhexidina, se utilizó el "estándar de oro" en antisépticos orales. El objetivo del estudio fue optimizar los nuevos recubrimientos de clorhexidina de liberación lenta basados en ácidos grasos en suturas quirúrgicas, para alcanzar una alta eficacia antimicrobiana y simultáneamente una alta biocompatibilidad. Las suturas se recubrieron con soluciones de laurato de clorhexidina y palmitato de clorhexidina que condujeron a una concentración de fármaco de 11, 22 o 33 $\mu\text{g} / \text{cm}$ por longitud. Los perfiles de liberación del fármaco se determinaron en eluciones acuosas (39).

La eficacia antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* se evaluó en pruebas de difusión en agar. La biocompatibilidad se evaluó mediante un ensayo de citotoxicidad establecido (WST-1). Se usó una sutura que contenía triclosán comercialmente (Vicryl Plus) como referencia antimicrobiana. Todas las suturas recubiertas que cumplieron con la Farmacopea Europea requirieron resistencia a la tracción y demostraron una liberación lenta y continua del medicamento durante 96 horas sin un lavado completo del medicamento recubierto. Se observó una alta eficacia antimicrobiana durante hasta 5 días. Con respecto a la biocompatibilidad, las suturas con un contenido de fármaco de 11 $\mu\text{g} / \text{cm}$ mostraron niveles citotóxicos aceptables de acuerdo con ISO 10993-5. Las suturas recubiertas con clorhexidina de 11 $\mu\text{g} / \text{cm}$ con ácido palmítico mostraron el mayor potencial para la aplicación en humanos (39).

Entonces, las suturas pueden causar infecciones difíciles en el sitio quirúrgico, debido a los efectos capilares que provocan que las bacterias colonicen las heridas. Las suturas antimicrobianas pueden evitar estas complicaciones al inhibir los patógenos bacterianos y, por lo tanto, las sustancias que promuevan una acción bactericida o bacteriostática; estos casos se están volviendo alternativas clínicamente relevantes.

4.6 Plata Coloidal – Concepto

Según Sterling JP et al. (40), define la plata iónica como catión altamente reactivo. Es esta reactividad que proporciona la mayoría de los antimicrobianos y propiedades tóxicas no deseadas. Toda plata que contiene compuestos y materiales logran la mayor parte de la actividad antimicrobianos generando plata iónica (Ag^+). A diferencia de la mayoría de los agentes antimicrobianos, la actividad de la plata iónica (son iones de plata disueltos en agua, mientras que la plata coloidal es partículas de plata en el agua), fue generalmente atribuida a cuatro mecanismos separados.

Estos mecanismos pueden resumirse como: unión a la membrana celular, electrón inhibidor de la cadena de transporte, replicación de ADN / ARN e inhibidor de precursores funcionales de proteínas (40).

4.6.1 Medio de acción de la Plata Coloidal como Antiséptico y Antimicrobiano

Respecto al medio de acción que ejerce la plata coloidal como antiséptico y antimicótico; Hill, W.R. (41), han establecido que la acción directa de la plata coloidal dentro de la zona afectada logra inhibir las enzimas encargadas de generar un proceso de diseminación de las células a través de la alteración en el potencial oxido reducción, lo que genera su desaparición en pocos minutos.

Hasta la fecha, existen tres mecanismos conocidos por los cuales la plata actúa sobre los microbios. En primer lugar, los cationes de plata pueden formar poros y perforar la pared celular bacteriana al reaccionar con el componente peptidoglicano (42). En segundo lugar, los iones de plata pueden entrar en la célula bacteriana, inhibiendo la respiración celular y alterando las vías metabólicas, lo que resulta en la generación de especies reactivas de oxígeno (43). Por último, una vez en la célula, la plata también puede alterar el ADN y su ciclo de replicación (43).

Una revisión publicada recientemente incluye más detalles sobre los mecanismos bactericidas de la plata, junto con los métodos de preparación de nanopartículas de plata (44). A lo largo de la historia, la plata se ha utilizado constantemente para restringir la propagación de enfermedades humanas mediante la incorporación en artículos utilizados en la vida cotidiana (43).

El primer uso registrado de plata con fines terapéuticos se remonta a la dinastía Han en China, *circa*. 1500 a.c. (45). Los vasos y las placas de plata se usaban con frecuencia durante los imperios fenicio, macedonio y persa (46). Las familias de las clases socioeconómicas más altas durante la edad media conocían tanto el uso de la plata que desarrollaron decoloraciones azuladas de la piel conocidas como *argiria*., una aflicción que puede haber llevado al término 'sangre azul' para describir a los miembros de la aristocracia (47). La medicina moderna utiliza formas de plata de grado médico, como nitrato de plata, sulfadiazina de plata y plata coloidal (24).

4.6.2 Sitio de aplicación de la plata coloidal

Según Panacek A, et al. (15), la plata es conocida por su actividad antibacteriana desde los tiempos de la antigua Grecia. Recientemente, nano partículas de plata, así como diversos compuestos a base de plata que contiene plata iónica (Ag^+) Ag_2O o plata metálica (Ag^0) que exhiben actividad antimicrobiana se han sintetizado. Los materiales que contienen plata, pueden usarse, debido a su actividad antibacteriana, por ejemplo, en medicina para reducir infecciones en tratamiento de quemaduras y artroplastia, así como para prevenir colonización de bacterias en prótesis, catéteres, injertos vasculares, materiales dentales, materiales de acero inoxidable y humanos. Los materiales que contienen plata pueden utilizarse para eliminar microorganismos en telas textiles, o pueden ser utilizados para el tratamiento del agua. Las nano partículas de plata también exhiben una potente actividad citoprotectora hacia las células infectadas por el VIH (15).

4.6.3 Toxicidad y Resistencia de la Plata Coloidal

Según Sterling JP et al. (40), la toxicidad de la plata se atribuye a su descomposición en la replicación del ADN, a partir de la formación de la pared celular, de la proteína funcional de precursores y de la cadena de transporte de electrones. La dosis de referencia es de 0.005 mg / kg / día y la exposición crónica de plata se calculó a partir del nivel de efecto adverso observado de 0.014 mg / kg / día.

Según Sterling JP et al. (40), la resistencia bacteriana a la plata es rara, en esos pocos casos, se atribuyen a genes ubicados en plásmidos, con el desarrollo de mecanismo de resistencia de la plata coloidal e implicaciones clínicas ha sido recientemente revisado.

Hay pocos casos reportados de bacterias resistentes a la plata. Estos incluyen casos clínicos de *Pseudomonas aeruginosa* , *Escherichia coli* , *Enterobacter cloacae* , *Klebsiella pneumoniae* , *Proteus mirabilis* y *Citrobacter freundii* . Además, el aislamiento no clínico de plata mediada por plásmidos se ha observado a la resistencia en *Acinetobacter baumannii*, *E. coli*, *Salmonella enterica serovar Typhimurium* y *Pseudomonas stutzeri*. Aunque, estas bacterias hacen resistencia in vitro in vitro, es difícil extrapolar estos resultados in vivo (40).

Lansdown (48), definió que las terapias para heridas que emplean plata como antibiótico van desde el metal plateado, nitrato de plata y sulfadiazina de plata a la nueva generación de plata sostenida para liberar apósitos.

El énfasis en los apósitos de liberación de plata se coloca sobre la naturaleza de la fuente de plata y patrones de liberación de iones de plata. Incluso hubo un debate complejo sobre los beneficios clínicos de la alta concentración rápida de liberación de iones de plata en comparación con el enfoque suave y más sostenido. El cuidado de las heridas que abarca como antibiótico el uso de plata implica necesariamente la necesidad de realizar profilaxis previa: para proporcionar una función de barrera en la protección del daño agudo de la piel (como en cirugía postoperatoria) de infecciones nosocomiales e idiopáticas, o de

uso terapéutico para aliviar la carga microbiológica en heridas agudas y crónicas (48).

