

MARC
1131

REG.
20693

T
C355v
2017



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE
Escuela de Odontología

**VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LOS PROCESOS DE LIMPIEZA Y
SANITACIÓN EN LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE LAS UNIDADES
CLÍNICAS DE LA ESCUELA DE ODONTOLÓGIA DE LA UNIVERSIDAD DE
VALPARAÍSO, MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA BIOLUMINISCENCIA
ACCUPOINT ADVANCED®**



Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnos: María José Castro Avalos
Gian Marco Martínez Bordigoni

Docente Guía: Prof. Dr. Máximo Hernández Rodier
Cátedra de Cirugía y Traumatología Oral y Máxilo Facial

Valparaíso - Chile
2017

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecer a mis familiares y amigos, a mis padres y a mi hermano, pero en especial a mi madre, quien me ha apoyado siempre, día a día, desde un principio, dándome las fuerzas para seguir y lograr mis metas, con amor y paciencia. También quisiera agradecer a mi docente guía Dr. Máximo Hernández, quien sentó las bases para el desarrollo de esta tesis, y de quien recibimos gran apoyo y colaboración.

María José Castro Avalos

Índice

- Introducción4
 - Relación entre contaminación y salud-enfermedad
 - Pregunta de investigación
- Marco teórico6
 - Funciones y objetivos de la limpieza
 - Medidas de protección y resguardo
 - Transmisión de microorganismos
 - Persistencia de microorganismos en superficie
 - Infecciones asociadas a la atención en Salud (IAAS)
 - Superficies de riesgo
 - Limpieza y desinfección
 - Métodos de evaluación
 - Bioluminiscencia
 - Comparación de los métodos de evaluación
 - Superficies clínicas
 - Protocolo de limpieza
 - Situación actual
- Objetivos24
 - Objetivo general
 - Objetivos específicos
- Metodología24
 - Estudio
 - Tipo de estudio

- Hipótesis de investigación
- o Instrumentos
- o Materiales
- o Estandarización
- o Calibración
- o Muestra
 - Tipo de muestra
 - Selección de las unidades de estudio
 - Proceso de toma de muestras
 - Eliminación de desechos
- o Variables
 - Independientes
 - Dependiente
- Resultados.....32
- Discusión.....36
- Conclusión.....39
- Sugerencias.....40
- Referencias Bibliográficas41
- Anexos44

Introducción

En la actualidad los niveles de contaminación en las superficies de trabajo de las distintas áreas clínicas de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso es desconocido, por lo que se hace imprescindible tener un análisis objetivo que permita cuantificar la contaminación presente en éstas y ver si éstos niveles se consideran aceptables o no para la atención de pacientes, verificando así qué tan eficaces son los procesos de limpieza y sanitización, de manera de detectar posibles deficiencias en estos.

Existe una directa relación entre contaminación de superficies en un ambiente de atención en salud y el desarrollo de enfermedades infecto-contagiosas producto del contacto, ya sea directo o indirecto, con estas superficies. Es por esto, que en nuestro país el Ministerio de Salud establece pautas, normas, manuales y protocolos sobre precauciones en la atención y el manejo de la limpieza y desinfección de instrumentos y superficies clínicas, además del control y la evaluación de éstos, de manera de verificar la eliminación de microorganismos patógenos. De esta misma forma, presta gran atención a la vigilancia epidemiológica, de manera de poder prevenir y contener potenciales brotes de ciertas enfermedades de interés, a través de un sistema de reporte inmediato y diario desde los servicios de salud a las respectivas autoridades, con lo que es posible determinar datos como incidencia y prevalencia.

Para la evaluación de precauciones estándares como la limpieza y desinfección de superficies, el Ministerio de Salud otorga libertad a los establecimientos de salud para que cada uno de ellos elija el método más apropiado de acuerdo a sus condiciones. Encontramos gran variedad de métodos de evaluación de superficies, dentro de los cuales existe la bioluminiscencia, método que no ha sido ampliamente utilizado en ambientes hospitalarios, sin embargo es común dentro de la industria de la comida. El funcionamiento de este sistema es a partir de la medición de unidades relativas de luz emitidas por muestras tomadas de las superficies de interés.

