



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y MEDICINA ORAL
ÁREA DE MICROBIOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA DE UNA SUPERFICIE NO
CRÍTICA, ANTES Y DESPUÉS DE SU USO EN EL BOX DENTAL, Y
APLICACIÓN DE HIGIENTAL® COMO DESINFECTANTE**

Marco Antonio Contreras Pérez

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dra. Patricia Palma Fluxá

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Marta Gajardo Ramírez

Prof. Dr. Andrés Celis Sersen

Adscrito a Proyecto CORFO 21IR- 176614

Santiago – Chile

2023

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con mucho respeto a mi madre y a mi padre.

Dedico este acierto con mucha admiración a mis hermanas,
y dedico este triunfo con mucho amor a mi Anita.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los maestros y maestras que me aportaron hasta este tramo de mi vida. Cada uno aportó a su manera, de todos tomé un poco para mí o por lo menos lo intenté. ¡Gracias!

Agradezco a mi Profe Marta por apoyarme significativamente en los momentos más duros.

Agradezco a Ignacio, César, René, Andrés y Nicolás por su infinita paciencia.

A la profesora Patricia Palma por confiarme parte de su investigación y también por su simpatía y tanto más.

A todos los que aportan en el proyecto CORFO 21IR- 176614, gracias por la oportunidad de ser parte y ver la dedicación con la se trabaja en el Laboratorio de Microbiología, en especial a Daniela, Carmen y Carla.

INDICE

RESUMEN.....	1
I.INTRODUCCIÓN.....	3
1. Ambientes hospitalarios como reservorio de microorganismos patógenos.....	3
2. Clasificación de superficies como una necesidad para enfocar los esfuerzos.....	6
3. Evaluación del proceso de limpieza y desinfección de superficies.....	7
4. Proceso de limpieza y desinfección de superficies.....	10
5. Planteamiento del problema.....	14
II.HIPÓTESIS.....	15
III.OBJETIVO GENERAL.....	15
IV.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
V.MATERIALES Y METÓDOS.....	16
1. Tipo de estudio.....	16
2. Superficie a evaluar	16
3. Determinación del área de muestreo	17
4. Obtención de la muestra.....	17
5. Cuantificación de adenosín trifosfato (ATP) por método de luminometría.....	18
6. Cuantificación de la carga microbiana por medio del recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC).....	18
7. Análisis estadísticos.....	19
VI.RESULTADOS.....	20
VII.DISCUSIÓN.....	29
VIII.CONCLUSIÓN.....	35
IX.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
X. ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DE CULTIVOS MICROBILÓGICOS.....	42

RESUMEN

Introducción: Las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) son el evento adverso más frecuente, disminuyen la esperanza de vida de la población, sobrecargan los sistemas de salud y son un riesgo constante para el personal de salud. La estrategia con mayor impacto y la más recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) con objetivo preventivo frente a las IAAS, propone la focalización de los procesos de limpieza y desinfección según el nivel de riesgo de contaminación para el paciente durante la atención. Es necesario conocer qué tan crítica o qué tan contaminada es una superficie clínica y así, proponer el protocolo de desinfección más efectivo. Diversas investigaciones han documentado la contaminación de superficies por microorganismos patógenos, dando cuenta de los mecanismos implicados en la transmisión de infecciones, en cómo existen superficies de alto contacto y alta contaminación a la vez, definidas al interior de los hospitales y desconocidas para el box dental. El objetivo de este estudio fue evaluar la contaminación biológica en la superficie de la jeringa triple en diversos momentos de la atención dental y poner a prueba la efectividad de Higiental®, formulación desinfectante de superficies a base de alcohol y polifenoles con registro vigente en el Instituto de Salud Pública (ISP) de Chile.

Metodología: Se evaluó la contaminación biológica en la superficie de la jeringa triple durante 20 atenciones en la clínica docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. Se tomaron muestras microbiológicas de la superficie estudiada, antes y después de atender, y después de desinfectar con Higiental® doble concentración. Las muestras fueron cultivadas en agar sangre y agar TSA para su cuantificación de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) por cm², mediante recuento de células bacterianas viables y procesadas con luminómetro **3M Clean-Trace ATP system** para la cuantificación de URL (Unidades Relativas de Luz) por cm², mediante la detección de ATP en la muestra.

Resultados: Se obtuvo que, la contaminación registrada en la jeringa triple es significativamente mayor en el momento posterior a la atención dental comparado con el momento previo a atender y después de desinfectar con Higiental®. Se determinó la efectividad *in situ* de Higiental®, que logró la descontaminación por sobre el 95% de las oportunidades. Para los momentos previos a la atención, también definido como un momento de contaminación basal, se detectó que el 53,8 % de las oportunidades la superficie de la jeringa triple estaba contaminada según datos obtenidos por luminometría.

Conclusión: La superficie de la jeringa triple, zona clínica no crítica de la atención odontológica, mostró una contaminación significativamente mayor posterior a la atención odontológica, disminuyendo significativamente luego de la aplicación de Higiental®, tanto en las pruebas con luminometría como en el cultivo microbiológico. Al considerar la evaluación previa a la atención, se evidenció que, en más de la mitad de las atenciones odontológicas, la jeringa triple se encontró contaminada en el momento basal. Se sugiere una intervención educativa dirigida al personal de aseo, estudiantes de FOUCh, la que se podría complementar con un mejor manejo del uso de agentes desinfectantes en la clínica o la utilización de nuevos productos, como Higiental®, cuya efectividad fue demostrada por este estudio. La información representativa de la contaminación cercana al paciente, como la que aportó este estudio, da cuenta de la importancia de un manejo adecuado de la descontaminación de esta superficie de alta manipulación durante la atención odontológica. Focalizar procesos diseñados estratégicamente para prevenir las IAAS en odontología, requiere de información que permita concentrar los recursos en las superficies más contaminadas.

I. INTRODUCCIÓN

1. Ambientes hospitalarios como reservorio de microorganismos patógenos

En Europa de la primera mitad siglo XIX, se llegó a proponer que los hospitales, transcurrido un determinado tiempo de uso, debían inevitablemente ser demolidos. Se pensaba que era imposible eliminar la contaminación al interior de estos recintos y se daba por hecho que la propagación de las enfermedades entre pacientes no podía ser controlada o prevenida (Miranda y Navarrete., 2008). Ignaz Semmelwies, un obstetra húngaro que a mediados del siglo XIX y precediendo los hallazgos de Pasteur y Lister, develó la naturaleza infecciosa de la fiebre puerperal, logrando reducir significativamente las tasas de mortalidad en el Hospital de Viena al controlar su contagio con una simple medida de antisepsia. Semmelweis instauró el lavado de manos con cal clorada, antes y después de cualquier contacto con las pacientes. Aunque debió luchar con la reticencia de sus colegas que ridiculizaron sus observaciones, realizó un meticuloso análisis estadístico sin precedentes hasta la fecha. Décadas después, las ideas de Semmelweis fueron validadas científicamente por Louis Pasteur, al identificar al *Streptococcus spp.* como el agente causal de la fiebre puerperal (Miranda y Navarrete., 2008).

En la actualidad, las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) también denominadas infecciones intrahospitalarias o infecciones asociadas a la atención sanitaria, son infecciones que se adquieren al interior de los establecimientos de salud, no habiendo estado presentes ni en estado de incubación al momento del ingreso de los pacientes (Yagui y cols., 2021). Constituyen un problema sanitario de interés público que aumenta la morbilidad, mortalidad y costos de operación en los establecimientos hospitalarios y se describen como el evento adverso más frecuente en la atención sanitaria (Yiyela y cols., 2020).

Los factores de riesgo para adquirir este tipo de infecciones se pueden clasificar en tres tipos (MINSAL, 2014):

- Las condiciones propias de los pacientes y sus patologías.
- Las intervenciones y procedimientos asistenciales a las que se someten los pacientes.
- Algunos aspectos ambientales (MINSAL, 2014).

Las condiciones propias del paciente son el riesgo principal y están consideradas como factores muy poco modificables. Los aspectos ambientales son factores modificables, pero su impacto en la transmisión de infecciones es bajo. En cambio, las intervenciones y procedimientos asistenciales son modificables y tienen un gran impacto en la cadena de transmisión de las IAAS, por lo que son el foco de la mayoría de los programas de prevención y control de infecciones en la actualidad (MINSAL, 2014).

En la práctica odontológica se ha documentado la transmisión de diversos agentes infecciosos entre pacientes y personal de salud durante la atención. Esto ha transformado a la atención dental en un desafío para los programas de prevención y control de las IAAS (Véliz y cols., 2018).

Un rol importante como reservorio microbiano juegan las superficies ambientales involucradas en la atención odontológica y sus procedimientos asistenciales, dado que los patógenos más comunes pueden sobrevivir o persistir en dichas superficies durante días o meses y, por lo tanto, son una fuente continua de transmisión si no se realiza una desinfección preventiva regular de superficies (Kramer y cols., 2006). La persistencia de bacterias en superficies está expuesta en la Tabla 1.

Tabla 1: Persistencia de bacterias clínicamente relevantes en superficies inanimadas secas. (Kramer y cols.,2006).

Tipo de bacteria	Duración de la persistencia (rango)
Acinetobacter spp.	3 días a 5 meses
Bordetella pertussis	3 – 5 días
Campylobacter jejuni	hasta 6 días
Clostridium difficile (esporas)	5 meses
Chlamydia pneumoniae, C. trachomatis	≤ 30 horas
Chlamydia psittaci	15 días
Corynebacterium diphtheriae	7 días – 6 meses
Corynebacterium pseudotuberculosis	1–8 días
Escherichia coli	1.5 horas – 16 meses
Enterococcus spp., incluyendo VRE y VSE	5 días – 4 meses
Haemophilus influenzae	12 días
Helicobacter pylori	≤ 90 minutos
Klebsiella spp.	2 horas a > 30 meses
Listeria spp.	1 día – meses
Mycobacterium bovis	> 2 meses
Mycobacterium tuberculosis	1 día – 4 meses
Neisseria gonorrhoeae	1 – 3 días
Proteus vulgaris	1 – 2 días
Pseudomonas aeruginosa	6 horas – 16 meses; en suelo seco: 5 semanas
Salmonella Typhi	6 horas – 4 semanas
Salmonella Typhimurium	10 días – 4,2 años
Salmonella spp.	1 día
Serratia marcescens	3 días – 2 meses; en suelo seco: 5 semanas
Shigella spp.	2 días – 5 meses
Staphylococcus aureus, incluyendo MRSA	7 días – 7 meses
Streptococcus pneumoniae	1 – 20 días
Streptococcus pyogenes	3 días – 6,5 meses
Vibrio cholerae	1 – 7 días

La contaminación de las superficies del box dental tiene diversas fuentes. Para la clínica dental se describe la contaminación a través de aerosoles y salpicaduras que durante los procedimientos dentales pueden ser altos en cantidades y concentraciones de patógenos, especialmente los generados en el destartraje con ultrasonido y el uso de instrumental rotatorio de alta velocidad (Leggat y Kedjarune., 2001). Los aerosoles son partículas líquidas y sólidas, de 5 µm o menos de

diámetro, suspendidas en el aire. Las salpicaduras son una mezcla de aire, agua y/o sustancias sólidas con un diámetro de 5 micrones a varios milímetros y son visibles a simple vista (Szymanska, 2007). Tanto aerosoles como salpicaduras pueden viajar en el aire a una distancia de hasta dos metros y caer sobre las diversas superficies del box dental (Al-Moraissi y cols., 2022).