El tratamiento terapéutico de las heridas crónicas observa cada vez más principios de preparación del lecho de la herida, que pueden ser críticos para avanzar en la reparación de heridas crónicas indolentes y úlceras. La preparación del lecho de la herida implica controlando el equilibrio entre bacterias comensales y organismos patógenos.

Según Lansdown (48), el contenido de plata de los apósitos actualmente disponibles varía de 10 mg a 100 cm². Varios apósitos proporcionan un doble objetivo de liberar plata como agente antimicrobiano e incorporar un material como hidocoloide, tejido sintético o fibras orgánicas para absorber exudados, olores y restos de heridas. Estas características adicionales son consistentes con el presente enfoque clínico para el cuidado de heridas, incluida la preparación del lecho de heridas.

4.6.4 Plata Coloidal y Argiria.

Según Sterling JP et al. (40), hay varias condiciones que generalmente estaban asociadas con decoloración de la piel y productos de plata. Estas condiciones son metahemoglobinemia, argiria localizada y sistémica y argiria sistémica. Por lo general, el cambio de color asociado con metahemoglobinemia se describe como pálido, gris y azul.

La metahemoglobina es el estado oxidado de la hemoglobina. La metahemoglobina se agrupa en la hemoglobina que contiene una molécula de hierro en forma ferrosa (Fe 2+). De esta forma, el hierro puede combinarse con oxígeno. Y proporciona la mayor parte de la capacidad de transporte de oxígeno en sangre.

La hemoglobina solo puede aceptar y transportar oxígeno cuando el átomo de hierro está en su forma ferrosa. Cuando la hemoglobina pierde un electrón y se oxida, se convierte en estado férrico (Fe 3+) o metahemoglobina. En este estado,

el hemo es incapaz de unirse al oxígeno que conduce a una disminución del oxígeno como transporte (46).

La argiria se produce por el contacto y la absorción prolongada de plata. La argiria se puede subcategorizar en local y sistémica. La incidencia de argiria sistémica y localizada es desconocida quienes se caracterizan por un azul grisáceo, gris-negro con tinción de piel o mucosas. La decoloración es probablemente causada por la foto reducción de cloruro de plata y / o fosfato de plata en la piel. La argiria local ocurre en la piel y la mucosa después de un tiempo prolongado de exposición local a compuestos que contienen plata (por ejemplo, aretes, agujas de acupuntura y pastas dentales). La argiria sistémica se caracteriza por una piel completa y decoloración de la mucosa. Esta decoloración es más evidente en las zonas expuestas al sol, pero no se han informado datos concluyentes (49).

4.6.5 Plata Coloidal y Suturas

Según Simone et al., (49), las infecciones dan lugar a una variedad de casos clínicos y conllevan a prolongar la hospitalización con aumento en los costos de salud. Además, las infecciones persistentes exasperan el problema de la resistencia a los antibióticos.

El objetivo de este estudio fue el desarrollo de recubrimientos de plata antibacterianos efectivos y de bajo costo en suturas quirúrgicas mediante la adopción de un innovador proceso de deposición fotoquímica para prevenir la contaminación temprana de las heridas quirúrgicas. La tecnología de deposición de plata adoptada en este trabajo es un proceso innovador basado en la fotorreducción in situ de una solución de plata. Las muestras se sumergieron en la solución de plata y luego se expusieron a radiación UV para inducir la síntesis de grupos de plata en la superficie de la sutura. Se demostró la distribución homogénea de partículas de plata en la superficie y en la sección transversal de las suturas tratadas (49).

Todos los estudios antibacterianos demostraron claramente que el uso de nuevas suturas tratadas con plata podría representar ventajas clínicas en

términos de prevención de infecciones quirúrgicas contra la colonización bacteriana (49).

El recubrimiento de plata depositado en las suturas no demostró ningún efecto citotóxico en una población celular seleccionada. Los resultados obtenidos sugirieron que las suturas recubiertas de plata antibacterianas desarrolladas en este trabajo podrían representar una alternativa interesante a las suturas convencionales, con evidentes ventajas en términos de prevención de las infecciones quirúrgicas y en los costos de salud. Además, las concentraciones muy bajas de plata inhibieron significativamente la carga microbiana, sin afectar la viabilidad celular (49).

3.6.6 Aplicación de Plata Coloidal para la Inhibición de Bacterias en Biopelícula.

Según Tran PL, et al. (50), es necesario desarrollar nuevas estrategias para proteger contra bacterias como *S. treptococcus mutans*, *S. treptococcus sanguis* y *Streptococcus salivarius*, que contribuyeron a la formación de placa y caries dental. Ellos en este estudio actual investigaron la eficacia de un gel de plata coloidal para inhibir la formación de biopelículas por estas bacterias orales principales, *in vitro*.

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de una formulación de gel de plata coloidal para inhibir la formación de biopelículas bacterianas (Ag-gel) por las bacterias principales que causan la formación de placa y la caries dental.

El efecto de Ag-gel sobre la viabilidad de *S. mutans*, *S. sanguis* y *S. salivarius* se evaluó cuantificando sus unidades formadoras de colonias (UFC) en presencia o ausencia del gel de prueba.

El efecto de esta formulación sobre la capacidad de formación de biopelículas de estas bacterias se estudió mediante microscopía electrónica de barrido, Utilizando los ensayos de CFU, se encontraron más de 6 registros de inhibición (100%) para *S. mutans*, *S. sanguis* y *S. salivarius* para las bacterias tratadas con

Ag-gel en comparación con el gel de control. Además, el Ag-gel también inhibió la formación de biopelículas por estas tres bacterias mezcladas. Estos resultados fueron confirmados por microscopía electrónica de barrido, en conclusión, el Ag-gel fue eficaz en la prevención de la formación de biopelículas por *S. mutans*, *S. sanguis* y *S. salivarius*. Este Ag-gel debe probarse para determinar la capacidad de bloquear la formación de placa en la boca, a través de su uso como pasta de dientes (50).

5- OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Comparar la efectividad antimicrobiana de la plata coloidal en enjuague vs clorhexidina para el control de la adherencia y crecimiento bacteriano sobre suturas multifilamento no reabsorbibles.

5.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar el número de Unidades Formadoras de colonias de microorganismos aerobios y anaerobios presentes en seda multifilamento en pacientes que usan corhexidina como enjuague postquirúrgico.
- Cuantificar el número de Unidades Formadoras de colonias de microorganismos aerobios y anaerobios presentes en seda multifilamento en pacientes que usan plata coloidal como enjuague postquirúrgico.
- Identificar reacción(es) adversa(s) o citotoxicidad en el enjuague de plata coloidal en el posoperatorio.

6. ASPECTOS METODOLÓGICOS

6.1 Tipo de estudio (Diseño)

El tipo de estudio a realizar en la presente investigación es un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado (ECCA), doble ciego, intervencional, involucrando un total de 28 pacientes que requieren cirugía de terceros molares incluidos.

Todos los participantes recibirán instrucciones de usar aleatoriamente plata coloidal desde el primer día postoperatorio hasta el séptimo día postoperatorio (grupo experimental) y uso de 0.2% de concentración de enjuague bucal de clorhexidina (grupo control) a partir del primer día postoperatorio al séptimo día postoperatorio.