Para este estudio se utilizará el sistema de bioluminiscencia *Accupoint Advanced®*, el cual permitirá verificar la eficacia de los procesos de limpieza y sanitización existentes, llevados a cabo por funcionarios auxiliares y alumnos, con lo que será posible realizar sugerencias para eventuales mejoras en los procedimientos de limpieza y desinfección.

En la eventualidad que las unidades clínicas presenten un alto nivel de contaminación, se investigarán las causas de ésta y se propondrán medidas que permitan obtener niveles aceptables de limpieza para desempeñar el trabajo clínico.

La difusión de la presente investigación se realizará dentro de la Universidad de Valparaíso, siendo su Facultad y Escuela de Odontología los principales beneficiados con el desarrollo de ésta; y a los organismos que consideren pertinente y necesaria la implementación de este método para la evaluación de superficies clínicas. Este estudio representa un aporte al desarrollo apropiado de actividades clínicas, ya que permite por primera vez evaluar en forma cualitativa el nivel de contaminación, siendo así un método innovador. Se ven beneficiados con este estudio también, pacientes, profesionales y funcionarios, ya que se detectarán zonas que presenten falencias en la limpieza y sanitización, para así proponer procedimientos más efectivos y reducir la contaminación cruzada.

Pregunta de investigación

¿El nivel de contaminación de las diferentes áreas de la unidad clínica varía luego de los procedimientos de sanitización realizados por funcionarios o cuando son complementados por estudiantes?

Marco teórico

Funciones y objetivos de la limpieza

Diferentes patógenos pueden alojarse en las superficies clínicas de un centro de atención de salud, actuando de esta manera como un vehículo para la diseminación de estos patógenos. Durante las prácticas odontológicas existe exposición a diferentes patógenos e infecciones, por lo que se debe destacar la importancia de mantener un ambiente libre de microorganismos en las superficies de trabajo de las unidades clínicas, de manera de evitar la transmisión de estas infecciones, tanto a profesionales como a los pacientes. Es por esto, que resulta pertinente elaborar protocolos de limpieza y desinfección de las unidades clínicas. Tales protocolos, debiesen ser puestos en práctica rutinariamente y monitorizados para verificar su eficiencia y adhesión de profesionales y funcionarios encargados de los procesos de limpieza. Esta limpieza tiene dos funciones principales:

- A. Mejorar o restaurar la apariencia y prevenir el deterioro
- B. Disminuir el número de microorganismos presentes y cualquier sustancia que pueda favorecer su crecimiento o interferir con la desinfección o esterilización, de manera de prevenir infecciones ⁽¹⁾

Este control y prevención de infecciones pretende cumplir con ciertos objetivos para mantener un ambiente óptimo. De acuerdo con los organismos internacionales, Organización mundial de la Salud, (OMS) Organización Panamericana de la Salud (OPS), Centro de Control y Prevención de enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica (CDC) y Asociación Dental Americana (ADA) los Objetivos son los siguientes:

- 1. Ofrecer una práctica segura a pacientes y trabajadores de la salud.
- 2. Evitar la diseminación, encubrimiento y preservación de enfermedades infecciosas dentro del consultorio odontológico.
- 3. Disminuir los riesgos de contaminación y accidentes laborales.
- 4. Cumplir con requisitos éticos, morales y legales del ejercicio profesional; y con leyes y reglamentos nacionales e internacionales ⁽²⁾

Medidas de protección y resguardo

Para reducir efectivamente el riesgo de infecciones para el personal y pacientes, quienes se encuentran continuamente expuestos, se deben tomar medidas que disminuyan la transmisión de patógenos principalmente a través de sangre, saliva, agua y aire. Dentro de estas medidas encontramos (1) limpieza, desinfección y esterilización,

(2) equipo de bioseguridad para personal, (3) inmunización, (4) prevención y manejo de accidentes cortopunzantes y (5) antisepsia. Además de estos resguardos, se deben delimitar las áreas de trabajo en administrativa, clínica y de procesamiento del instrumental y materiales, para evitar la contaminación de un área a otra, según la NORMA GENERAL TÉCNICA N° 6, SOBRE ATENCIÓN ODONTOLÓGICA del Ministerio de Salud⁽³⁾:

- A. Área Administrativa: está compuesta por escritorio, repisas, lápices, gomas, fichas, teléfono, etc.
- B. Área Clínica: se pueden diferenciar dos áreas de trabajo:
 - Área Clínica Directa: Cubiertas de trabajo con instrumental que tendrá contacto directo con mucosas y/o fluidos corporales.
 - Área Clínica Indirecta: Cubiertas y gavetas de mobiliario con instrumental y materiales de uso específico para ciertos procedimientos. Ej. Equipo de dique de goma, amalgamador, lámpara de luz visible, cementos, etc.