Las superficies ambientales y los instrumentos contaminados son un reservorio para la transmisión de patógenos (Han y cols., 2015). La transmisión cruzada de estos patógenos puede ocurrir a través de las manos de los trabajadores de la salud, que se contaminan directamente por contacto con el paciente o indirectamente al tocar superficies ambientales contaminadas (Suleyman y cols., 2018).

2. Clasificación de superficies como una necesidad para enfocar los esfuerzos

En el año 1972, Spaulding propuso una clasificación de superficies inanimadas, basándose en el riesgo de producir infección si las superficies estaban contaminadas al momento de su utilización (Cobrado y cols., 2017). Su categorización se aplica para dispositivos e instrumentos de la siguiente manera:

- **Críticos:** si son expuestos a áreas normalmente estériles del cuerpo; requieren esterilización.
- **Semicríticos:** si tocan las membranas mucosas; pueden esterilizarse o desinfectarse.
- **No críticos:** si tocan la piel o entran en contacto con personas solo indirectamente; pueden limpiarse y luego desinfectarse con un desinfectante de nivel intermedio, desinfectarse con un desinfectante de bajo nivel o, simplemente, limpieza con agua y jabón (Cobrado y cols., 2017).

Si bien se han identificado situaciones en las cuales el criterio utilizado en que esta clasificación puede resultar insuficiente, en particular en dispositivos semicríticos cuyo diseño dificulta el reprocesamiento, aumentando el riesgo de infección

posterior, la clasificación de Spaulding perdura hasta la fecha y es la más utilizada por organismos internacionales como OMS/OPS y CDC (MINSAL, 2018 a).

En el año 1991, el CDC propuso considerar las superficies ambientales (pisos, paredes y otras “superficies de limpieza” que no hacen contacto con la piel de una persona) como una categoría adicional. Más recientemente y en conjunto con el Comité Asesor de Prácticas de Control de Infecciones de Atención Médica dividieron las superficies en artículos de atención al paciente y superficies ambientales (CDC, 2016).

Las superficies ambientales implicadas en la atención odontológica se caracterizan por su exposición constante a microorganismos potencialmente patógenos, a través del contacto con secreciones biológicas o por vehículos, como mobiliario, aditamentos, instrumental, ropa, piel, instalaciones físicas, aire, drenaje, etc. Por ende, el área de trabajo odontológico implica un ambiente altamente contaminado (Zambrano y cols., 2007). El uso frecuente de estas superficies en sistemas sanitarios con alta demanda, para la realización de prestaciones terapéuticas de tipo quirúrgico y en las que frecuentemente son contactadas por las manos del odontólogo durante la atención, las clasifica también como superficies de alto contacto (Cobrado y cols., 2017).

Los procesos de limpieza y desinfección deben ser constantemente optimizados para reducir la contaminación ambiental de las superficies de alto contacto. Los espacios limpios como un componente esencial de la atención médica efectiva son fundamentales para prevenir y controlar las IAAS (Furlan y cols., 2019).

3. Evaluación del proceso de limpieza y desinfección de superficies

Los principios de antisepsia desarrollados por Joseph Lister en su técnica de cirugía aséptica han marcado el camino para la búsqueda de prácticas costo-efectivas en la prevención de las IAAS y así, como cada superficie tiene su caracterización en función de su uso, cada una de ellas tiene asignado un protocolo que permite la

eliminación o reducción aceptable de la contaminación adquirida por el uso en las prestaciones de salud (Hernández y cols., 2014). El diseño de procedimientos en la técnica aséptica obedece a una estricta planificación que contempla la delimitación de las áreas clínicas, el tránsito unidireccional de los instrumentos, uso de barreras de alta eficiencia y el lavado de manos, con el objetivo de impedir el acceso de microorganismos patógenos a un medio libre de ellos (Hernández y cols., 2014).

El proceso de limpieza busca la eliminación del material extraño (polvo, tierra, detritus orgánicos, etc.) de la superficie y, su efecto de barrido elimina también a los agentes biológicos superficiales. La desinfección, como un procedimiento más específico, utiliza agentes químicos para eliminar, matar, inactivar o inhibir a un gran número de microorganismos; depende principalmente del agente antimicrobiano utilizado, la carga microbiana basal y las características de la superficie (Rodríguez, 2006).

Existen tres niveles de desinfección; el primero la desinfección de alto nivel, la cual se define como el proceso de eliminación de todos los microorganismos (micobacterias, hongos y esporas de hongos, virus, bacterias vegetativas), con la excepción de esporas bacterianas en altas concentraciones. Para este tipo de desinfección se utiliza como principio activo agentes químicos como los aldehídos (Seavey, 2013; MINSAL, 2018 a).

El segundo es el nivel de desinfección intermedio que se define como el proceso de eliminación de microorganismos (micobacterias, hongos y esporas de hongos, virus, bacterias vegetativas) con excepción de esporas bacterianas. Para este tipo de desinfección se utilizan principalmente antimicrobianos con principio activo en base a alcohol 70° y compuestos clorados (Seavey, 2013; MINSAL, 2018 a).

Por último, la desinfección de bajo nivel se define como el proceso de eliminación, a través de productos químicos, de formas vegetativas de bacterias, algunos hongos y virus lipídicos, pero no tiene efecto sobre micobacterias. Para este tipo de desinfección el principio activo más utilizado es en base a amonios cuaternarios (Seavey, 2013; MINSAL, 2018 a).

En los servicios de salud existen diferentes metodologías para evaluar/supervisar el proceso de desinfección.

Inspección visual: se utiliza como referencia para evaluar el proceso de limpieza y desinfección, debido a que es un método práctico y de bajo costo. En él se utiliza la observación directa de la ejecución de los protocolos de desinfección y de la presencia de suciedad visible. Dentro de sus limitaciones se encuentra la necesidad de observadores entrenados y la variabilidad entre ellos, además, se debe disponer de un procedimiento de desinfección para usarlo como referencia al supervisar (MINSAL, 2018 b).

Marcadores fluorescentes: en este método se utilizan marcadores poco visibles a la luz habitual que se colocan en superficies para identificar, con el uso de lectores de luz UV, si los microorganismos fueron eliminados por la desinfección. Es un método sencillo, rápido y económico. Entre sus limitaciones destaca que se requiere que las superficies que son importantes de limpiar deban ser marcadas por el personal supervisor (MINSAL, 2018 b).

Bioluminiscencia: se utiliza un dispositivo que detecta restos de materia orgánica en las superficies, se debe tomar una muestra por arrastre con una tórula específica para esta tarea (MINSAL, 2018 b).

Métodos microbiológicos: en estos métodos se utiliza el cultivo de muestras tomadas desde las superficies ambientales. Se utilizan, por lo general, durante el estudio de brotes epidémicos. La sensibilidad de estos métodos es variable y depende de las características de las superficies estudiadas, el agente buscado y el método utilizado. Son de alto costo, la lectura de los resultados no es estandarizada y debe ser interpretada de acuerdo con la información epidemiológica (MINSAL, 2018 b).

Tecnologías basadas en reacciones en cadena de polimerasa (PCR): se utilizan técnicas de PCR para identificar un agente microbiano en muestras de superficies obtenidas con tórulas. Sin embargo, una de las limitaciones es que no se permite

diferenciar si los microorganismos identificados son viables o no, se debe interpretar con la información epidemiológica (Shama, 2013; MINSAL, 2018 b).

Detección de ATP (luminometría): método más objetivo que evalúa mediante un equipo llamado luminómetro, el nivel de fotoluminetría de adenosín trifosfato (ATP) en las superficies antes y después de la desinfección. Se expresa en Unidades Relativas de Luz (URL). El nivel de bioluminiscencia de ATP es proporcional a la actividad metabólica de los microorganismos metabólicamente activos, recogidos por la tórula y luego cuantificada en el luminómetro (Dávila y cols., 2015).

4. Proceso de limpieza y desinfección de superficies

La desinfección se lleva a cabo de manera manual, siendo este el método de aplicación más común y económico para las instituciones. La aplicación del desinfectante es realizada por el personal de limpieza capacitado, utilizando rociadores y paños de fibra o microfibra impregnados con el desinfectante. Su principal limitación está vinculada al operador, tanto al personal clínico como al personal de limpieza, ya que depende del tiempo dedicado a la actividad, las capacitaciones recibidas y la claridad en sus responsabilidades (Boyce, 2016; MINSAL, 2018 b).

Las superficies son desinfectadas mediante movimientos suaves y superpuestos, asegurando que el desinfectante entre en contacto con ellas. En caso necesario, se recomienda enjuagar el paño y volver a cargarlo con la solución desinfectante, asegurándose de escurrir el paño. El proceso de desinfección debe ser sistemático y metódico, siguiendo un patrón desde un extremo hacia el otro, ya sea de arriba hacia abajo o de lo más limpio a lo más sucio, abordando cada superficie de manera individual (MINSAL, 2018 b).

Dentro de los factores que participan en la transmisión de microorganismos en el contexto de la atención en salud, se encuentran las superficies ambientales del área odontológica. En ellas, algunos microorganismos son capaces de sobrevivir por

periodos prolongados de tiempo (Véliz y cols., 2018). La jeringa triple, de acuerdo con la evidencia disponible respecto de la atención dental en Chile, es más cercana a la cavidad oral que elementos como la unidad porta-instrumental, para los cuales hay evidencia de contaminación durante los procedimientos dentales. Además, este instrumento se considera compuesto de dos superficies: una punta con lumen intercambiable o desechable (semicrítica) y un mango fijo no desmontable de alto contacto con las manos del odontólogo que tiene la particularidad de ser una superficie de difícil reprocesamiento y considerada no crítica. Por esta razón, la desinfección de superficies en las áreas no críticas del box odontológico es de suma importancia para la prevención de la transmisión de microorganismos (Véliz y cols, 2018). Actualmente, en el mercado, existen diversos agentes desinfectantes de los cuales se conoce su eficacia en base a ensayos *in vitro* que los certifican. Sin embargo, de su efectividad en ensayos de campo o *in situ* la información es muy escasa.

Con el fin de lograr la eliminación de microorganismos a diversos niveles, se han desarrollado diversos desinfectantes a lo largo del tiempo. Entre estos, los agentes químicos más comúnmente utilizados incluyen el alcohol, cloro y sus compuestos, formaldehído, glutaraldehído, peróxido de hidrógeno, yodóforos, ortoftaldehído, ácido peracético, compuestos fenólicos y compuestos de amonio cuaternario (CDC, 2008).

Higiental® corresponde a una nueva formulación desinfectante registrada en el ISP, la cual está conformada a partir de principios activos polifenólicos grado analítico de eugenol (Merck KGaA, Darmstadt, Germany), clorofenol (Merck KGaA, Darmstadt, Germany), fenol (Nantong Kaixin Pharma Chemical Co.,Ltd., China) a una concentración de 0,77g/100 ml y etanol (Importado por Winkler Ltda, Santiago, Chile) al 30g/100ml. La formulación galénica-farmacéutica se completa a un volumen final con una mezcla de agua-glicerina y se tamiza por medio de filtros Millipore de 0,45 µm para refrigerar a 4°C y es diluida a 1/10 para su versión comercial, quedando con una concentración final de polifenoles al 0,077g/100ml y de 3g/100ml de etanol. A continuación, se presentan los mecanismos por los cuales estos compuestos contribuyen a la desinfección de superficies.

a. Alcohol:

En el ámbito sanitario, el término alcohol engloba los dos principales compuestos utilizados como desinfectantes: el etanol o alcohol etílico y el isopropanol o alcohol isopropílico. Entre ellos, se considera que el etanol es el menos irritante (Collachagua y cols., 2021). Su acción antimicrobiana primordial se lleva a cabo mediante la desnaturalización de las proteínas, provocando la ruptura de la membrana celular. Ambos compuestos son eficaces como agentes virucidas y poseen una potente actividad antifúngica, incluida la levadura. Aunque son desinfectantes eficaces, se clasifican como de nivel intermedio, ya que no inactivan las endosporas bacterianas, siendo apropiado su uso solo para la desinfección de objetos limpios y secos (riesgo medio o bajo) (ISP, 2015).