La aleatorización se realizará en una secuencia o código de aleatorización, que es una lista de los tratamientos que se asignarán a los 28 pacientes. Para ello se utilizará una tabla de números aleatorios (a través de una tabla dinámica de Excel), donde se establecerán datos básicos del paciente y el tratamiento que cada uno de ellos tendrá respectivamente, el cual se realizará de forma oculta a los mismos.

La publicación de un ECCA debe transmitir al lector, de manera clara, por qué el estudio fue llevado a cabo y cómo fue conducido y analizado. La Declaración CONSORT comprende una lista de comprobación de 22 puntos y un diagrama de flujo para comunicar un ECCA, han sido diseñados para escribir, revisar y evaluar informes de ECCA simples de sólo dos grupos paralelos.

La lista de comprobación y el diagrama de flujo pueden ser observadas de la siguiente manera.

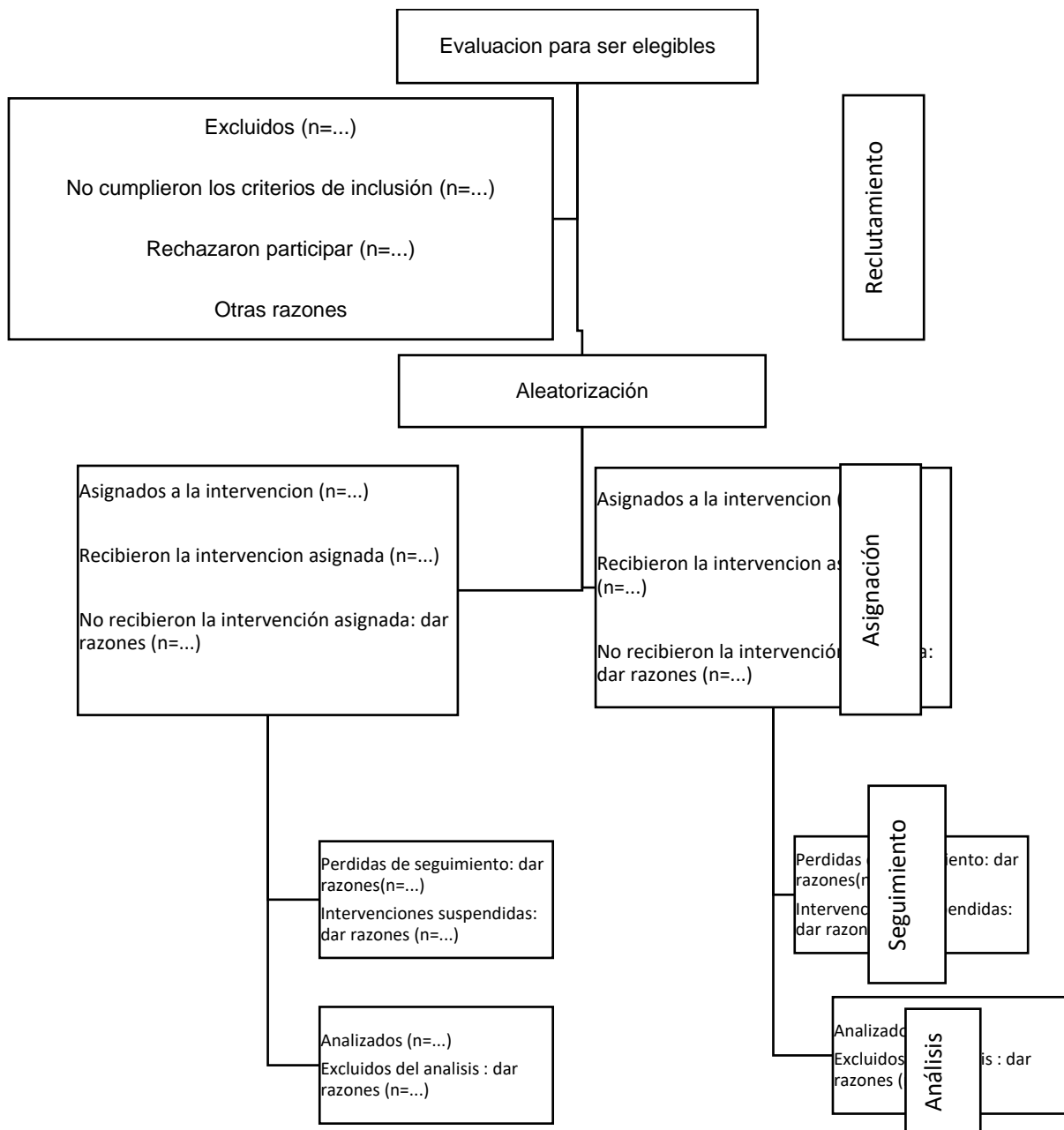


Fig. 1. Diagrama De Flujo Del Progreso A Través De Las Fases De Un Ensayo Clínico Aleatorizado¹

6.1 Hipótesis operativas

6.1.1 Hipótesis nula.

Usar plata coloidal como enjuague bucal por 7 días consecutivamente, no logra un efecto antibacteriano diferente al gold estándar sobre las suturas que las tratadas con la clorhexidina.

6.1.2. Hipótesis alterna.

Las suturas tratadas con plata coloidal ofrecen un mayor efecto antibacteriano frente a las tratadas con clorhexidina.

6.2 Población objeto de intervención

6.2.1 Objeto de estudio.

Evaluar la efectividad antimicrobiana de la plata coloidal en las suturas

6.2.2 Población de estudio.

Pacientes con suturas de seda 4 ceros retiradas a los 8 días posquirúrgicos por un equipo calibrado

6.2.3 Muestra y Muestreo.

Muestra por conveniencia de 28 pacientes que se encuentren asistiendo a las clínicas odontológicas de UNICOC y que acepten participar en estudios clínicos. Los tratamientos de estudio serán asignados por medio de un muestreo aleatorio simple que consiste en la selección de los individuos de una población utilizando un sistema de tablas de números aleatorios aplicados sobre el listado completo de los individuos de la población.

Grupo experimental = 14

Grupo control= 14

6.2.4 Criterios de elegibilidad.

- Criterios de Inclusión.
- Hombres o mujeres voluntarios de 18 a 65 años
- Sistémicamente sanos

- Pacientes que tengan indicación de exodoncia de terceros molares incluidos
 - Que hayan aceptado participar en el estudio previa firma del consentimiento informado
 - Con un mínimo de 15 dientes presentes (no terceros molares) en cavidad oral que no presenten coronas (opcional, a determinación del especialista).
 - Pacientes que no tengan historia de alergias a productos de cuidado personal u otros ingredientes.
- Criterios de exclusión.
- Sujetos incapaces de firmar el consentimiento informado. Es decir, personas que adolezcan de capacidad para firmar por causas físicas, naturales, carezcan de voluntad para realizarlo o personas analfabetas, que no saben leer ni escribir.
 - Todo tipo de condiciones médicas que requieran premedicación previa a los procedimientos dentales
 - Pacientes con disfunción salivar (Síndrome de Sjögren' o irradiación de cabeza y cuello)
 - Pacientes que consuman medicamentos que afecten la función salivar
 - Pacientes con compromiso inmunológico (HIV, inmunodeprimidos)
 - Pacientes con consumo de antibióticos un mes antes de la primera sesión o durante el estudio
 - Pacientes gestantes o que se encuentren lactando.
 - Pacientes alérgicos a la plata
 - Pacientes que estén usando aparatología ortodóncica.