Transmisión de microorganismos

Cuando no se toman los resguardos correspondientes ni se realizan los protocolos de limpieza y desinfección de manera apropiada, aumenta el riesgo de infección, mediante la transmisión de microorganismos, lo que puede producirse de tres formas: por contacto directo (sangre y fluidos orales), contacto indirecto (objetos contaminados, instrumentos, superficies del ambiente de trabajo) y mediante aerosoles. Los patógenos que podemos encontrar incluyen: cytomegalovirus (CMV), HBV, HCV, herpes simple virus tipo 1 y 2, HIV, *Mycobacterium tuberculosis*, *staphylococcus*, *estreptococcus*. Se deben tener en consideración estos mecanismos de transmisión, de manera de incluir normas claras de bioseguridad en la elaboración de los protocolos de limpieza y desinfección en un marco de prevención y control de enfermedades infectocontagiosas⁽⁴⁾.

La cadena de transmisión de la infección considera⁽⁵⁾:

1. Reservorio: lugar donde los microorganismos se mantienen, crecen y se multiplican, como son reservorios animados (animales, humanos) y reservorios inanimados (materiales, murallas, pisos y muebles)
2. Agente infeccioso: organismo vivo responsable de producir la enfermedad infecciosa
3. Puerta de salida: sitio por donde el agente infeccioso abandona al huésped (respiratoria, genito-urinaria, digestiva, piel, y placentaria)
4. Vías de transmisión: mecanismo por el cual el agente infeccioso es transportado

desde la puerta de salida del reservorio a la puerta de entrada del huésped susceptible

5. Puerta de entrada: sitio por donde el agente infeccioso entra al huésped
6. Huésped susceptible

Producto de que bacterias vegetativas como *S aureus*, *Enterococcus*, *Escherichia coli*, coagulasa-negativa *Staphylococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*, sean la causa más común de enfermedades nosocomiales, desinfectantes efectivos contra estos patógenos debiesen ser seleccionados para los protocolos de limpieza y desinfección. La tabla I⁽⁴⁾ presenta los patógenos más prevalentes causantes de enfermedades nosocomiales según la CDC (Disease Control and Prevention)⁽⁶⁾.

Patógeno	% enfermedad causada	Relevancia
<i>Staphylococcus aureus</i>	15,6%	Contribuidores más prevalentes a desarrollo de enfermedades nosocomiales
<i>Escherichia coli</i>	11,5%	
<i>Staphylococcus coagulasa-negativo</i>	11,4%	
<i>Klebsiella</i>	8%	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7,5%	
<i>Enterococcus faecalis</i>	6,8%	
<i>Candida albicans</i>	5,3%	
<i>Enterobacter spp</i>	4,7%	
Otras <i>Candida spp</i>	4,2%	
<i>Enterococcus faecium</i>	4,1%	
<i>Enterococcus spp</i>	3%	
<i>Proteus spp</i>	2,5%	
<i>Serratia spp</i>	2,1%	
<i>Acinetobacter baumannii</i>	1,8%	Causas más comunes de brote y clausura de instalaciones. Relativamente difíciles de eliminar
Esporas de <i>Clostridium difficile</i>	En muchos centros es la causa más común de enfermedades nosocomiales	
Norovirus		
<i>Aspergillus</i>		
Rotavirus		
Adenovirus		

Tabla I: Principales patógenos presentes en enfermedades nosocomiales. Descritos en Rodríguez *et. al*, De la bioseguridad al control de infecciones en Estomatología ⁽⁴⁾.

Esta transmisión de microorganismo se debe a las múltiples oportunidades de infección cruzada entre pacientes que se da en el ejercicio clínico, producto de:

- Equipos, superficies, insumos, contenedores y recipiente, que no han sido rutinariamente limpiados y desinfectados apropiadamente entre pacientes
- Ausencia o demora en la limpieza de superficies con derrames de sangre

Persistencia de microorganismos en superficie

La persistencia de microorganismos tales como bacterias, hongos y virus, depende de factores como el material de la superficie, sea poroso o no, la temperatura y la humedad

ambiental⁽⁷⁾.