El etanol es el desinfectante tópico más reconocido y se utiliza comúnmente como antiséptico y desinfectante. Su concentración más efectiva es diluida al 70%, ya que logra una mejor penetración en el protoplasma bacteriano en comparación con el alcohol puro (96%), que, a pesar de tener una mayor concentración, no es tan eficaz debido a que deshidrata las estructuras externas de los microorganismos y forma una capa gruesa que impide la entrada del desinfectante (CDC, 2008).

Las formulaciones comerciales con niveles elevados de alcohol suelen presentarse en forma de aerosoles, así como en combinación con otros desinfectantes como los fenoles y los compuestos de amonio cuaternario, con el fin de lograr una mayor eficacia. La toxicidad de los alcoholes durante su uso es baja y no representa riesgos significativos para el deterioro de las superficies donde se aplican (CDC, 2008).

b. Compuestos fenólicos:

Estos son compuestos orgánicos, aromáticos y débilmente ácidos, cuya estructura se asemeja a la del alcohol. Corresponden a desinfectantes de nivel intermedio, indicados para su uso en superficies ambientales y dispositivos médicos no críticos. Además, podrían emplearse para la limpieza previa o la descontaminación de

dispositivos críticos y semicríticos antes de la desinfección de alto nivel. A temperatura ambiente, el fenol es soluble en disolventes orgánicos y ligeramente soluble en agua, pero a temperaturas superiores a los 66 °C es soluble en todas las proporciones (ISP, 2015).

En concentraciones elevadas, el fenol actúa penetrando y alterando la pared celular, provocando la precipitación de las proteínas celulares. Por otro lado, en concentraciones bajas, causan la muerte bacteriana mediante la inactivación de los sistemas enzimáticos esenciales y la fuga de metabolitos esenciales de la pared celular (CDC, 2008).

Numerosos desinfectantes comunes se basan en compuestos fenólicos, a veces utilizados como sustitutos del hipoclorito (ISP, 2015). En las últimas tres décadas, la investigación científica se ha centrado en los diversos derivados del fenol o fenólicos y sus propiedades antimicrobianas, demostrando ser superiores al producto químico original. Los fenólicos de uso común han demostrado ser bactericidas, fungicidas, virucidas y tuberculocidas. El orto-fenilfenol y el orto-bencil-para-clorofenol son dos derivados del fenol que se encuentran comúnmente como componentes de los desinfectantes hospitalarios (CDC, 2008).

5. Planteamiento del problema

La limpieza y desinfección es esencial para la prevención de IAAS en contexto de la atención odontológica y debe ser focalizado en las zonas de mayor contaminación. La literatura especializada disponible solo define estas áreas en las unidades hospitalarias críticas, pero en relación al box dental existe poca evidencia respecto a qué superficies o áreas son las que presentan una mayor carga de microorganismos tanto previa como posteriormente a la atención.

En un estudio reciente, realizado por este mismo grupo de trabajo, se determinó que la jeringa triple es la superficie más contaminada del box y que su desinfección con amonio cuaternario e Higiental® (1x) no alcanzaba los estándares de reducción del 99.9 % en pruebas de campo.

En base a los antecedentes presentados, en este trabajo se propone evaluar los niveles de contaminación biológica o carga bacteriana, en la superficie de la jeringa triple *in situ*, mediante la cuantificación de ATP por luminometría, expresada como Unidades Relativas de Luz por cm^2 de superficie (URL/ cm^2), y recuento viable de Unidades Formadoras de Colonias bacterianas por cm^2 de superficie (UFC/ cm^2), aplicando Higiental® (doble concentración 2x) como desinfectante.

II. HIPÓTESIS

La carga bacteriana en la superficie de jeringas triple aumenta después de la atención odontológica y es reducida a niveles basales después de su desinfección con Higiental®.

III. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la carga microbiana en jeringa triple, antes y después de la atención odontológica y de su desinfección con Higiental®.

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Cuantificar los niveles de ATP y carga bacteriana total cultivable en la jeringa triple del box dental, pre y post atención odontológica.
2. Cuantificar los niveles de ATP y carga bacteriana total cultivable, en la jeringa triple del box dental, pre y post desinfección con Higiental®.

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

1. Tipo de estudio

Este es un estudio de tipo analítico que consistió en evaluar el grado de contaminación de la superficie de la jeringa triple, clasificada como superficie no crítica, en los boxes dentales de la clínica docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, previo y posterior a la atención dental y después de su desinfección con Higiental® doble concentración respecto de la versión comercial convencional (concentración final de polifenoles al 0,144g/100ml y de 6g/100ml de etanol). Se tomaron muestras de la superficie elegida mediante hisopado para cuantificar el nivel de luminometría de ATP, en un equipo Luminómetro 3M™ Clean-Trace™ LX25 y para cuantificar el número de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), por medio de la siembra e incubación microbiológica en medios de cultivo agar sangre y agar tripticaseína-soya (TSA). Los resultados se expresaron en Unidades Relativas de Luz (URL) y número de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) encontradas para la superficie total analizada y por unidad de área (/cm²), los que correspondieron a la carga biológica presente en la superficie estudiada. No se realizó ningún tipo de desinfección adicional, previo a la toma de muestras, las que fueron tomadas desde primera hora, antes de iniciar la atención de pacientes en el box.

2. Superficie a evaluar

En este estudio la unidad de análisis correspondió a un sitio definido dentro del área clínica del box de atención dental, como es la jeringa triple.

Superficie seleccionada:

Mango fijo de la jeringa triple del box dental.

3. Determinación del área de muestreo

De acuerdo a una investigación previa en el Laboratorio de Microbiología e Inmunología Oral de FOUC (trabajo en proceso de publicación), se determinó que se requieren 410 cm de recorrido total de hisopado para tomar la muestra y cubrir una superficie de 100 cm². Esta área de 10 x 10 cm recomendada por el fabricante para la cuantificación de ATP, no es aplicable a nuestra superficie seleccionada. Con el fin de obtener una recogida estandarizada en función del área que fue hisopada en la jeringa triple de solo 30,8 cm², el torulado de la jeringa triple se realizó en base a la siguiente conversión:

$$\frac{\text{Centímetros lineales de torulado de las superficies (410 cm)}}{\text{Centímetros cuadrados de una superficie estándar (100 cm}^2\text{)}}$$

Es decir, 4,10 cm lineales por cada 1 cm² de superficie. Como el mango de la jeringa triple tiene 61,6 cm², los que serán divididos en dos, una mitad para recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) y la otra para la cuantificación de ATP por medio de luminometría, se considerará un área de 30,8 cm² para su procesamiento con el equipo Luminómetro 3M™ Clean-Trace™ LX25. El recorrido total estandarizado del hisopo en la mitad de la jeringa triple fue de:

$$4,1 \text{ cm lineales} \times 30,8 \text{ cm}^2 \text{ de superficie hisopada:}$$

Son **127,5 cm** lineales, que fueron distribuidos uniformemente en la superficie a través de 11 pasadas con el hisopo siguiendo el eje longitudinal de la jeringa triple.

Se confeccionó un soporte para la jeringa triple con el objetivo de facilitar el hisopado y evitar el contacto de las manos del evaluador y la superficie de muestreo.

4. Obtención de las muestras

Las muestras se obtuvieron de la superficie indicada, antes y después de la atención odontológica y después de desinfectar con Higiental® al doble de su concentración comercial. Las muestras se recogieron en 20 atenciones en las que

se realizaron procedimientos generadores de bioaerosoles, tales como: destartraje con ultrasonido, eliminación de lesiones de caries o restauraciones dentales con el uso de instrumental rotatorio de alta velocidad. El desinfectante seleccionado (Higiental®) en base a alcohol y fenoles tiene una acción de limpieza y desinfección en un paso.

5. Cuantificación de adenosín trifosfato (ATP) por método de luminometría.

Las pruebas se basaron en la medición de ATP (Adenosín Trifosfato), presente en las células de origen animal, vegetal y microbiano (bacterias, hongos, levaduras, parásitos). La detección de ATP indica la presencia de contaminación de cualquiera de estas fuentes. La técnica se basa en la reacción del ATP con el complejo luciferin – luciferasa, generando una reacción que emite luz en proporción directa a la cantidad de ATP presente. La cuantificación se realizó mediante luminómetro 3M Clean-Trace ATP system, que detecta y cuantifica la cantidad de luz generada, informando en el equipo la cantidad de contaminación presente la que se expresó en URL/cm² (Unidades Relativas de Luz). Para esta investigación, valores superiores a 226 URL fueron considerados como indicadores de superficie contaminada. Este valor corresponde a 7,34 URL/cm², que Ho y cols. (2016) propusieron como el valor de límite superior para que una superficie sea considerada como aceptablemente limpia.

6. Cuantificación de la carga microbiana por medio del recuento de Unidades Formadoras de Colonias

Las muestras recolectadas fueron rotuladas y transportadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, sembradas en medios de cultivo microbiológico, de tipo no selectivo, como agar sangre y agar tripticaseína-soya (TSA) e incubadas por 48 hrs a 37° C. Después de ese tiempo, se realizó recuento de Unidades Formadoras de Colonias por unidad

de área hisopada (UFC/cm²) con el objetivo de cuantificar la carga biológica en la superficie de la jeringa triple, pre y post atención y después de desinfectar con Higiental® (Anexo 1).

7. Análisis estadísticos

Los datos recolectados en los registros de indicadores fueron agrupados en una planilla Excel (Microsoft Corporation, CA, USA). Para la determinación de la distribución del recuento de bacterias viables totales, expresado en UFC/cm² y de la cuantificación de ATP expresado en URL/cm², se utilizó el test de Shapiro-Wilk.

En virtud de la distribución y tipo de variables, se determinó la utilización de regresiones lineales mixtas de mínimos cuadrados, para evaluar las diferencias entre los distintos tiempos de muestreo. Los análisis se realizaron con el software SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) con una significancia estadística del 95% ($p < 0,05$) y fueron representados de la siguiente manera * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$, *** $p < 0,0001$.

VI. RESULTADOS

1. Estadística descriptiva para las variables UFC/cm² y URL/cm²

En la Tabla 2 se exponen los datos de la estadística descriptiva para las variables UFC/cm² y URL/cm² en la muestra total. Estos datos incluyen todos los valores, sin hacer distinción del momento de la atención dental en que se recogieron, y constituyeron un primer acercamiento al análisis de datos.

Tabla 2. Estadística descriptiva

	UFC/cm²	URL/cm²
Promedio	6,80	42,44
Desviación estándar	32,15	85,96
Menor	0	0,36
Mayor	254,25	430,52
Mediana	0,08	6,07

Con el fin de determinar cómo se distribuían las variables estudiadas, se realizó la prueba estadística Shapiro-Wilk. Esta prueba se aplicó tanto para la variable UFC/cm² como para la variable URL/cm² y en ambos casos se obtuvo un valor de $p < 0,0001$, propio de variables que presentan una distribución no normal, como es posible observar en las Figuras 1 y 2, con una clara distribución curvada hacia la derecha, de las variables UFC/cm² y URL/cm², respectivamente.