-Grupo control

Una vez se realice la cirugía periodontal, todos los participantes recibirán instrucciones de usar enjuague bucal con clorhexidina al 0,2% desde el primer día postoperatorio hasta el séptimo día postoperatorio. Procedimiento técnico que se explica con mayor precisión en el numeral 5.4

-Grupo experimental

Después de realizada la cirugía los participantes recibirán instrucciones de usar enjuague con plata coloidal desde el primer postoperatorio al séptimo día postoperatorio. Procedimiento técnico que se explica con mayor precisión en el numeral 5.4

6.3 Diseño de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN
Presencia o ausencia de microorganismos	Identificación de la presencia de bacterias productoras de enfermedades en cavidad oral por técnicas de microbiología tradicional y molecular.	Dependiente	Componente microbiano
Enjuague de plata coloidal	El Enjuague Bucal con Plata Coloidal, es un colutorio ecológico, ideal como complemento al cepillado. Combate la placa, alivia la inflamación, limpia la cavidad bucal.	Independiente	Componente tratamiento odontológico
Enjuague de Clorhexidina	El enjuague bucal con gluconato de clorhexidina es un enjuague antimicrobiano que se usa para tratar las etapas tempranas de la gingivitis o enfermedad de las encías.	Independiente	Componente tratamiento odontológico
Sexo	Determinado por la naturaleza, una persona nace con sexo masculino o femenino.	Terciaria y/o Cruzada	Componente Biológico
Manejo de antibióticos	Manejo de medicamentos que combaten las infecciones bacterianas	Terciaria y/o Cruzada	Componente Preventivo

6.4 Descripción de las intervenciones

La intervención se inicia de la siguiente manera:

Tomando en cuenta los criterios de inclusión, con previa radiografía panorámica se seleccionarán aquellos pacientes que requieran extracción de terceros molares incluidos, se clasificarán los sujetos adultos con edades entre 18 a 65 años, de sexo femenino y masculino, serán asignados al azar a uno de los dos grupos de tratamiento: 1) un enjuague que contiene plata coloidal y 2) un enjuague disponible en el mercado que contiene clorhexidina

Todos los sujetos deberán tener apertura y llenado de historia clínica completa de la institución, así mismo recibirán un examen oral de tejidos duros y blandos. Según el diagnóstico periodontal individual se realizará terapia básica periodontal. Así mismo se les hará entrega de los productos de higiene oral, crema dental, cepillo de dientes de cerdas suaves (sin especificar marca de crema y cepillo), con la instrucción que tan solo usarán estos productos tres veces al día en el periodo de estudio. Los sujetos regresarán a consulta una semana después donde se les realizará control posquirúrgico y retiro de suturas, las cuales serán sumergidas en el medio de transporte.

6.5 Procedimientos

a. Instrucciones a los participantes

A cada sujeto se le entregará un cepillo de cerdas suaves, dentífrico y se suministrará de forma aleatoria una muestra del enjuague correspondiente. El enjuague tendrá una presentación en solución que contiene 0,2% de gluconato de clorhexidina lista para usar, con indicaciones de antisepsia. Su administración es de uso oral, 15 ml. de solución 1 a 3 veces al día. Se le asignará un número por parte del fabricante e indiscriminadamente cada muestra contendrá el principio activo o el control; ambos productos serán dispensados en el mismo tipo de empaque, sin ninguna diferenciación en tipo o color. Al inicio del proyecto a cada paciente se le indicará que use el producto posterior a la limpieza profesional que se realizará en las Clínicas de la Institución. Para lograr verificar que los participantes usen el producto adecuadamente se llevarán a cabo llamadas a los números de contacto de cada uno de los pacientes, certificando su uso, y en el caso de que no lo estén realizando o lo estén realizando de manera equivocada se deberá reforzar la información para retomar adecuadamente el tratamiento.

b. Evaluación y seguimiento de los pacientes

Los pacientes serán evaluados así: al inicio del proyecto en los cuales se tomará el índice de placa bacteriana, las muestras del biofilm en las suturas de seda 4/0 para los análisis microbiológicos y se registraran los datos. El tiempo de

observación será de 7 días, debido a que este es el período para realizar la remoción de suturas ya que la clorhexidina produce pigmentaciones cuando se prolonga su uso, presentándose en promedio a los meses de uso y prevalecen hasta que se lleva a cabo una limpieza profesional (58). Los exámenes serán realizados y registrados por dos operadores calibrados quienes aplicarán el Índice de placa gingival marginal modificado. Estos profesionales tomarán una muestra del biofilm en los 30 pacientes, el cual será trasladado en un medio de transporte particular (de propiedad del investigador). La Guía sobre la reglamentación relativa al Transporte de sustancias infecciosas de la OMS elaborada en 2009 y basada en las recomendaciones del Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas, es el punto de partida para el establecimiento del resto de normativas aprobadas por cada país. La NTP 628 del INSHT sobre riesgos biológicos en el transporte de muestras y materiales infecciosos recoge sus principales directrices en materia de seguridad.

Para garantizar la seguridad en el transporte de muestras biológicas, se establece como norma general que para sustancias infecciosas y muestras de diagnóstico, el medio de transporte del cultivo debe constar de tres capas para proteger a varios niveles:

1. Una primera capa, en el que se coloca la muestra.
2. Una segunda capa impermeable que contiene material absorbente en cantidad suficiente para absorber todo el líquido de la muestra en caso de fuga.
3. Una tercera capa con envoltura exterior para proteger al recipiente secundario de las influencias exteriores (deterioro físico y agua) durante su transporte.

Además, la tercera capa debe llevar la marca tipificada de Naciones Unidas, que certifica la superación por el embalaje/envasado de las pruebas de resistencia a satisfacción de la autoridad competente. La bolsa isotérmica SAFEPACK es por su seguridad y eficacia el sistema más recomendable para el envío de todo tipo de muestras biológicas. Además, el control de la temperatura positiva permite el transporte refrigerado de muestras de laboratorio y hospitales. Los materiales utilizados son de alta calidad, reciclables y no contaminantes e incorporan diferentes sistemas de cierre de seguridad patentados, que, aplicados a la

cremallera, evidencian la apertura no deseada. Es dentro de los tipos de bolsas de seguridad, la más adecuada para el transporte de muestras biológicas.

Por otra parte, el kit de seguridad para tomas de muestras está formado por una bolsa contenedora con 3 bolsas ligeras o serigrafiadas y 3 precintos de diferente color e igual numeración para diferenciar los diferentes destinos de las muestras. Cuenta con una alta resistencia y es ideal para muestras de laboratorios.

Dentro de los precintos para tomas de muestras se puede destacar el precinto indicativo de brida ajustable TEN-LOK que ofrece una máxima seguridad contra la manipulación y también para asegurar la trazabilidad, con opciones de marcaje por termo impresión, termo impresión digital o láser.

El diagnóstico microbiológico es un trabajo en equipo entre el clínico, que establece su diagnóstico presuntivo diferencial sobre la base del cuadro clínico y radiográfico, y el especialista en microbiología, que, dependiendo del diagnóstico presuntivo, debe indicar como tomar y transportar la muestra clínica, así como también, orientar la metodología específica en el diagnóstico a seguir.

El estudio de los microorganismos bucales y de las enfermedades infecciosas de la cavidad bucal involucran una serie de etapas que van desde la toma y transporte de la muestra hasta el aislamiento e identificación de los agentes etiológicos, por procedimientos especiales de cultivo y pruebas diferenciales de las especies aisladas.

En primer lugar, la muestra clínica a ser tomada representa una porción o cantidad de material biológico que es sometida a pruebas para determinar la presencia o ausencia de microorganismos específicos. Es importante destacar que para la toma de una muestra deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos: ser seleccionada del área afectada, con el fin de aislar e identificar los agentes etiológicos del proceso infeccioso; obtener una cantidad adecuada, para realizar las diferentes pruebas diagnósticas; evitar arrastrar flora microbiana que habita normalmente en piel y mucosas; y debe ser tomada antes de administrar

antimicrobianos al paciente. Después de realizar la toma de la muestra, esta debe ser rotulada con el nombre del paciente, número historia clínica, fecha, y origen de esta. Esta información debe corresponder con los datos de la orden de solicitud del estudio microbiológico.