En el caso del material de superficie la Norma General Técnica sobre esterilización y desinfección⁽⁸⁾ de elementos clínicos establece que el mobiliario, que incluye estanterías, repisas, muebles, gabinetes y otros, deben ser de un material liso, no porosos, sin orificios para evitar la acumulación del polvo, y resistentes al lavado.

Una humedad aumentada y una baja temperatura, entre los 4° y 6° C, permite una mayor persistencia de la mayoría de bacterias y virus. Para medir esto, por lo general las condiciones son manipuladas en laboratorio, ya que en clínica puede existir contaminación simultánea con varios patógenos nosocomiales, fluidos corporales y secreciones⁽⁷⁾. Barker *et al.*⁽⁹⁾ concluye que una mano contaminada puede contaminar a su vez entre 5 y 7 superficies inanimadas, mientras que Rheinbaben *et al.*⁽¹⁰⁾ asevera que 14 sujetos se pueden contaminar luego de tocar la misma superficie.

Si bien las condiciones de las superficies van variando, se ha descrito que la persistencia de bacterias es más o menos prolongado dependiendo de su especie, lo mismo ocurre con hongos y virus. *Enterococcus spp.* y *Streptococcus pyogenes* pueden vivir meses en superficies, mientras que la *Candida albicans* puede vivir entre 24 horas⁽¹¹⁾ y 3 días⁽¹²⁾ en superficie, dependiendo de las condiciones de ésta y las condiciones ambientales. Kramer *et al.*⁽⁷⁾ menciona que el virus de la influenza puede sobrevivir sólo unos pocos días, mientras que el rotavirus podría persistir en superficie por 2 meses. También menciona, que los virus herpes como el virus herpes simple y el citomegalovirus pueden persistir de unas pocas horas a 7 días en superficies inanimadas. Otro estudio realizado por Mbithi *et al.*⁽¹³⁾ concluye que el Virus de la Hepatitis A puede permanecer 4 horas en las manos luego del contacto con otra superficie contaminada

Infecciones asociadas a la atención en Salud (IAAS)

Corresponden a estas enfermedades anteriormente llamadas nosocomiales o intrahospitalarias, que son las que un paciente adquiere durante la atención en algún centro de salud. Están más asociadas a la hospitalización, procedimientos invasivos y su control tiene el objetivo de prevenir el potencial brote de epidemias. El Ministerio de salud en Chile realiza una vigilancia epidemiológica de enfermedades infecciosas, a través de la cual detectan, recolectan datos, los analizan, interpretan y difunden, con el fin de reducir la incidencia y prevalencia de problemas de salud⁽¹⁴⁾. Al detectar alguna de las enfermedades listadas por el minsal, estas deben ser notificadas en forma inmediata, diaria o a establecimientos centinelas⁽¹⁴⁾. Estos contagios se producen principalmente por fallas sistemáticas en algún aspecto de la atención, generalmente precauciones estándares, aislamiento, técnica aséptica u otra práctica clínica⁽¹⁵⁾. Para

prevenir la transmisión de estos agentes microbianos, el MINSAL y Gobierno de Chile proponen precauciones estándares para el control de infecciones en la atención en salud, dentro de las cuales están el manejo de equipamiento clínico para el cuidado de pacientes, que consiste en la limpieza por arrastre y con algún desinfectante de bajo o mediano nivel.

- Limpieza ambiental: limpiar regularmente las superficies sucias o tocadas con frecuencia con los procedimientos y productos de rutina
- Técnica aséptica
- Esterilización y desinfección de equipos usados para la atención del paciente, especialmente cuando se someten a procedimiento invasivos algún procedimiento con penetración en tejidos, como es común en la odontología
- Aseo y desinfección de áreas

Estas precauciones estándar y medidas preventivas generales son periódicamente evaluadas en su nivel de cumplimiento, para lo que cada establecimiento debe identificar el método de medición más apropiado de acuerdo a sus condiciones y el proceso evaluado⁽¹⁶⁾.