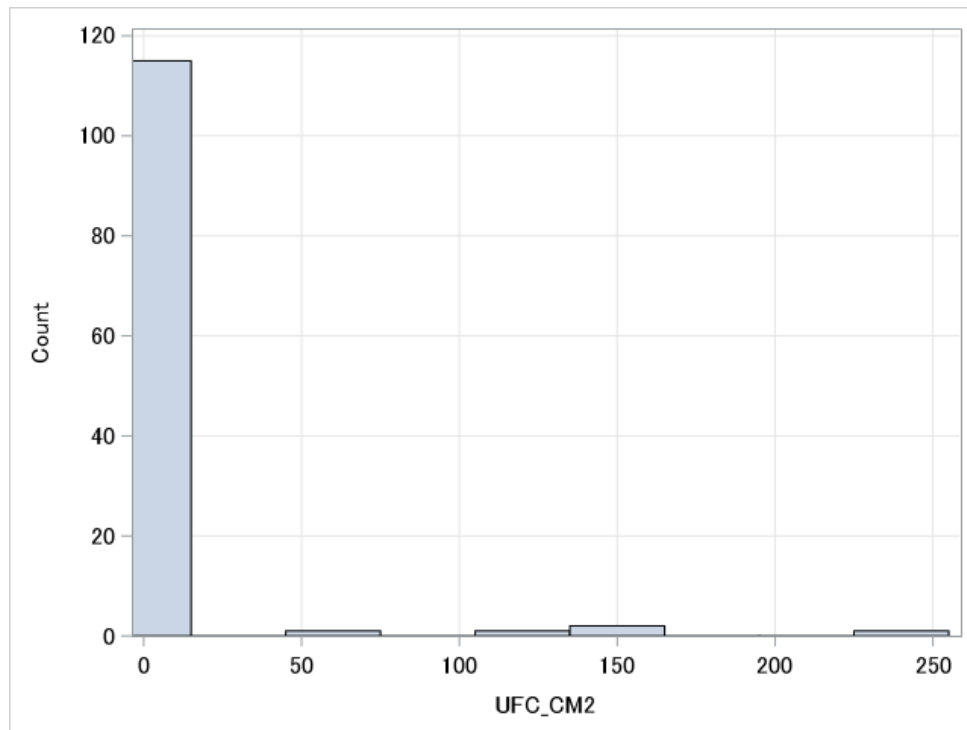


Figura 1. Histograma de la distribución de la variable UFC/cm²

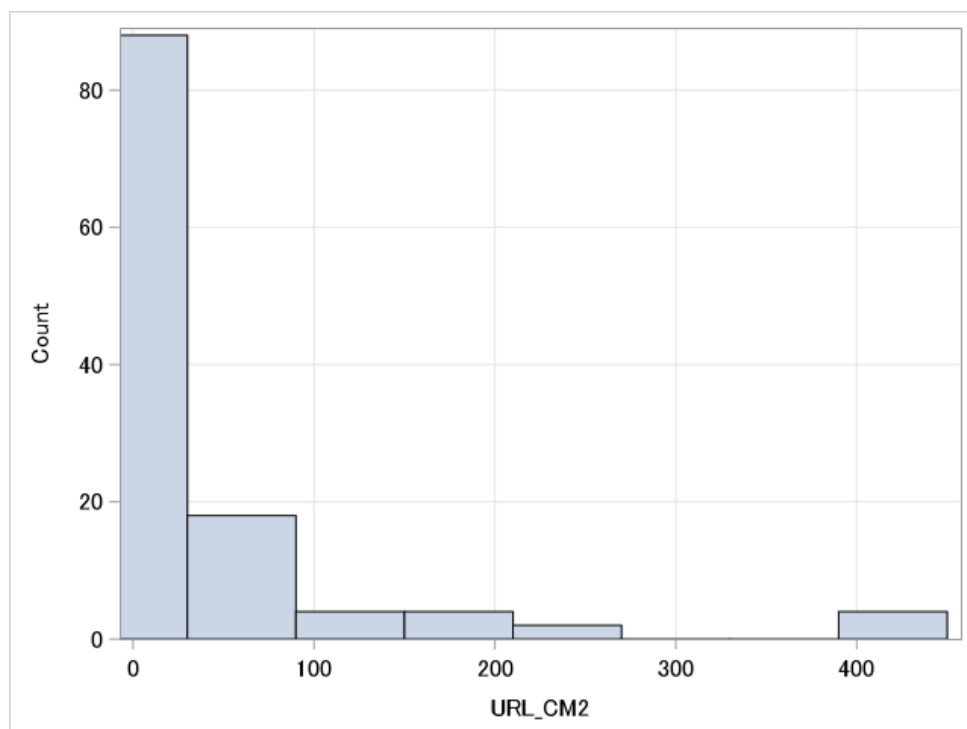


Figura 2. Histograma de la distribución de la variable URL/cm²

Considerando que ambas variables presentaron una distribución no normal, en este estudio, se seleccionó una prueba estadística que permitiera evaluar las diferencias entre variables con distribución no normal en los distintos momentos de muestreo, optándose por modelos de regresión lineal mixta de mínimos cuadrados.

2. Cuantificación de la carga bacteriana antes de la atención (antes), después de la atención (atención) y después de aplicar una solución desinfectante (desinfección) en una superficie no crítica del box odontológico

2.1. Comparación de las UFC/cm² por momento de muestreo.

La Figura 3 muestra la comparación de las UFC/cm² para cada momento en la muestra total. Se obtuvo valores promedio de 0,29 UFC/cm² para antes de la atención, de 20,01 UFC/cm² para después de atender y de 0,10 UFC/cm² posterior a la aplicación de Higiental®.

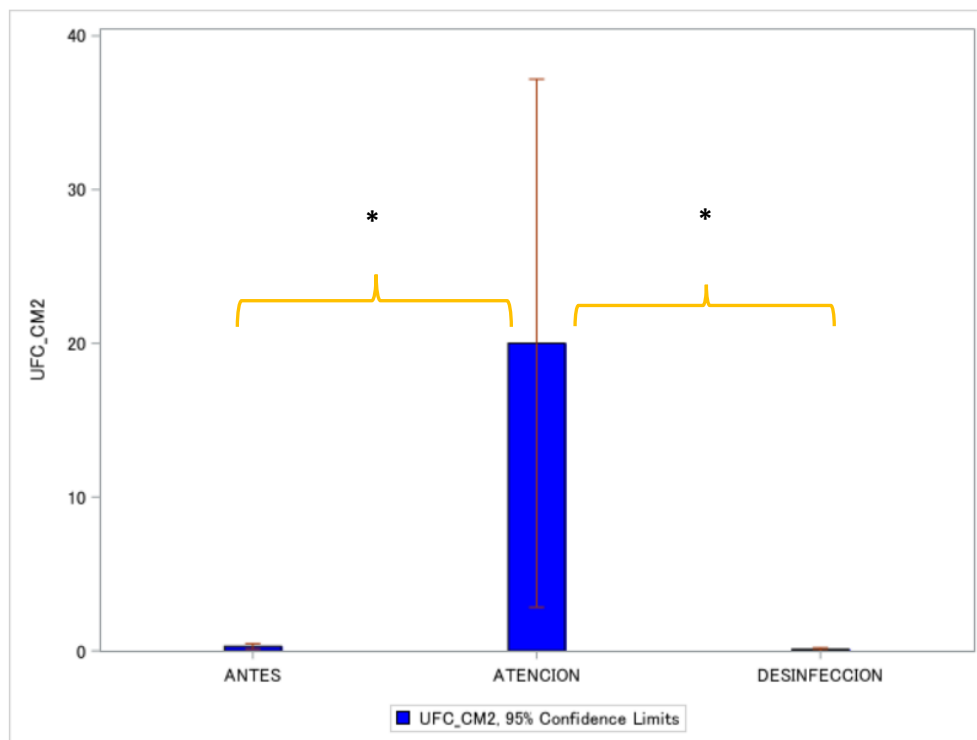


Figura 3. Gráfico del valor promedio de UFC/cm² en cada momento, de la muestra total.

Al comparar las diferencias entre los distintos momentos, en la Figura 3 se observa que en el momento posterior a la atención se obtenía un valor de UFC/cm² significativamente mayor que antes de la atención (diferencia = 19,71 UFC/cm² [IC 95% 5,98; 33,45], $p = 0,0053$) y que después de la desinfección con Higiental® (diferencia = 19,90 UFC/cm² [IC 95% 6,17; 33,63], $p = 0,0049$). No se observaron diferencias significativas entre antes de la atención y después de la desinfección (diferencia = 0,19 UFC/cm² [IC 95% -13,54; 13,92], $p = 0,978$).

2.2. Comparación de las URL/cm² por momento de muestreo.

La Figura 4 muestra la comparación de las URL/cm² para cada momento de muestreo. Se obtuvo valores promedio de 21,03 URL/cm² para antes de la atención, de 103,10 URL/cm² para después de atender y de 3,19 URL/cm² posterior a la aplicación de Higiental®.

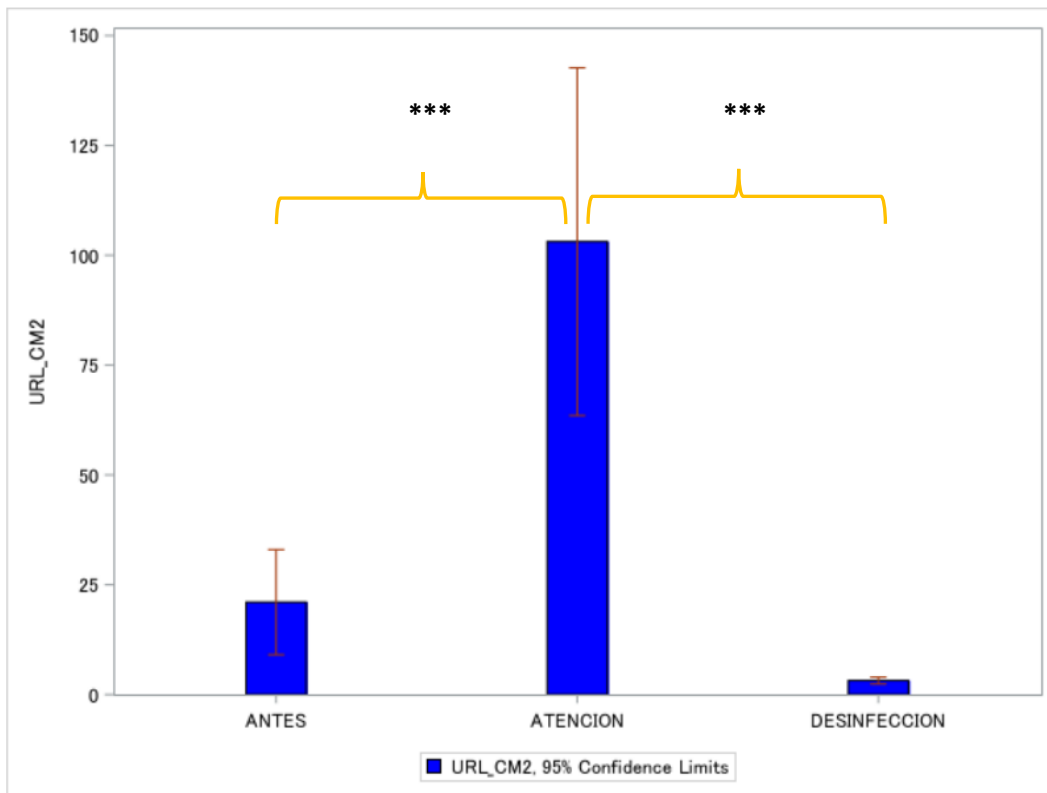


Figura 4. Gráfico del valor promedio de URL/cm², en cada momento de muestreo. *** $p < 0,0001$.