Finalmente, la muestra debe ser enviada inmediatamente al laboratorio, pues existen factores que pueden modificar la composición inicial, tales como: temperatura, humedad y algunas sustancias que producen los microorganismos que pueden inhibir el crecimiento de otros. Si se sospecha de la existencia de microorganismos aerobios o anaerobios en el proceso infeccioso, las muestras pueden ser transportadas al laboratorio por diversos procedimientos. Sobre este punto es importante recordar que la mayor parte de los microorganismos asociados a las enfermedades de la cavidad bucal son anaerobios facultativos o anaerobios estrictos, esta premisa deberá tenerse en cuenta a la hora de efectuar el transporte de muestras al laboratorio, ya que deben tomarse en cuenta ciertas precauciones, como por ejemplo, el uso de medios de transporte especiales que permitan la viabilidad de los microorganismos hasta ser sembrados en los medios de cultivo selectivos.

Por lo tanto, los procedimientos para la toma y transporte de muestras son considerados determinantes en la calidad del análisis, en los resultados obtenidos y, por consiguiente, en el éxito de la terapia a instaurar. Por estas razones, se sugiere que cada vez que se desee tomar una muestra en cavidad oral para un diagnóstico microbiológico, debe informarse previamente al laboratorio, de manera de coordinar con el especialista, la metodología a seguir en el estudio.

Una vez llegada la muestra al laboratorio, se procede a realizar el examen microscópico directo, la siembra en medios de cultivos apropiados, y la identificación de los microorganismos en estudio.

El examen microscópico directo de las muestras obtenidas de la cavidad oral permite orientarnos hacia la morfología predominante: cocos, bacilos, espiroquetas, así como para conocer la existencia de hongos y protozoarios, y

si se trata de microorganismos Gram negativos o Gram positivos. Aunque, se ha recomendado realizar de forma rutinaria estudios microscópicos directos, el valor de estos, en las enfermedades infecciosas orales, es bastante limitado. No obstante, conviene precisar que se trata de un método fácil, sencillo y económico para cualquier laboratorio.

La siembra de las muestras obtenidas de la cavidad oral en medios de cultivo selectivos es el procedimiento más adecuado para establecer la etiología de los procesos infecciosos. No obstante, es conveniente indicar que se trata de una metodología compleja, laboriosa y que necesita de personal especializado. Es conveniente señalar que el aislamiento y purificación de algunos microorganismos anaerobios no es fácil de obtener; sin embargo, en los últimos años se han desarrollado medios selectivos y suplementos específicos con los que puede favorecerse el aislamiento de anaerobios de interés en la cavidad oral.

La identificación de los microorganismos aislados y purificados, se inicia con el examen microscópico previa coloración y la observación macroscópica de las colonias, seguido del análisis a través de pruebas bioquímicas convencionales o por pruebas rápidas que incluyen sistemas microbio químicos y enzimáticos manuales o automatizados, que permiten la identificación definitiva.

En relación con una de las variables terciarias, la determinación de la sensibilidad de los antibióticos se realiza una vez identificados los microorganismos, por procedimientos especiales in vitro. Para ello se utiliza el método más adecuado, según el tipo de microorganismo, como lo indica el Comité Nacional para Estándares de Laboratorio Clínico (N.C.C.L.S).

d. División de la muestra y procesamiento de la información: para la disminución del sesgo: ni el paciente, ni los clínicos, ni el bioestadístico conocerán qué tipo de enjuague que se suministrará a los pacientes (Control-componente a evaluar). Solo al concluir el estudio se separarán los grupos de acuerdo con los datos suministrados por el fabricante, relacionando el número de la muestra a un grupo A y B

6.7 Instrumento

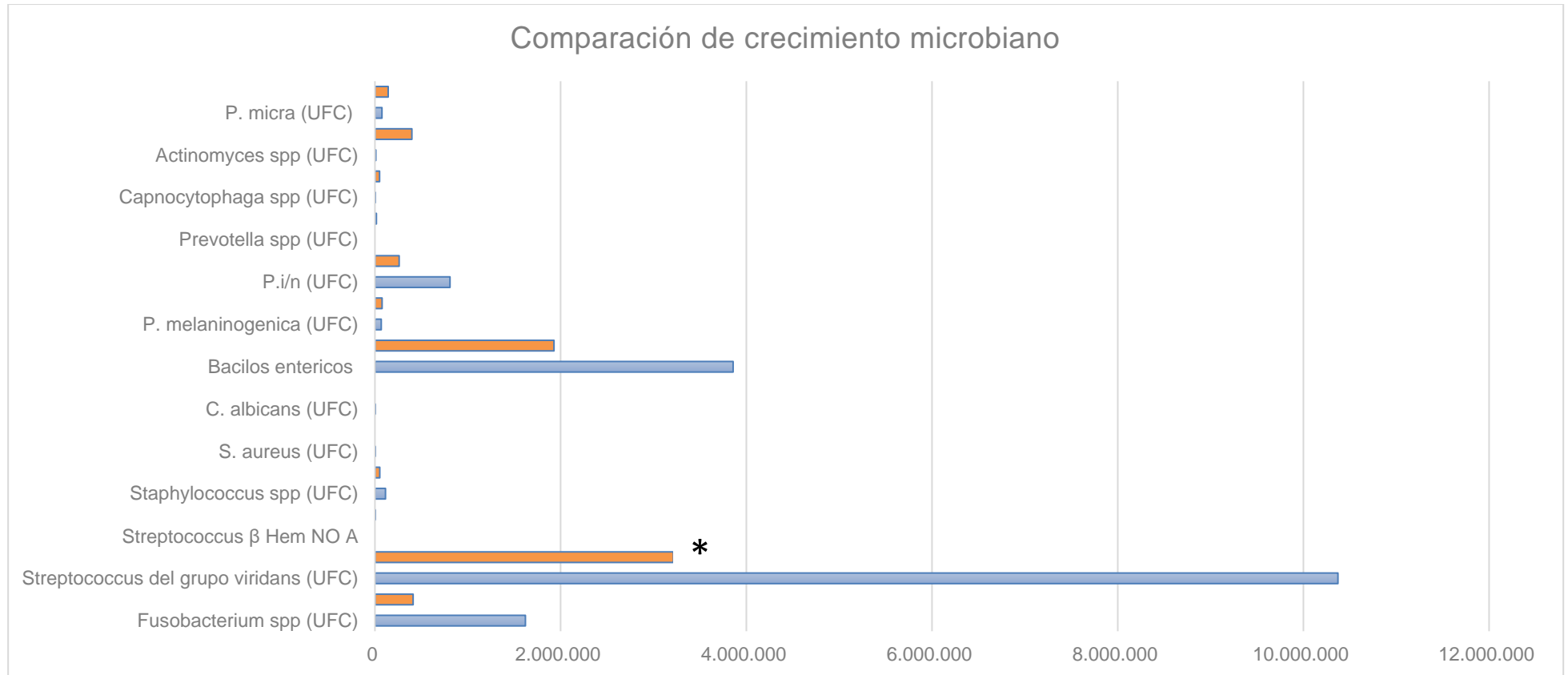
Planilla de recolección de datos:

Nombre del paciente	Documento	Firma del consentimiento informado	Plata Coloidal	Clorhexidina

Planilla de Evento adverso

Evento adverso	Presento	No presente
Sangrado		
Supuración		
Inflamación		
Dolor		
Otro : ¿Cual?		