Superficies de riesgo

Si bien existen estos protocolos de limpieza, desinfección y esterilización para instrumentos y equipos que están en contacto directo con los pacientes, también se debe tener entonces resguardo con las superficies ambientales que no se encuentran en contacto directo con ellos, pero que pueden actuar como reservorio de microorganismos, como por ejemplo el mesón de trabajo, manillas, interruptores, etc. La carga bacteriana de estos reservorios se puede diseminar por el ambiente a través del aire, la humedad de aerosoles, manos sin lavar, contacto directo con objetos inanimados⁽¹⁾

Las diferentes superficies y objetos se pueden clasificar de acuerdo al contacto que tengan con fluidos corporales y sangre, en críticos (instrumental que ingresa a zonas estériles del cuerpo), semicríticos (instrumental que contacta mucosas y piel no indemne) y no críticos (instrumentos que sólo contactan piel intacta). Esta clasificación fue creada por Spaulding en el año 1968 y permite determinar el nivel de desinfección a utilizar en las diferentes superficies, ya sea nivel bajo, intermedio o alto. El nivel de desinfección seleccionado para cada artículo debe estar en relación al riesgo potencial de producir infección en el paciente. McDonnell *et al.*⁽¹⁷⁾ sugieren que los métodos actuales de desinfección de acuerdo a la clasificación de Spaulding debiesen ser reconsiderados, debido a la resistencia que poseen varios tipos de bacterias y protozoos a los niveles de desinfección, incluidos desinfectantes de alto nivel en base a

aldehídos. Con esto resulta aún más relevante fomentar la adhesión a los protocolos y la monitorización de estos para verificar su eficacia.

Limpieza y desinfección

Es pertinente entonces, hacer la diferencia entre los conceptos de limpieza, descontaminación, desinfección y esterilización para las diferentes superficies.

Según lo establecido en la Norma general técnica sobre esterilización y desinfección de elementos clínicos del Ministerio de Salud de Chile ⁽⁸⁾, existe la siguiente diferencia:

- A) Limpieza: disminuye la carga microbiana por arrastre, pero no destruye microorganismos. Implica la eliminación de materia orgánica, sales y suciedad visible que pudiese interferir con la inactivación bacteriana, de lo contrario se puede ver afectada la desinfección. Puede realizarse a través de métodos manuales o automáticos.
- B) Descontaminación: disminuir la carga microbiana de los artículos contaminados durante la atención de pacientes o por contacto con fluidos corporales o materia orgánica, dejándolos seguros para su manipulación. La descontaminación se logra a través de la eliminación de la materia orgánica con métodos de limpieza estandarizados.
- C) Desinfección: destrucción de formas vegetativas de microorganismos en objetos inanimados y no necesariamente esporas. Tiene acción germicida. Se realiza por métodos químicos o físicos y existen tres tipos de acuerdo a sus objetivos:
 - a) La desinfección de alto nivel elimina todos los microorganismos, incluyendo los virus resistentes y *Mycobacterium tuberculosis*.
 - b) La desinfección de nivel intermedio elimina formas vegetativas de bacterias, hongos y virus, pero no necesariamente todos los virus. En circunstancias especiales puede eliminar *Mycobacterium tuberculosis*.
 - c) La desinfección de nivel bajo elimina bacterias patógenas en su forma vegetativa y algunos hongos, no elimina el *Mycobacterium tuberculosis* ni los virus de tamaño pequeño no lipídico. Existen desinfectantes de nivel bajo que no destruyen las formas vegetativas de todas las bacterias.
- D) Esterilización: es la eliminación completa de toda forma de vida microbiana de objetos inanimados incluyendo esporas. Puede conseguirse a través de métodos físicos, químicos o gaseosos.

Esta norma establece que los artículos no críticos y las superficies inanimadas (Ej. muebles, suelo y muros) se pueden tratar únicamente con limpieza y en algunas situaciones se indica utilizar desinfectantes de nivel bajo o intermedio, ya que el uso rutinario de éstos aumenta el costo y la toxicidad al personal y pacientes, en vez de

aportar mayores beneficios. Todos los desinfectantes, cualquiera sea su nivel, deben cumplir con los objetivos de la desinfección a la que están orientados. Para que un desinfectante logre estos objetivos, debe presentar ciertas propiedades, enumeradas en la tabla II⁽¹⁷⁾.