Al comparar las diferencias entre los distintos momentos de muestreo, se observó que en el momento posterior a la atención el valor de UFC/cm² era significativamente mayor que antes de la atención (diferencia = 82,07 UFC/cm² [IC 95% 49,01; 115,13], $p < 0,0001$) y que después de la desinfección con Higiental® (diferencia = 99,92 UFC/cm² [IC 95% 66,86; 132,98], $p < 0,0001$). No se observaron diferencias significativas entre antes de la atención y después de la desinfección (diferencia = 17.849 UFC/cm² [IC 95% -15,21; 50.909], $p = 0.2872$).

2.3. Comparación de las UFC/cm² en diferentes medios de cultivo, en cada momento de muestreo.

La Figura 5 muestra la comparación de las UFC/cm² obtenidas para cada momento de muestreo, en diferentes medios de cultivo, agar sangre y agar TSA, en la muestra total.

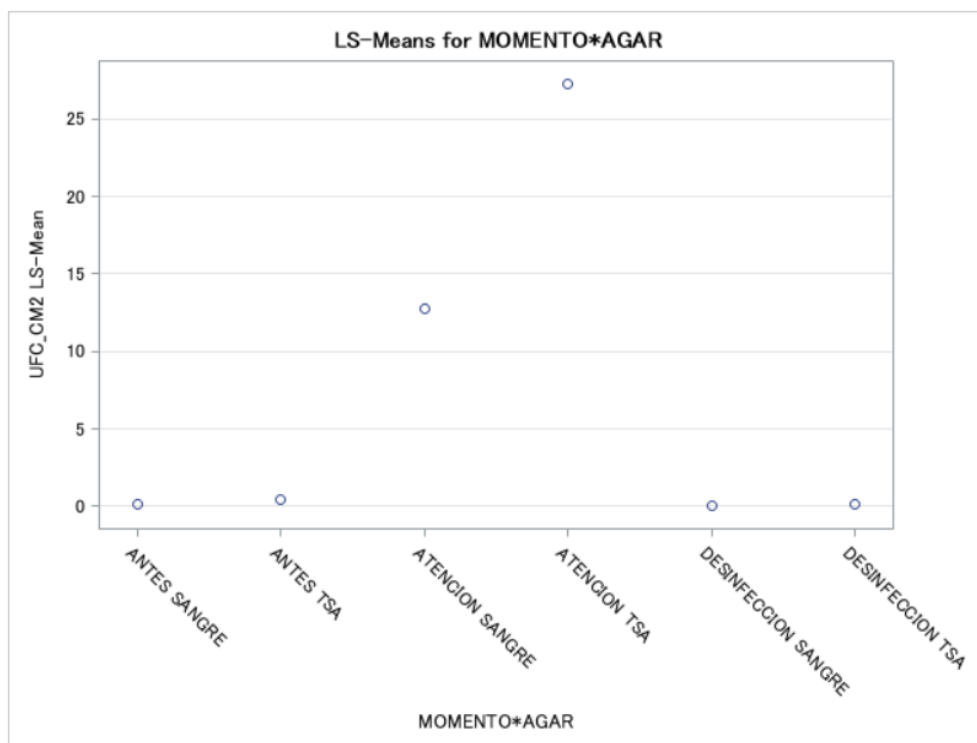


Figura 5. Gráfico del valor promedio de UFC/cm² en cada momento y en diferentes medios de cultivo.

En agar sangre se obtuvo valores promedio de 0,15 UFC/cm² para antes de la atención y de 12,74 UFC/cm² para después de atender; en agar TSA dichos valores fueron de 0,43 UFC/cm² antes de la atención y de 27,28 UFC/cm² después de atender. Posterior a la aplicación de Higiental®, en agar sangre se registró un promedio de 0,05 UFC/cm² y en agar TSA se registró un promedio de 0,12 UFC/cm².

El gráfico de barras de la Figura 6, presenta las diferencias de UFC/cm² en agar sangre y agar TSA, entre los distintos momentos de muestreo.

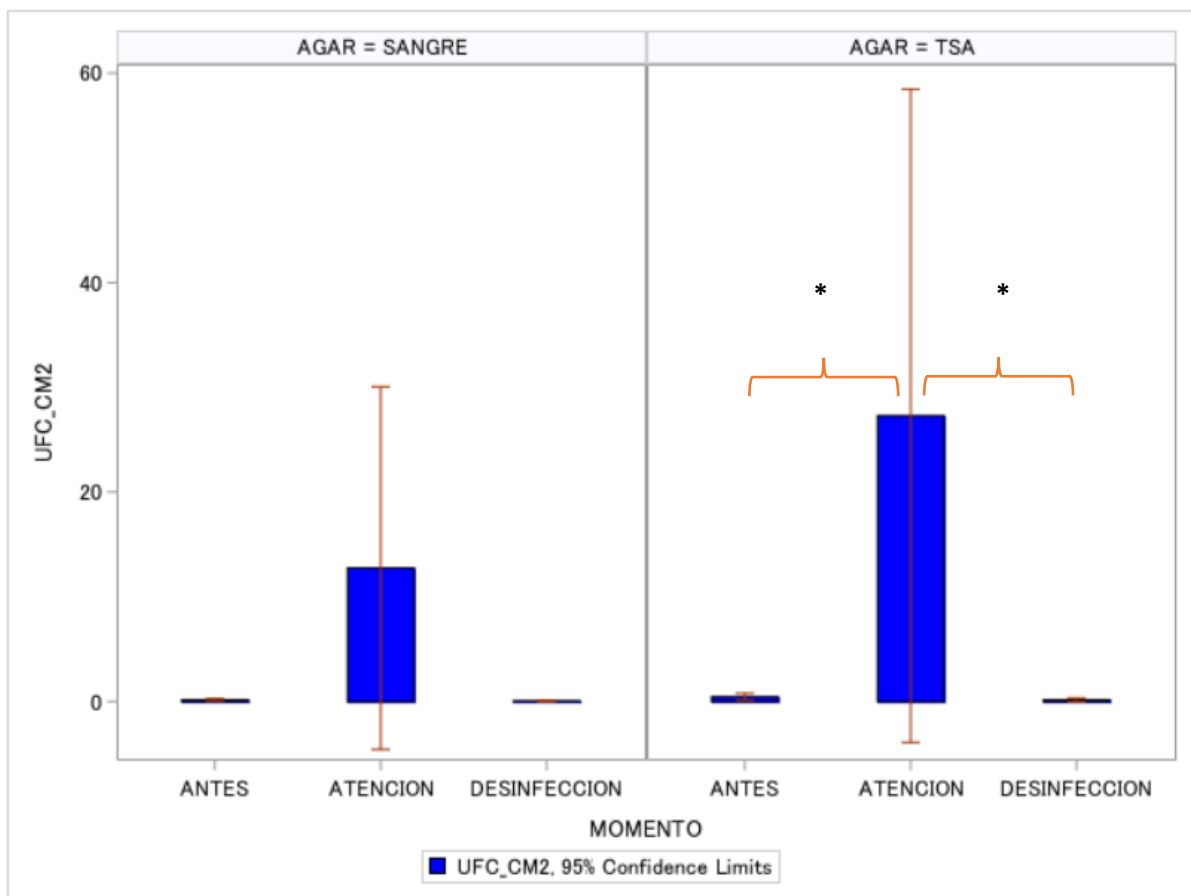


Figura 6. Gráfico de barras del valor promedio de UFC/cm² en agar sangre y agar TSA, en cada momento de muestreo.

Por medio del cultivo microbiológico en agar TSA se pudo observar que en el momento posterior a la atención se obtenía un valor de UFC/cm² significativamente mayor que antes de la atención (diferencia = 26,85 UFC/cm² [IC 95% 7,35 ; 46,34],

$p = 0,0074$) y que después de la desinfección con Higiental® (diferencia = 27,12 UFC/cm² [IC 95% 7,63 ; 46,72], $p = 0,0068$). En agar sangre, no se observaron diferencias significativas entre antes y después de la atención (diferencia = 12,58 UFC/cm² [IC 95% -32,08; 6,91], $p = 0,204$) ni tampoco para antes ni después de desinfectar con Higiental® (diferencia = 12,69 UFC/cm² [IC 95% -6,81 ; 32,18], $p = 0,200$). Tampoco se observaron diferencias significativas entre los valores de UFC/cm² para distintos medios de cultivo, en un mismo momento.

2.4. Comparación de las URL/cm² en diferentes medios de cultivo, en cada momento de muestreo.

La Figura 7 muestra, comparativamente, las URL/cm² obtenidas para cada momento y medio de cultivo en la muestra total. En agar sangre y agar TSA se obtuvo valores promedio de 21,03 URL/cm² para antes de la atención; para después de atender, en agar sangre y agar TSA se obtuvieron 103,10 URL/cm² y, posterior a la aplicación de Higiental®, en agar sangre y agar TSA se registró un promedio de 3,19 URL/cm².

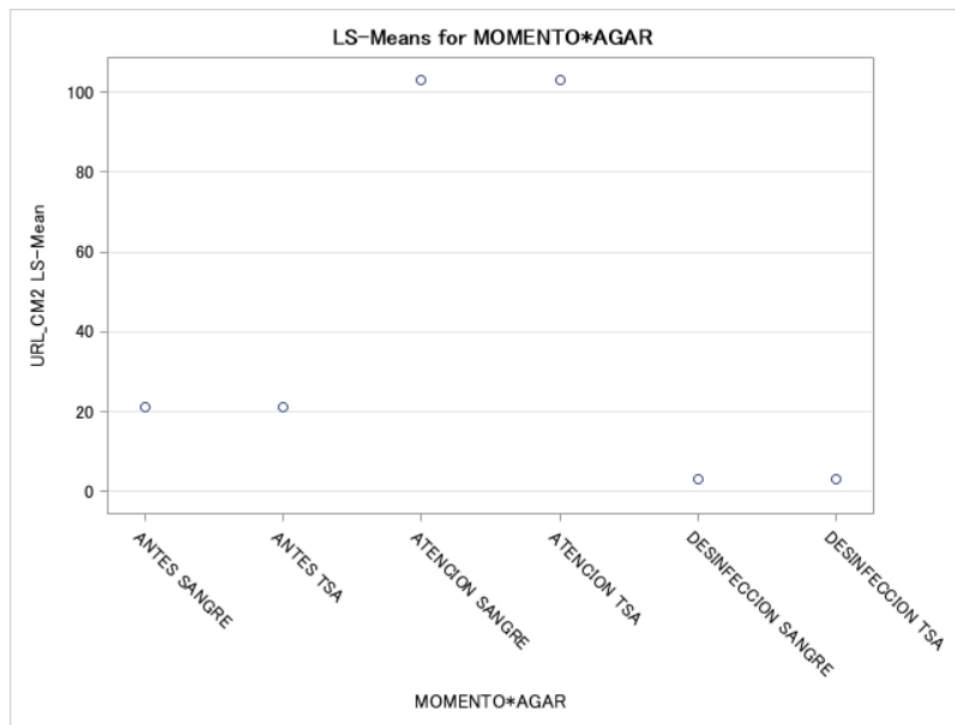


Figura 7. Gráfico del valor promedio en URL/cm² para cada momento y medio de cultivo.

En la figura 8 se puede observar un gráfico del valor promedio de URL/cm² obtenido para cada momento de muestro, en agar sangre y agar TSA.