7. RESULTADOS



Gráfica 1. Promedio de crecimiento bacteriano según enjuague (UFC). Color naranja: Plata coloidal. Color Azul: Clorhexidina. * Diferencia estadísticamente significativa ($p=0.038$) entre enjuague de plata coloidal y clorhexidina para el crecimiento de *Streptococcus* del grupo *viridans* (Wilcoxon test).

8. DISCUSIÓN

El cierre efectivo de la herida es importante para el éxito de cualquier procedimiento quirúrgico, un cierre incompleto conduce a la separación de los bordes, proporcionando una vía potencial para la contaminación bacteriana, lo que lleva a la infección e inadecuada cicatrización. Las suturas quirúrgicas siguen siendo el pilar de una herida segura, la selección del material adecuado y la realización de una técnica adecuada contribuye en gran medida al cierre estético y efectivo de la herida (51).

Los microorganismos de la microbiota oral pueden adherirse a los materiales de sutura, hecho que favorece su paso hacia la herida quirúrgica y provoca infecciones y bacteriemia. Los materiales de sutura juegan un papel importante en la adhesión y el crecimiento de variedades de bacterias, así como en la formación de biopelículas (2). Esta situación puede verse prevenida o favorecida, dependiendo de las propiedades de adsorción del material de sutura, además de los cuidados de higiene bucal del paciente durante el postoperatorio (51). Se ha reportado que las suturas trenzadas son el material más propenso a la colonización, con relación a las suturas monofilamento (52).

Sortino et al., (2007) (53) encontraron que las suturas de seda negra exhiben un mayor grado de bacterias aeróbicas, en particular, *Streptococcus viridans*, *Neisseria soprofita*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y también hongos como *Candida albicans*. A su vez, reportaron que la acumulación bacteriana no se vio afectada cuando las suturas se trataron con solución de clorhexidina al 0.2% (6). Faris, et al., (2022) (54) en

una reciente revisión sistemática respaldan lo anterior. Encontraron que casi todos los materiales de sutura (catgut, suturas de ácido poliglicólico (PGA), nylon, politetrafluoroetileno expandido y suturas de seda) causaron adherencia bacteriana y reacción tisular. En nylon y catgut con cromo, el número de bacterias acumuladas fue menor. El nylon tuvo un recuento de 83% y 65% menor que la seda después de 3 y 7 días, respectivamente. Los estreptococos fueron los organismos más abundantes en ambas suturas, seguidas de *Neisseria spp* y *Staphylococcus* coagulasa-negativa (54). Los anteriores hallazgos se relacionaron con el uso de los materiales de sutura sin el uso de enjuagues.

Es importante destacar que el uso de seda como material de sutura para este tipo de procedimientos es común. Aunque existan otros materiales cuya adhesión bacteriana es menor, el uso de la seda sigue siendo recomendado para ciertos procedimientos de cirugía oral y periodontal. Es así como algunos autores reportaron que para este tipo de sutura seda negra mostró valores significativamente más altos para los aerobios principalmente, pero también para ciertos anaerobios (54).

En los últimos años ha habido esfuerzos para disminuir la contaminación microbiana de la sutura quirúrgica mediante el uso de enjuagues, como la solución salina, enjuague con clorhexidina, peróxido de hidrogeno, enjuague bucal a base de hierbas. Esto tiene relación con el presente estudio en cuanto a que la clorhexidina (CHX) es un potente antimicrobiano, como se evidencia en los resultados. El uso de este enjuague tiene una acción importante en evitar la colonización microbiana sobre este tipo de suturas, por ejemplo no se encontró crecimiento de *S.aureus* ni de *C.albicans*, dos microorganismos de referencia

para este tipo de pruebas. El enjuague de plata coloidal mostró también esta efectividad antimicrobiana, el comportamiento fue muy similar a la CHX, lo cual puede ser el punto de partida para futuras investigaciones, con un futuro promisorio.

B. Fomete et al, (2015) (55) en una evaluación prospectiva de los efectos de la clorhexidina, los enjuagues salinos calientes y el crecimiento microbiano en suturas intraorales, mostraron que el 88,6% de las muestras cultivadas produjeron microorganismos, en cuanto a los enjuagues bucales probados no mostraron ningún efecto significativo tanto en el tiempo de absorción de la sutura como en el crecimiento bacteriano en las suturas, la clorhexidina, el agua tibia con sal y el agua tibia del grifo produjeron en promedio el mismo número de unidades formadoras de colonias, lo que demuestra que los tres enjuagues diferentes son igualmente efectivos que los enjuagues bucales postoperatorios (55).

Garg et al., (2022) (56), realizaron un estudio microbiológico clínico sobre la actividad antimicrobiana de la CHX y el enjuague bucal a base de hierbas contra la adherencia del microorganismo a las suturas después de la cirugía periodontal, demostrando la adherencia de un gran número de microorganismos como *S. aureus*, *E. coli*, *S. mutans* al material de sutura después de la cirugía periodontal. Tanto la clorhexidina como el enjuague bucal a base de hierbas mostraron una tendencia a la reducción microbiana, siendo la clorhexidina la que tenía menor concentración microbiana. El enjuague a base de hierbas también mostró una tendencia a reducir el número de microorganismos (56). Con relación

a los *Streptococcus* del grupo viridans, evaluados en el presente estudio, dentro de los que se encuentran *Streptococcus mitis*, *Streptococcus sanguis* y *Streptococcus mutans*, entre otros, se consideran como habitantes normales de la cavidad oral, gastrointestinal y respiratoria de los mamíferos. En algunos casos cuentan con la capacidad de producir dextranos extracelulares que pueden funcionar como posibles mediadores en procesos de fijación, lo que hace que se favorezca la formación de nichos en superficies de diferente naturaleza, como la superficie dental, válvulas cardíacas y placas ateroscleróticas (57). Se encontró que el enjuague de plata coloidal inhibía el crecimiento bacteriano sobre la sutura, teniendo una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.038$) con relación a la clorhexidina. Aunque la inhibición en el crecimiento no fue completa, pues sí se presentaba este crecimiento bacteriano (promedio de 3.215.214 FUC), puede eventualmente pensar que la plata coloidal serviría como un enjuague anti-biopelícula. Su fundamento radica en que estos *Streptococcus* del grupo viridans (*S.oralis*, *S.mitis*, *S. sanguis*, *S.mutans*) como colonizadores primarios de la superficie dental inician la formación de la biopelícula (58). De esta forma se puede pensar entonces que el uso de la plata coloidal puede disminuir la colonización inicial, evitando la formación del biofilm, situación que debería corroborarse con estudios *in vitro*, teniendo en cuenta también que las características de la superficie dental resultan ser diferentes a las de la sutura. Inclusive, esta capacidad antibiofilm ya ha sido previamente experimentada en un modelo de rinosinitis crónica recalcitrante en ovejas, en donde mediante aplicación tópica, la plata coloidal tuvo una adecuada capacidad antibiofilm contra el *S. aureus*, siendo esta una de las bacterias más resistentes y difíciles de tratar (59).

Un hallazgo muy importante evidenciado es la capacidad de inhibir el crecimiento de *Fusobacterium nucleatum* que, si bien no tuvo una diferencia estadísticamente significativa respecto a la CHX, es evidente su efecto antimicrobiano (promedio 411.285 UFC acción de la plata coloidal vs 1.620.714 CHX). Esta bacteria es un colonizador gramnegativo de la cavidad oral, que no solo interactúa con muchos patógenos en el microbioma oral, sino que también tiene la capacidad de propagarse a sitios extraorales, incluida la placenta y el líquido amniótico, lo que promueve el parto prematuro (60), incluso recientemente se ha asociado con la progresión del cáncer colorectal (61). Además, contribuye a la complejidad del biofilm subgingival al intercalarse con colonizadores bacterianos tempranos y tardíos en las superficies dentales, convirtiéndolo en un microorganismo “puente” (62). Esto resulta de gran importancia, debido a que el enjuague de plata coloidal puede entonces pensarse como coadyuvante para el tratamiento de la periodontitis, sin embargo, esto requiere un desarrollo investigativo amplio.