Propiedades de un desinfectante ideal

1. **Amplio espectro microbiano:** incluidos causantes más comunes de brotes y clausura de instalaciones
2. **Rápida acción:** debe tener un tiempo determinado para eliminar patógenos en la etiqueta
3. **Permanece húmedo:** el tiempo suficiente para eliminar patógenos con una única aplicación o los tiempos recomendados por la evidencia
4. **No afectado por factores ambientales:** permanecer activo en presencia de materia orgánica y compatible con algodón, microfibras, jabón, detergentes y otros químicos usados
5. **No tóxico:** no irritantes para operador, visitantes y pacientes. No inducir síntomas de alergias (asma y dermatitis)*
6. **Compatibilidad con la superficie:** probada con superficies comunes de los establecimientos y el equipamiento
7. **Persistencia:** mantener actividad antimicrobiana sostenida o efecto residual en la superficie tratada
8. **Fácil uso:** disponible en diversos formatos como toallas (grandes o pequeñas), sprays, relleno, instructivos simples y con indicaciones sobre equipo para protección del usuario
9. **Olor aceptable:** tolerable para usuarios y pacientes, o sin olor
10. **Económico**
11. **Soluble en agua**
12. **Estable en estado concentrado o diluido**
13. **Buenas propiedades de limpieza**
14. **No inflamable:** punto de inflamabilidad sobre 150°F

*Clasificación de toxicidad: peligro, advertencia, precaución, ninguno

Tabla II: Propiedades ideales de un desinfectante. Descritas en McDonnell *et. al*, Disinfection: is it time to reconsider Spaulding?⁽¹⁷⁾.

Dentro de los desinfectantes de nivel intermedio y bajo para estas superficies y artículos no críticos, se encuentran: Alcoholes, Amonios cuaternarios, Cloro y sus derivados, Fenoles, cuyas ventajas y desventajas se encuentran listadas en la tabla III. ⁽¹⁷⁾

1. **Alcoholes:** componentes químicos solubles en agua, que destruyen formas vegetativas bacterias, hongos, virus y *Mycobacterium tuberculosis*, desnaturalizando las proteínas. La mayor efectividad se observa en la concentración del 70%. Los más utilizados son el alcohol etílico y el alcohol isopropílico. Se inactivan en presencia de materia orgánica y se evaporan rápidamente.
2. **Amonios Cuaternarios:** poseen acción microbicida muy limitada, por lo que su uso se limita al saneamiento ambiental en formulaciones como detergentes/desinfectantes. Factores ambientales como el agua dura, jabón y materia orgánica reducen su actividad.
3. **Cloro y sus derivados:** su mecanismo de acción es mediante inhibición enzimática, desnaturalización de proteínas e inactivación de ácidos nucleicos, con lo que abarcan un amplio espectro microbicida. En presencia de materia orgánica son inestables y son tóxicos para la piel y las mucosas. El hipoclorito de sodio en presentación líquida es el más utilizado.
4. **Fenoles:** destruye y penetra la pared celular de microorganismos, precipitando las proteínas celulares. Deja residuos en materiales porosos.