En agar TSA el valor de URL/cm² en el momento posterior a la atención fue significativamente mayor que antes de la atención (diferencia = 82,07 URL/cm² [IC 95% 34,69 ; 129,45], p = 0,0008) y que después de la desinfección con Higiental® (diferencia = 99,92 URL/cm² [IC 95% 52,54 ; 147,30], p <0,0001). También se observaron diferencias significativas entre antes y después de la atención, en agar sangre (diferencia = 82,07 URL/cm² [IC 95% 34,69 ; 129,45], p = 0,0008) y después de la desinfección con Higiental®, en el mismo medio de cultivo (diferencia = 99,92 URL/cm² [IC 95% 52,54 ; 147,30], p <0,0001). No se observaron diferencias significativas entre los valores obtenidos en los distintos medios de cultivo, en un mismo momento.

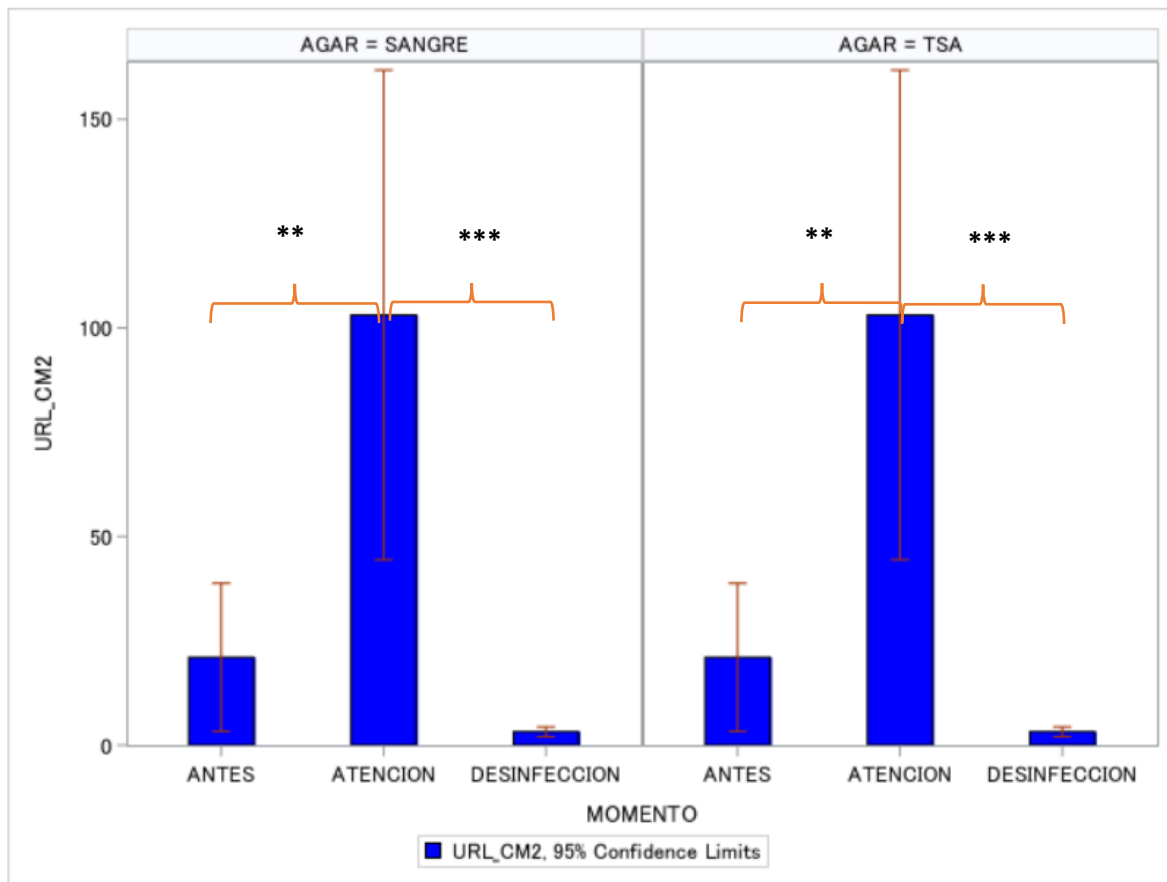


Figura 8. Gráfico del valor promedio en URL/cm² para cada momento por medio de cultivo.

p <0,001 *p <0,0001.

3. Determinación de la efectividad de Higiental® como desinfectante sobre la superficie de la jeringa triple, mediante recuento de UFC/cm² y medición de URL/cm²

3.1. Mediante recuento de UFC/cm²

Al comparar el promedio de UFC/cm² obtenido antes y después de desinfectar, se determinó que en el momento posterior a la desinfección con Higiental® el valor de UFC/cm² fue significativamente menor que antes de la desinfección (diferencia = 19,90 UFC/cm² [IC 95% 6,17; 33,63], p = 0,0049). De acuerdo a estos valores, se estimó que la efectividad de la desinfección con Higiental® correspondió a un 99,50 %.

3.2. Mediante medición de URL/cm²

Como en el caso anterior, al comparar los valores de URL/cm² antes y después de desinfectar con Higiental®, se observó que en el momento posterior a la desinfección el valor de URL/cm² era significativamente menor que antes de la desinfección (diferencia = 99,92 URL/cm² [IC 95% 66,86; 132,98], p <0,0001). Basados en estos valores, se estimó que la efectividad de la desinfección con Higiental® correspondió a un 96,91 %

VII. DISCUSIÓN

1. Interpretación de los resultados en el contexto de la atención odontológica en la clínica docente de la Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

De acuerdo a una investigación previa en el Laboratorio de Microbiología e Inmunología Oral de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (trabajo en proceso de publicación), la jeringa triple presentó una carga bacteriana significativamente mayor que el resto de las superficies estudiadas del box dental, evaluadas tanto con el método microbiológico como mediante cuantificación de ATP. Más aún, en la investigación mencionada se demostró que la jeringa triple presentaba una carga bacteriana compatible con su definición como superficie de alto contacto (*High-Touch Surfaces*).

Es por esto que, siendo la jeringa triple un instrumento crucial para la atención odontológica, en este estudio se investigó la contaminación microbiológica de esta superficie no crítica del box dental, como referencia para evaluar la carga bacteriana mediante cultivo microbiológico clásico, y mediante cuantificación de ATP por medio de luminometría. Esta evaluación se realizó antes de la atención, después de atender y después de desinfectar con una formulación biocida a base de polifenoles y alcohol (Higiental® doble concentración), durante 20 atenciones a pacientes de la clínica docente de FOCh.

Los resultados mostraron que la contaminación en la superficie seleccionada de la jeringa triple aumentaba significativamente después de los procedimientos dentales, en comparación con los niveles basales registrados antes de cualquier procedimiento odontológico. Además, permitieron comprobar la efectividad del proceso de desinfección ejecutado con Higiental®, como desinfectante de superficie. Los datos obtenidos, tanto para la cuantificación de UFC/cm² (dependiente de la viabilidad biológica de las bacterias recolectadas) como para la cuantificación de URL/cm² (detección de ATP en la superficie), se concentraron hacia la izquierda en los histogramas de las Figuras 1 y 2, respectivamente, para la

distribución de las variables estudiadas. Para el comportamiento de ambas variables, con inclinación de la mayoría de los datos hacia cero como un sesgo, se ofrece la misma explicación: que esto es producto del contexto en que la superficie evaluada está situada y su constante sometimiento a procesos de limpieza y desinfección. La carga bacteriana, o contaminación, registrada en 3 momentos durante cada una las atenciones, tiene 2 momentos en los que se mide posterior a la realización de un proceso de limpieza y desinfección. El primero o momento basal, es un registro previo a la atención del paciente y también es un momento posterior a los procesos de limpieza y desinfección de la clínica. El segundo es el momento posterior a la desinfección con Higiental®, momento en que se evalúa el nivel de contaminación de forma consecutiva a la desinfección de la superficie estudiada.

El dato obtenido con mayor frecuencia para Unidades Formadoras de Colonias fue “0 colonias presentes en placa de cultivo microbiológico”; y el dato más frecuente para luminometría fue de “11 Unidades Relativas de Luz para ATP en superficie”, equivalentes a tan solo 0,38 URL por cada centímetro cuadrado de superficie. Este último valor está muy por debajo del valor considerado como “contaminado” o también conocido como “inaceptablemente limpio”, de 7,34 URL/cm² que Ho y cols. (2016) propusieron como el valor de límite superior para que una superficie sea considerada como aceptablemente limpia. Dado que la superficie testeada para la variable URL/cm² en la jeringa triple fue de 30,8 cm² también podríamos expresar ese valor como 226 URL que es la unidad escalar en que el sistema *3M Clean-Trace ATP system* entrega sus lecturas al usuario. Otros estudios consideran como valor límite 250 URL (Veliz y cols., 2018)

En el momento basal, el valor promedio de carga bacteriana fue de 0,29 UFC/cm², el que permite considerar como aceptablemente limpia la superficie, según lo propuesto por Malik y cols. (2003) con una estimación de 2,5 UFC/cm² o 77 colonias bacterianas en placa de cultivo microbiológico, según el tamaño de la superficie evaluada. Un 95% de las veces, en este momento, la superficie se encontró

aceptablemente limpia. En relación con el valor promedio de URL/cm² en los momentos previos a la atención de los pacientes, se registró 21,03 URL/cm², es decir, inaceptablemente limpia. Esto equivalía a un promedio de 616 URL de lectura, un 272% más “inaceptablemente limpia”, que el valor mínimo de 226 URL. Entonces, para el momento basal tenemos una variable (UFC/cm²) cuyo valor corresponde a una superficie limpia y, la otra variable (URL/cm²), cuyo valor corresponde a superficie contaminada. Esta discordancia da cuenta de una deficiencia en el proceso de limpieza y desinfección de la superficie evaluada, según lo encontrado mediante luminometría. A pesar de que ambas variables representan recuentos de la contaminación biológica que son complementarios, y que se les atribuye valores límites de contaminación correspondientes entre sí (Ho y cols. 2016), para el proceso propio de la clínica no se cumple en el momento basal de la atención, obteniéndose valores inferiores a 226 URL en un 46,2 % de las atenciones en el momento previo a la atención. Esto es posible porque el recuento de UFC/cm² permite cuantificar sólo microorganismos aeróbicos, mientras que la cuantificación de ATP detecta no solo microorganismos, sino también muchas formas de material orgánico (Ho y cols. 2016). Sería interesante realizar estudios que busquen la correlación específica de estas variables en la jeringa triple de la clínica dental de FOUCh.

Posterior a la atención odontológica, la contaminación en la superficie se incrementó significativamente. En el 100% de las oportunidades, el registro de lecturas en el luminómetro fue muy superior a 226 URL, con un promedio de 103,10 URL/cm² o 3175,48 URL como lectura promedio, directa, en el luminómetro. El recuento de bacterias viables en la superficie fue de 20,01 UFC/cm² en promedio y, en general, el 70% de las veces los valores obtenidos correspondían a superficies contaminadas. El resto de las mediciones dieron valores correspondientes a superficies consideradas como apropiadamente limpias, pero la contaminación registraba siempre un aumento en relación con el momento basal, aunque sin superar el límite de 2,5 UFC/cm². La contaminación generada durante los procedimientos odontológicos fue suficiente para contaminar la superficie de la

jeringa triple en el 100% de las atenciones, según los datos de cuantificación de URL y en un 70% según el recuento de UFC.

La forma en que la contaminación llega desde la boca del paciente hasta la superficie de la jeringa triple, tiene más de una posible forma de transmisión. Una de ellas es a través de salpicaduras (Szymańska, 2007) y bioaerosoles generados durante la atención, los que pueden permanecer suspendidos y depositarse en las superficies incluso horas después de ser generados a una distancia cercana a los 2 metros de su fuente y contaminan a todas las superficies en directa relación con su proximidad a la boca del paciente (Al-Moraissi y cols., 2022). La jeringa triple, en comparación al destartraje ultrasónico, piezas de mano de alta y baja velocidad, es el elemento que genera la mayor cantidad de aerosoles (Han y cols., 2021).