La clorhexidina hasta la fecha es el agente antiplaca más eficaz comprobado, sin embargo, su uso prolongado es limitado debido a los efectos secundarios locales, que incluyen tinción extrínseca de dientes y lenguas marrones, alteraciones del gusto, mayor formación de cálculos supragingivales y descamación de la mucosa oral (56). En un reciente estudio en 80 pacientes con ortodoncia, el grupo prueba compuesto por 40 pacientes, utilizaron durante 6 meses el enjuague NanArgol® a base de una solución de plata coloidal no iónica. Se encontró una diferencia positiva en los índices de higiene oral, índice periodontal comunitario y el índice papilar-marginal-alveolar, sin reportar efectos

adversos por parte de los pacientes. Además, se considera que al ser incoloro y sin sabor no presenta una limitación en su uso, además de brindar un efecto anti-biopelícula sin alterar el microbioma oral normal (63).

9. CONCLUSIONES

La efectividad antimicrobiana de la plata coloidal en enjuague fue muy similar a la clorhexidina para el control de la adherencia y crecimiento bacteriano sobre suturas multifilamento no reabsorbibles en los microorganismos *Streptococcus* beta hemolítico del grupo no A, *Staphylococcus spp*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, Bacilos entéricos Gram negativos, *Prevotella melaninogenica*, *Prevotella intermedia/ Prevotella nigrescens*, *Prevotella spp*, *Capnocytophaga spp*, *Actinomyces spp*, *Parvimonas micra*.

En los *Streptococcus* del grupo Viridans se evidenció una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.038$) del efecto de la plata coloidal vs clorhexidina. En *Fusobacterium spp*, aunque no hubo una diferencia estadísticamente significativa, la plata coloidal redujo considerablemente la formación de colonias.

10. RECOMENDACIONES

Realizar estudios clínicos utilizando el enjuague de plata coloidal como coadyuvante para el tratamiento de la enfermedad periodontal.

De acuerdo con los hallazgos evidenciados, el enjuague de plata coloidal tiene un futuro promisorio para su capacidad antibacteriana que puede llegar a ser comparable con la clorhexidina, y la posibilidad de reducción de efectos secundarios para los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Edmiston CE, A.J. M, Roberts CLD. Clinical and microbiological aspects of biofilm-associated surgical site infections. *ADV EXP MED BIOL.* 2015; 830(47-67).
2. Janani K, Kumar MPS. Effectiveness of chlorhexidine and warm saline mouthrinses against bacterial colonization on silk suture material in third molar surgery - a clinico-microbiological study. *Int J.Clin. Dent.* 2019; 12(2)(137-45).
3. Sethi KS, Karde PA. Comparative evaluation of sutures coated with triclosan and chlorhexidine for oral biofilm inhibition potential and antimicrobial activity against periodontal pathogens: An in vitro study. *J. Periodont Rest.* 2016; 27 (5).
4. Swidwinsaka-Gajewska AM, Czercza S. Nanosilver-occupational exposure limits. *Medycyna Pracy.* 2015; 66(3)(429-42)
5. Selving KA BGLKWU. Oral tissue reactions to suture materials. *Int J. Periodont Rest.* 1998 Oct.; 18 (5)(474-87).
6. Pedregosa B,ea. Adherencia bacteriana en los materiales de sutura de uso habitual en cirugía bucal. Revisión sistemática. *Av. Odontoestomatol.* 2020 Junio; 36(1).
7. Edmiston CEJ, A.J. M, C. R, Leaper D. Clinical and microbiological aspects of biofilm-associated surgical site infections. *ADV EXP. MD BIOL.* 2015; 830:47(47-67).
8. Plantinga NLea. Oral mucosal adverse events with chlorhexidine 2% mouthwash in ICU. *Intensive care Med.* 2016; 42(4)(620-621).

9. Puig Silla M MCJASJ,SJ. Use of chlorhexidine varnishes in preventing and treating periodontal disease. A review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2008; 13
10. Petersen PE BDOHESNC. The global burden of oral diseases. *Bull World Health Organ*. 2005; 83
11. Jenkins S AMWW. The mechanism of action of chlorhexidine. A study of plaque growth on enamel inserts in vivo. *J Clin Periodontol*. 1988; 15.
12. CG E. Susceptibility of various microorganisms to chlorhexidine. *Scand J Dent Res*. 1977; 85.
13. Løe H SCKGKT. Two years oral use of chlorhexidine in man. I. General design and clinical effects.. *J Periodont Res*. 1976; 11.
14. Segreto VA CEBBRM,IRLNea. A comparison of mouthrinses containing two concentrations of chlorhexidine. *Journal of Periodontal Research*. 2006; 21(s16).
15. Panacek A,ea. Silver colloid nanoparticles: synthesis, characterization and their antibacterial activity. *J. Phys Chem*. 2006; 110 (33)(16248-53).
16. Furukawa M,KKJ,YM,SA,MA,&MA. Cytotoxic effects of hydrogen peroxide on human gingival fibroblasts in vitro. *Oper Dent*. 2015; 40 (4)(430-439).
17. Phat L,ea. Eficacia de un gel coloidal de plata contra bacterias orales seleccionadas in vitro. *PMC- Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos*. 2019 Marzo; 8(1).
18. Brown A,C,SP,TF,S. Bacteremia y eliminación intraoral de sutura. ¿Puede ayudar un enjuague antimicrobiano? *Revista de la Asociación Dental Americana*. 2015 Enero; 129(10).

19. Rodríguez E, Rodríguez M. Tratamiento antibiótico de la infección odontogénica. IT del Sistema Nacional de Salud. 2009; 33(3).
20. Hueto J, Gutiérrez J. Complicaciones quirúrgicas de la cirugía ortognática: presentación de tres casos y revisión de literatura. Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial. 2012 Abril/Junio; 34(2).
21. World Health Organization - OMS. WHO Guidelines for Safe Surgery 2009. Geneva; 2009.
22. Frykberg RG, Banks J. Challenges in the Treatment of Chronic Wounds. Advances In Wound Care. 2015 Septm.; 4 (9)(560-582).
23. Percival S, McCart S, Lipsky B. Biofilms and wounds: an overview of the evidence. Adv Wound Care (New Rochelle). 2015 Jul.; 4 (7)(373-381).
24. Tran P, et.al.. Efficacy of a silver colloidal gel against selected oral bacteria in vitro. F1000 Research. 2019 Mar; 8: p. 267
25. Holland C NKRKJSF. The biomedical use of silk: past, present, future. adv. Healthc.Mater. 2019 Jan; 8 (1).
26. C. Y. Sutures, needles, and tissue adhesives: a review for dermatologic surgery.. Dermatologic surgery: official Publication for: American Society for Dermatologic Surgery. 2014 Sept.; 40 (9).
27. Medscape. Wound closure technique. [Online].; 2019 Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/1836438-overview>.
28. Burkhardt R LN. Influence of suturing on wound healing. Periodontol 2000. 2015 Jun; 68 (1)(270-281).
29. Burkhardt R LN. Fundamental principles in periodontal plastic surgery and mucosal augmentation - a narrative review.. J. Clin Periodontol. 2014 Apr.; 41.