Desinfectante	Ventajas	Desventajas
Alcohol	<ul style="list-style-type: none"> Bactericida, tuberculicida, fungicida, virucida Rápida acción No corrosivo No mancha Desinfecta pequeñas superficies No deja residuos tóxicos 	<ul style="list-style-type: none"> No esporicida Afectado por materia orgánica Acción lenta contra virus sin envoltura No detergente y sin propiedades de limpieza No registrado en la EPA Daña algunos instrumentos Inflamable Se evapora rápidamente No recomendado para grandes superficies Brotos atribuidos a alcohol contaminado
Hipoclorito de sodio	<ul style="list-style-type: none"> Bactericida, tuberculicida, fungicida, virucida Esporicida Rápida acción Económico No inflamable No afectado por dureza del agua Reduce biofilm en superficie Relativamente estable Usado en tratamiento desinfectante del agua Registrado en la EPA 	<ul style="list-style-type: none"> Peligro de reacción con ácidos y amonios Deja residuos salinos Corroe metal Inestable Afectado por materia orgánica Decolora y mancha Peligro potencial de producción de trihalometanos Mal olor Irritante
Peróxido de hidrógeno mejorado	<ul style="list-style-type: none"> Bactericida, tuberculicida, fungicida, virucida Rápida eficacia Cumple con tiempos de humedad Seguro para utensilios (más bajo nivel de toxicidad según la EPA) No inflamable 	<ul style="list-style-type: none"> Costo más elevado que otros agentes No esporicida a bajas concentraciones
Fenoles	<ul style="list-style-type: none"> Bactericida, tuberculicida, fungicida, virucida Bajo costo (en forma diluida) No mancha No inflamable Registrado en la EPA 	<ul style="list-style-type: none"> No esporicida Absorbido por material poroso y tejido irritativo Despigmentación de la piel por algunos fenoles Hipertirubinemia en niños cuando no es preparado según lo recomendado
Amonios cuaternarios	<ul style="list-style-type: none"> Bactericida, fungicida, virucida contra aquellos con envoltura (ej. VIH) Buena limpieza Registrado en la EPA Compatible con superficies Actividad antimicrobiana persistente si no es perturbado Bajo costo en forma diluida 	<ul style="list-style-type: none"> No esporicida No tuberculicida o virucida contra aquellos sin envoltura Elevada dureza de agua, gasa o algodón pueden reducir su actividad microbicida Afectado por materia orgánica Múltiples brotes atribuidos a cloro benzalconio contaminado
Ácido paracético y peróxido de hidrógenos	<ul style="list-style-type: none"> Bactericida, fungicida, virucida y esporicida (ej. <i>Clostridium difficile</i>) Activo en presencia de materia orgánica No contamina medioambiente Registrado en la EPA Compatible con superficies 	<ul style="list-style-type: none"> Carece de estabilidad Potencial incompatibilidad con ciertos materiales como cobre y latón Costo más elevado que otros agentes Mal olor

Tabla III: Ventajas y desventajas de los desinfectantes. Descritas en McDonnell *et. al*, Disinfection: is it time to reconsider Spaulding?⁽¹⁷⁾.

Las primeras recomendaciones para la prevención y control de infecciones fueron hechas en 1985 por la CDC (Centers for Disease control and Prevention) a través de una guía para el control de las áreas de trabajo, que estaba orientada a un ambiente hospitalario e incluía instrucciones para el lavado de manos. A partir de entonces, se han actualizado y emitido nuevas guías con más recomendaciones. Actualmente, la guía vigente es la de la CDC del año 2003⁽⁶⁾, que incluye educación y protección del personal, prevención de transmisión de patógenos a través de fluidos, esterilización y desinfección, control ambiental de infecciones (superficies y equipos que no contactan directamente con los pacientes), etc. Las superficies se pueden dividir en superficies clínicas y superficies domésticas (pisos, paredes, lavamanos). La estrategia a seleccionar para la limpieza de estas superficies debe considerar el potencial riesgo de contacto directo con el paciente, el grado y frecuencia de contacto con las manos del profesional, y el potencial riesgo de contaminación con fluidos o fuentes ambientales de microorganismos (polvo, tierra, agua).

Para limpiar las superficies y eliminar manchas de sangre o materia orgánica contenedora de patógenos, tanto en superficies clínicas como domésticas, la FDA⁽¹⁸⁾ recomienda el uso de un desinfectante o detergente hospitalario registrado en la EPA

(Environmental Protection Agency) ⁽¹⁹⁾. Estos detergentes están listados de acuerdo al patógeno contra el cual son efectivos, ya sea VIH, virus de hepatitis B, C y el *Mycobacterium tuberculosis*. Otra opción es utilizar hipoclorito de sodio registrado en la EPA, o en su defecto, si no está disponible, hipoclorito de sodio al 5,25% diluido en agua. El protocolo establece que la persona encargada de realizar la limpieza debe utilizar guantes y otros elementos personales de bioseguridad si es necesario. Esta materia orgánica debe ser removida con una toalla de papel absorbente, para luego ser desechada en un contenedor especial para este propósito, que no filtre.

Lewis *et al.*⁽²⁰⁾ propone como una buena práctica el siguiente protocolo: una limpieza inicial con agua potable y toallas de papel desechables, a continuación aplicar el detergente en spray y limpiar con un trapo desechable. Finalmente, enjuagar con agua y secar con toallas de papel desechables

A pesar de que las recomendaciones se encuentran a la disposición para el conocimiento del personal responsable, los protocolos pueden ser deficientes o no ser ejecutados de forma correcta, por lo que adquiere importancia un control preciso y exhaustivo de estos procesos. Un estudio realizado por Kimiko *et al.* ⁽²¹⁾ evaluó los métodos implementados para el control de las infecciones por parte de profesionales en la Municipalidad de Sao Paulo, concluyendo que éstos eran deficientes, ya que el 30,62% de los profesionales admitió que no hacía uso de las barreras de protección, mientras que el 34,17% utilizaba métodos de desinfección no ideales u obsoletos.