También se ha descrito la contaminación mano portada o vehiculizada por las manos del operador en las superficies de alto contacto (Cobrado y cols., 2017), como lo es la jeringa triple. Las manos enguantadas del cirujano dentista tienen contacto de forma directa o por medio de instrumentos y elementos usados durante los procedimientos, con mucosas no indemnes, saliva, sangre, fluido crevicular y biopelículas propias de cada cavidad bucal. Así, la jeringa triple, siendo manipulada constantemente por las manos contaminadas del operador, resulta en la mayoría de las atenciones con valores significativamente más altos que previo a la atención y a los umbrales propuestos en la literatura para considerar una superficie como aceptablemente limpia.

Luego de la aplicación de Higiental® como desinfectante, este estudio indicó que los niveles de contaminación disminuyeron significativamente, consiguiendo la descontaminación de la superficie en un 100% de las oportunidades según el recuento de UFC y en un 95% de las oportunidades según la cuantificación de ATP. En comparación a los niveles de contaminación basales, luego de la aplicación de Higiental®, el nivel de contaminación fue inferior a los niveles basales sin ser esta una diferencia significativa desde el punto de vista estadístico.

Este estudio refuerza la idea de que resultados compatibles con espacios limpios, como un componente esencial de la atención médica efectiva, son fundamentales para prevenir y controlar las IAAS (Furlan y cols., 2019).

2. Verificación o refutación de la hipótesis

De acuerdo con los resultados obtenidos, se verifica la hipótesis que planteó este estudio, pues la carga bacteriana en la superficie de jeringas triple aumenta después de la atención odontológica y es reducida a niveles basales después de la desinfección con Higiental®.

3. Énfasis en los nuevos hallazgos

Hasta ahora se desconocían los niveles de contaminación basales en la clínica docente de FOUCh. Este estudio reveló falencias en los procesos de limpieza y desinfección. Según los datos de luminometría solo un 46,8% de las atenciones comenzaban con valores correspondientes a aceptablemente limpio, para la superficie de la jeringa triple. Más de la mitad de las oportunidades, dicha superficie estaba contaminada en el momento basal, a pesar de que se consideró como criterio de inclusión que las superficies no tuvieran suciedad visible a la inspección visual, que es el método más usado en la supervisión de los procesos de limpieza y desinfección (MINSAL, 2018 b). No es suficiente que la superficie se vea limpia, podría no estarlo como se pone en evidencia por medio de la cuantificación de ATP por luminometría.

4. Comparación con evidencia disponible de los resultados

Véliz y cols., 2018 presentaron datos en que la superficie porta-instrumental en un 28% de las oportunidades estaba aceptablemente limpia según (≤ 250 URL). Además, registraron valores para el área limpia de 38% y un 52% para la manilla de la lámpara, en una etapa que ellos consideraron como pre-intervención y son

valores que dan cuenta de los niveles de contaminación en el box previos a capacitación del personal de aseo. Estos datos son equivalentes para el momento basal de este estudio, registrando un 46,8% de las oportunidades en que la superficie de la jeringa triple se encontraba aceptablemente limpia (≤ 226 URL).

5. Limitaciones y ventajas de los métodos de experimentación, posibles implicaciones para los futuros estudios.

La principal limitación de este estudio es común para la cuantificación de bacterias viables y la cuantificación de ATP como métodos que evalúan procesos de limpieza y desinfección, es la dificultad para compararlos entre sí dentro de un mismo estudio e independientemente cuando se contrastan datos entre estudios. Esta limitación se ejemplifica cuando en algunas investigaciones ajustan el área de la superficie muestreada y en otras se presentan los valores tal como los entrega el luminómetro (Nante y cols., 2017), lo que evidencia las diferencias en el enfoque de la investigación, de si es más importante la densidad de la contaminación o la cantidad total de contaminación en la muestra. Es necesario en las próximas investigaciones, definir claramente los umbrales para cada superficie ajustado al área en cuantificación de ATP por luminometría, sin perder la capacidad de expresar los datos en unidades más útiles para la monitorización.

Todos los sistemas de luminometría entregan la posibilidad de saber de inmediato e *in situ*, los niveles de contaminación en la superficie a evaluar. Esa es la principal ventaja en futuros estudios que evalúen la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección de la clínica de FOUC, en que el personal pueda ver *in situ* el impacto de las medidas de intervención que se pudieran proponer para mejorar la higiene en las superficies de la clínica dental. Por su parte, la cuantificación de bacterias viables no es inmediato y requiere de instalaciones de laboratorio, pero es más económico y abre la posibilidad a estudios de identificación microbiana y búsqueda de patógenos de interés para la vigilancia epidemiológica (MINSAL, 2014). Estos son estudios microbiológicos de rutina en todos los hospitales públicos del país y son parte del esfuerzo por reducir las IAAS.

VIII. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que:

- La superficie de la jeringa triple, zona clínica no crítica de la atención odontológica, mostró una contaminación significativamente mayor posterior a la atención odontológica, disminuyendo significativamente luego de la aplicación de Higiental®, tanto en las pruebas con luminometría como en el cultivo microbiológico.
- La contaminación basal del box de la Clínica odontológica de la FOUCCh presenta datos compatibles con deficiencias en el proceso de limpieza y desinfección realizado por estudiantes y personal de aseo, en más de la mitad de los casos para pruebas realizadas con luminometría de ATP.

Estas conclusiones permiten proyectar y sugerir lo siguiente:

- Se sugiere una intervención educativa dirigida al personal de aseo y estudiantes de FOUCCh. La estrategia educativa se podría combinar con un mejor manejo del uso de agentes desinfectantes en la clínica o la utilización de nuevos productos, como Higiental®, cuya efectividad fue demostrada por este estudio.
- Profundizar en la evaluación de la superficie de la jeringa triple, como área no crítica significativamente contaminada y de gran preocupación, puesto que está en contacto directo con el operador y la boca del paciente, lo que podría llevar a una transferencia de agentes microbianos dentro del box odontológico.
- La información representativa de la contaminación cercana al paciente, como la que aportó este estudio, da cuenta de la importancia de un manejo adecuado de la descontaminación de esta superficie entre pacientes. Focalizar procesos diseñados estratégicamente para prevenir las IAAS

requieren de información que permita concentrar los recursos en las superficies más contaminadas.

- Este estudio utilizó un modelo para cuantificar la contaminación biológica por unidad de área, de la superficie evaluada, de gran relevancia para estudios posteriores, ya que permitiría comparar futuros estudios de contaminación en la clínica FOUCh y establecer los remediales necesarios.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Moraissi, E. A., Kaur, A., Günther, F., Neff, A. y Christidis, N. (2022). Can aerosols-generating dental, oral and maxillofacial, and orthopedic surgical procedures lead to disease transmission? An implication on the current COVID-19 pandemic. *Frontiers in Oral Health*, 3, 974644. <https://doi.org/10.3389/froh.2022.974644>
- Boyce, J.M. (2016). Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals-Antimicrobial Resistance & Infection control. *BioMed Central.*, 5(10). <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-016-0111-x>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2008). Guía para la desinfección y esterilización en establecimientos de salud. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2016). Guía para la prevención de infecciones en entornos de atención médica ambulatoria: Expectativas mínimas para la atención segura. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/outpatient/guide-spanish-508.pdf>
- Cobrado, L., Silva-Dias, A., Azevedo, M. y Rodríguez, A. (2017). High-touch surfaces: microbial neighbours at hand. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 36(11), 2053-2062. Doi: [10.1007/s10096-017-3042-4](https://doi.org/10.1007/s10096-017-3042-4)
- Collachagua, A. A., Bernal Yzaguirre, C., & Mattos-Vela, M. A. (2021). Desinfectantes para la descontaminación de superficies e instrumental odontológico durante la pandemia del COVID-19. *Rev. Soc. cient. Parag.*, 185–196. <https://doi.org/10.32480/rscp.2021.26.2.185>
- Dávila-Ramírez, F. A., Díaz-Villamil, N. T., Fajardo-Granados, D. y Jiménez-Cruz, C. (2015). Calidad de higiene en salas de cirugía por luminometría de adenosín trifosfato. *Gerencia y Políticas de Salud*, 13(27). <https://doi.org/10.11144/javeriana.rgyps13-27.chsc>

- Furlan, M. C. R., Ferreira, A. M., da Silva Barcelos, L., Rigotti, M. A., de Sousa, A. F. L., Dos Santos Junior, A. G., de Andrade, D., de Almeida, M. T. G., & da Silva Barreto, M. (2019). Evaluación de la desinfección de superficies en una unidad ambulatoria antes y después de un programa de intervención. *Enfermedades infecciosas de BMC*, 19(1), 355. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-3977-4>
- Han, J. H., Sullivan, N., Leas, B. F., Pegues, D. A., Kaczmarek, J. L. y Umscheid, C. A. (2015). Limpieza de las superficies de las habitaciones del hospital para prevenir infecciones asociadas a la atención médica: un resumen técnico. *Anales de medicina interna*, 163(8), 598–607. <https://doi.org/10.7326/M15-1192>
- Han P, Li H, Walsh LJ, Ivanovski S. (2021). Contaminación por salpicaduras y aerosoles en procedimientos dentales generadores de aerosoles. *Ciencias Aplicadas*, 11(4):1914. <https://doi.org/10.3390/app11041914>
- Hernández-Navarrete M-J, et al. (2014). Fundamentos de antisepsia, desinfección y esterilización. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eimc.2014.04.003>
- Ho, Y. H., Wang, L. S., Jiang, H. L., Chang, C. H., Hsieh, C. J., Chang, D. C., Tu, H. Y., Chiu, T. Y., Chao, H. J., & Tseng, C. C. (2016). Uso de un ensayo de bioluminiscencia de trifosfato de adenosina ajustado al área de muestreo basado en la cuantificación de imágenes digitales para evaluar la limpieza de las superficies hospitalarias. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 13(6), 576. <https://doi.org/10.3390/ijerph13060576>
- Instituto de Salud Pública. (2015). Norma nota técnica N°025 Consideraciones importantes en el uso de desinfectantes. https://www.ispch.cl/sites/default/files/nota_tecnica_n_025_consideraciones_importantes_en_el_uso_de_desinfectantes.pdf
- Instituto de Salud Pública. (2021). Boletín de registro de desinfectantes y sanitizantes de uso sanitario y doméstico. Chile, 2019-2020. https://www.ispch.cl/wpcontent/uploads/2021/03/Bolet%C3%ADnDesinfectantes-Final_3marzo2021.pdf