30. Dragovic Mea. Comparison of four different suture materials in respect to oral wound healing, microbial colonization, tissue reation and clinical features-randomized clinical study. Clin. Oral Investig. 2019 Jul; 24(1-15).
31. Nam Im J,a. Characteristics of novel monofilament sutures prepared by conjugate spinning. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2007 Nov; 83 (2)(499-504).
32. Jones CG. Chlorhexidine: is it still the gold standard?. Periodontol 2000. 1997; 15(1)(55- 62).
33. Silvestri DL,&MSM. Chlorhexidine: uses and adverse reactions.. Dermatitis. 2013; 24 (3)(112-118).
34. Salimi A,AB,&PJ. Analysis of cytotoxic effect of chlorhexidine gluconate as antiseptic agenton human blood lymphocytes. J. Biochem Mol Toxic. 2017; 31 (8).
35. Faria G,CMR,DRA,SLA,SJS,RMA(. Evaluación de la toxicidad por clorhexidina inyectada enla pata de los ratones y añadida a fibroblastos cultivos en 1929. J. Endod. 2007; 33(715-722
36. Kampf G. Acquired resistance to chlorhexidine - is it time to establish an antiseptic stewardship iniciative). J. Hosp infect. 2016; 94 (6)(213 -227).
37. Killoy W. El uso de clorhexidina administrada localmente en el tratamiento de la periodontitis: resultados clínicos. J Clin Periodontol. 1998; 25(953-958).
38. Life Science Solutions. Microscopio confocal de escaneo láser. [Online].; 2019 . Available from: <https://www.olympus-lifescience.com/es/laser-scanning/fv3000/>

39. Obermeier aSJWSMFD,SM. Novel high efficient coatings for antimicrobial surgical sutures using chlorhexidine in fatty acid slow -release carrier systems. *Plos One*. 2014; 9 (7)(101-426).
40. Sterling JP. Silver-resistance, allergy, and blue skin: truth or urban legend? *J. Burn*. 2014; 40(19-23).
41. Hill W.R. PDM. *Argyria: The Pharmacology of Silver*. Williams & Wilkins Company: Philadelphia, PA, USA; 1939.
42. Jung W.K. KHC,KKW,SS,KSH,PYH. Antibacterial activity and mechanism of action of the silver ion in staphylococcus aureus and escherichia coli. *Appl. Environ. Microbiol*. 2008; 74(2171- 2178).
43. Morones-Ramirez J.R. WJA,SCS,CJJ. Silver enhances antibiotic activity against gram-negative bacteria. *Sci. Transl. Med.*; 5.
44. Möhler J.S. SW,BMAT,CMA,ZZM. Silver bullets: A new lustre on an old antimicrobial agent. *Biotechnol. Adv*. 2018; 36(1391-1411).
45. K. Y. *The Origins of Acupuncture and Moxibustion, The Origins of Decoction*. International Research Center for Japanese Studies; Kyoto, Japan. 1998
46. J.W. A. History of the medical use of silver. *Surg. Infect. (Larchmt)*. 2009;(289-292).
47. O D. *They Didn't Listen, They Didn't Know How*: AuthorHouse; Bloomington, IN, USA; 2013
48. A. L. Silver in health care: antimicrobial effects and safety in use. Current problems in dermatology. *Curr Probl Dermatol*. 2006; 33(17-34).

49. Simone S. GA, PFSAPM. Development of silver nanocoatings on silk sutures as a novel approach against surgical infections. *J Mater Sci Mater Med*. 2014; 25 (9).
50. Tran P.L. ea. Efficacy of a silver colloidal gel against selected oral bacteria in vitro. *F 1000Res*. 2019; 7 (8).
51. Mahesh L, Kumar VR, Jain A, Shukla S, Aragonese JM, Martínez González JM, Fernández-Domínguez M, Calvo-Guirado JL. Bacterial Adherence Around Sutures of Different Material at Grafted Site: A Microbiological Analysis. *Materials (Basel)*. 2019 Sep 4;12(18):2848.
52. Henry-Stanley MJ, Hess DJ, Barnes AM, Dunny GM, Wells CL. La contaminación bacteriana de la sutura quirúrgica se asemeja a una biopelícula. *Surg Infect (Larchmt)*. 2010 Octubre;11(5):433-9. DOI: 10.1089/Sur.2010.006.
53. Sortino F, Lombardo C, Sciacca A. Silk and polyglycolic acid in oral surgery: a comparative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Mar;105(3):e15-8
54. Faris A, Khalid L, Hashim M, Yaghi S, Magde T, Bouresly W, Hamdoon Z, Uthman AT, Marei H, Al-Rawi N. Characteristics of Suture Materials Used in Oral Surgery: Systematic Review. *Int Dent J*. 2022 Jun;72(3):278-287.
55. Fomete B, Saheeb BD, Obiadazie AC. Una evaluación clínica prospectiva de los efectos de la clorhexidina, los enjuagues bucales salinos calientes y el crecimiento microbiano en las suturas intraorales. *J Maxillofac Oral Surg*. 2015 Jun;14(2):448-53

56. Garg J, Rg SM, Sinha S, Ghambhir S, Abbey P, Jungio MP. Actividad antimicrobiana de la clorhexidina y el enjuague bucal a base de hierbas contra la adherencia del microorganismo a las suturas después de la cirugía periodontal: un estudio microbiológico clínico. *Cureus*. 2022 Diciembre 24;14(12):e32907
57. Fernandes Forte CP, Oliveira FAF, Lopes CB, Alves APNN, Mota MRL, de Barros Silva PG, Montenegro RC, Campos Ribeiro Dos Santos ÂK, Lobo Filho JG, Sousa FB. Streptococcus mutans in atherosclerotic plaque: Molecular and immunohistochemical evaluations. *Oral Dis*. 2022 Sep;28(6):1705-1714.
58. Krzyściak W, Jurczak A, Kościelniak D, Bystrowska B, Skalniak A. The virulence of Streptococcus mutans and the ability to form biofilms. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2014 Apr;33(4):499-515. doi: 10.1007/s10096-013-1993-7. Epub 2013 Oct 24
59. Rajiv S, Drilling A, Bassiouni A, James C, Vreugde S, Wormald PJ. Topical colloidal silver as an anti-biofilm agent in a Staphylococcus aureus chronic rhinosinusitis sheep model. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2015 Apr;5(4):283-8.
60. Wu C, Chen YW, Scheible M, Chang C, Wittchen M, Lee JH, Luong TT, Tiner BL, Tauch A, Das A, Ton-That H. Genetic and molecular determinants of polymicrobial interactions in *Fusobacterium nucleatum*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2021 Jun 8;118(23):e2006482118.
61. Yoshihara T, Kioi M, Baba J, Usuda H, Kessoku T, Iwaki M, Takatsu T, Misawa N, Ashikari K, Matsuura T, Fuyuki A, Ohkubo H, Matsumoto M, Wada K, Nakajima A, Higurashi T. A prospective interventional trial on the

- effect of periodontal treatment on *Fusobacterium nucleatum* abundance in patients with colorectal tumours. *Sci Rep.* 2021 Dec 9;11(1):23719
62. Tada A, Nakayama-Imahiji H, Yamasaki H, Elahi M, Nagao T, Yagi H, Ishikawa M, Shibuya K, Kuwahara T. Effect of thymoquinone on *Fusobacterium nucleatum*-associated biofilm and inflammation. *Mol Med Rep.* 2020 Aug;22(2):643-650.
63. Latuta N, Corbella S, Taschieri S, Diachkova E, Tarasenko S, Oksentyuk A, Trifonova D, Admakin O. Use of an antiseptic rinse (NanArgol) for the oral hygiene maintenance of subjects with fixed appliances: A randomized clinical trial. *Int J Dent Hyg.* 2023 Feb;21(1):219-226.