- Kramer, A., Schwebke, I. y Kampf, G. (2006). How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis* 6, 130 (2006). <https://doi.org/10.1186/1471-2334-6-130>
- Leggat, P. A. y Kedjarune, U. (2001). Bacterial aerosols in the dental clinic: a review. *International Dental Journal*, 51(1), 39–44. <https://doi.org/10.1002/j.1875-595x.2001.tb00816.x>
- Malik, R., Cooper, R. y Griffith, C. (2003). Use of audit tools to evaluate the efficacy of cleaning systems in hospitals. *American Journal of Infection Control*, 31(3), 181–187. [://doi.org/10.1067/mic.2003.34](https://doi.org/10.1067/mic.2003.34)
- Ministerio de Salud. (2014). Departamento de Calidad y Formación, Programa de control de IAAS. Informe de vigilancia de infecciones asociadas a atención en salud 2014. <https://www.MINSAL.cl/wp-content/uploads/2016/10/informe-IAAS-2014.pdf>
- Ministerio de Salud. (2018)
- a. Norma general técnica N°199 sobre esterilización y desinfección de alto nivel y uso de artículo médicos estériles. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/03/Norma-General-T%C3%A9cnica-N%C2%B0-199-sobre-esterilizaci%C3%B3n-y-desinfecci%C3%B3n-de-alto-nivel-y-uso-de-art%C3%ADculo-m%C3%A9dicos-est%C3%A9riles.pdf>
 - b. Circular N°10 2019 Recomendaciones sobre aseo y desinfección de superficies ambientales para la prevención de IAAS. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/03/Circular-N-2019-Recomendaciones-sobre-aseo-y-desinfecci%C3%B3n-de-superficies-ambientales-para-la-prevenci%C3%B3n-de-IAAS.pdf>
- Miranda C, Marcelo, & Navarrete T, Luz. (2008). Semmelweis y su aporte científico a la medicina: Un lavado de manos salva vidas. *Revista chilena de infectología*, 25(1), 54 - 57. <https://dx.doi.org/10.4067/S071610182008000100011>
- Nante, N., Ceriale, E., Messina, G., Lenzi, D., & Manzi, P. (2017). Efectividad de la bioluminiscencia de ATP para evaluar la limpieza hospitalaria: una revisión. *Revista de medicina preventiva e higiene*, 58(2), E177–E183

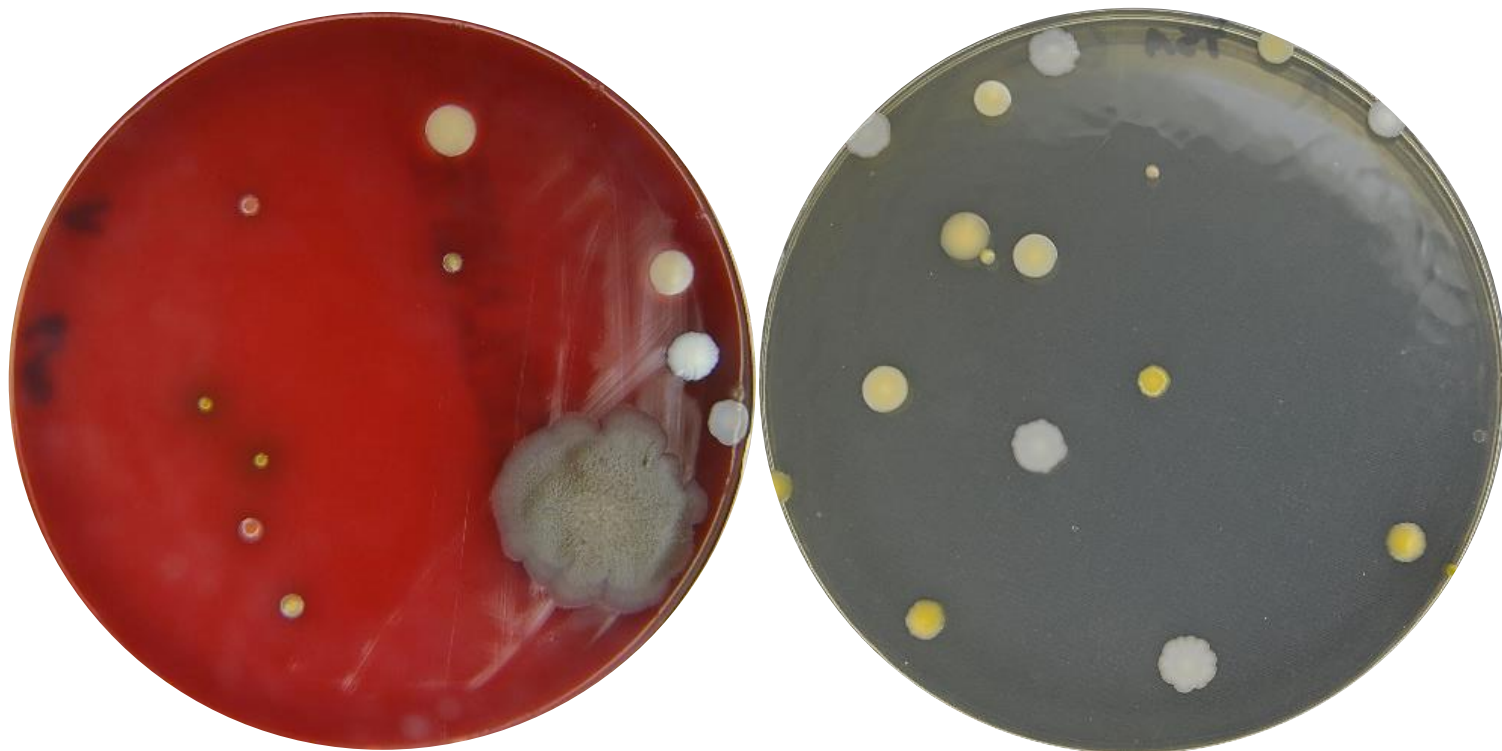
- Rodríguez, R. A. U. (2006). La desinfección- antisepsia y esterilización en instituciones de salud: Atención primaria. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 22(2). [La desinfección-antisepsia y esterilización en instituciones de salud: Atención primaria \(sld.cu\)](#)
- Seavey, R. (2013). High-level disinfection, sterilization, and antisepsis: current issues in reprocessing medical and surgical instruments. *American Journal of Infection Control*, 41(5), 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2012.09.030>
- Shama, G. y Malik, D. (2013). The uses and abuses of rapid bioluminescence-based ATP assays. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 216(2), 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.03.009>
- Suleyman, G., Alangaden, G., & Bardossy, A. C. (2018). El papel de la contaminación ambiental en la transmisión de patógenos nosocomiales e infecciones asociadas a la atención sanitaria. *Informes actuales sobre enfermedades infecciosas*, 20(6), 12. <https://doi.org/10.1007/s11908-018-0620-2>
- Szymanska, J. (2007). Dental bioaerosol as an occupational hazard in a dentist's workplace. *Ann Agric Environ Med.*, 14(2), 203-207. <http://www.aaem.pl/fulltext.php?ICID=14203>
- Véliz, E., Vergara, T., Pearcy, M. y Dabanch, J. (2018). Importancia del proceso de limpieza y desinfección de superficies críticas en un servicio dental. Impacto de un programa de intervención. *Revista chilena de infectología*, 35(1), 88-90. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182018000100088>
- Yagui Moscoso, Martin, Vidal-Anzardo, Margot, Rojas Mezarina, Leonardo, & Sanabria Rojas, Hernán. (2021). Prevención de infecciones asociadas a la atención de salud: conocimientos y prácticas en médicos residentes. *Anales de la Facultad de Medicina*, 82(2), 131-139. <https://dx.doi.org/10.15381/anales.v82i2.19839>

Yiyela Masó, Marina, Sesma, Ana Claudia, Pintado, Sandra, Santolin, Carolina, Luna, Tomás Ignacio, & Mangiaterra, Sandra Mariela. (2020). Contaminación ambiental por microorganismos multirresistentes y el efecto de la limpieza y desinfección en una unidad de cuidados intensivos. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 54(2), 145-150.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572020000200005&lng=es&tlng=

Zambrano N, Maria A, Rodríguez L, Héctor, Urdaneta P, Leonidas E, González, Ana C, & Nieves, Beatríz. (2007). Monitoreo bacteriológico de áreas clínicas odontológicas: estudio preliminar de un quirófano. *Acta Odontológica Venezolana*, 45(2), 160-165.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652007000200005&lng=es&tlng=es

X. ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DE CULTIVOS MICROBIOLÓGICOS

- a. **Momento basal.** En la siguiente imagen se presentan cultivos microbiológicos representativos para el momento previo a la atención.



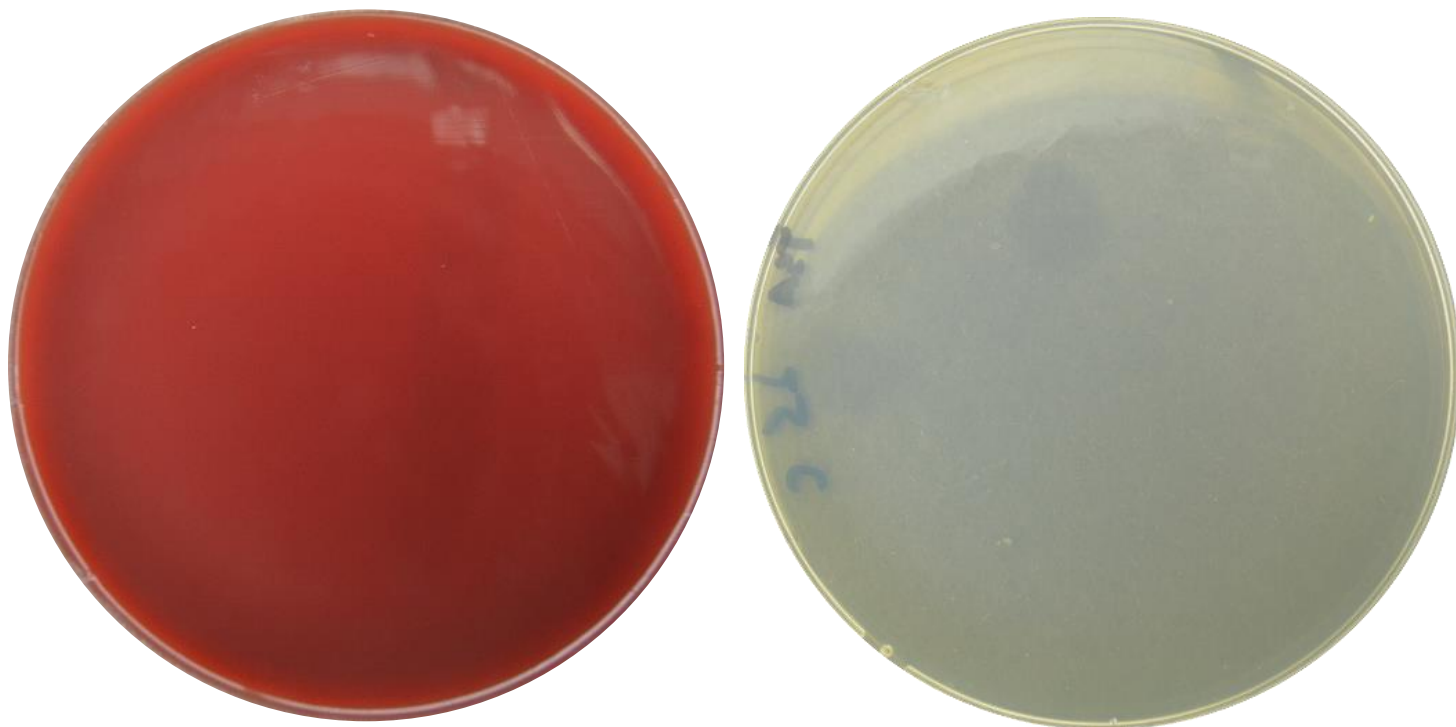
Estos cultivos corresponden a la atención número 5 y son representativos en general de este momento de la atención. Se registraron 194 URL en este momento.

b. Momento posterior a la atención. En la siguiente imagen se presentan cultivos microbiológicos representativos para el momento posterior a la atención.



Estos cultivos corresponden a la atención número 7 y son representativos en general de este momento de la atención, el número de UFC sobrepasa las 1700 en ambas placas. El luminómetro en este momento marcó 495 URL.

c. **Momento posterior a desinfección con Higiental®.** En la siguiente imagen se presentan cultivos microbiológicos representativos para el momento posterior a la atención.



Estos cultivos corresponden a la atención número 18 y son representativos en general de este momento de la atención, luego del uso de Higiental®. El luminómetro en este momento marcó 149 URL.