Métodos de evaluación

Existen métodos y artefactos electrónicos para medir los niveles de contaminación y evaluar, por lo tanto, los protocolos, lo que permite detectar fallas, llevando así a cambios y mejoras que aseguren un ambiente libre de microorganismos potencialmente peligrosos para pacientes, profesionales y funcionarios. Estos métodos pueden ser: métodos microbiológicos, método de inspección visual y método de bioluminiscencia.

Dentro de los métodos para el control microbiológico de superficies encontramos el coeficiente fenólico, las diluciones seriadas, filtración por membrana, recuento en placas, susceptibilidad microbiana⁽²²⁾.

- Coeficiente fenólico es un método donde se diluye un desinfectante con un mecanismo de acción similar al fenol y se evalúa su efectividad en relación a éste.
- El método de diluciones seriadas evalúa la acción de un desinfectante en placas de cultivo mediante la determinación de la CMB (concentración mínima bactericida) que es la mínima concentración de desinfectante capaz de reducir

en 5 unidades logarítmicas (10^{-5}) una suspensión de bacterias en 5 minutos a 20°C . Se realizan diferentes diluciones en tubos de ensayo y se inoculan con microorganismos, para posteriormente determinar a qué concentración no se produce crecimiento bacteriano

- La filtración por membrana involucra la mezcla directa de células o esporas con el agente desinfectante para luego realizar la filtración de la mezcla a través de una membrana microporosa. Sus resultados se indican en UFC (Unidades formadoras de colonias)/ml.
- El método de recuento en placas utiliza placas Petri que contienen medios de cultivo de agar para crecimiento bacteriano. Se puede realizar diluciones de microorganismos que se vierten en el medio de cultivo junto con una concentración del desinfectante y se incuban. También existen las placas de contacto que presentan una superficie convexa que debe ser presiona sobre la superficie de interés. Estos métodos de recuento en placas aportan información sobre la cantidad de microorganismos mediante la cuantificación por UFC/cm², considerando un estándar de 2,5-5 UFC/cm² como punto de partida para evaluar la efectividad de un desinfectante⁽²³⁾
- El método de susceptibilidad microbiana utiliza discos de papel de filtro impregnados con el agente desinfectante, que son colocados sobre una suspensión microbiana en un medio de cultivo de agar dentro de una placa Petri. Luego, se miden las zonas de inhibición alrededor del disco.

Actualmente, es muy común el uso del método de inspección visual, que involucra pesquisar la presencia de suciedad visible o polvo, manchas, cuerpos extraños, el estado de la superficie y humedad, pero se ha comprobado que no es eficaz, ya que las superficies que aparentemente se ven limpias, pueden contener niveles altos de contaminación, por lo que nace el concepto de bioluminiscencia como una forma de medición cuantitativa rápida de los residuos orgánicos sobre una superficie. La utilidad del método visual corresponde a determinar si las superficies deben considerarse para ser limpiadas, pero no aseguran que se elimine la carga microbiológica, mientras que en el caso de la bioluminiscencia al ser más sensible, permite detectar rápidamente deficiencias.⁽²¹⁾

Bioluminiscencia

La bioluminiscencia es una producción de luz debido a una reacción química en organismos vivos, el cual depende de una reacción enzima-sustrato. En la naturaleza la bioluminiscencia está presente en muchos seres vivos como bacterias, hongos, con más de 30 sistemas de bioluminiscencia distintos, produciendo emisiones de luz desde el color azul al rojo.

En este proceso, mediante una excitación de electrones se obtiene una liberación de fotones de luz visible o una transformación de energía a productos químicos que emitirán una luz. La mayor parte de estas reacciones ocurren por enzimas luciferasas que catalizan la oxidación de luciferinas en presencia de ATP (adenosín trifosfato) y oxígeno. Este ATP es proporcionado por materia orgánica, por lo que si es que existen organismos vivos, habrá ATP, lo que conlleva a la emisión de luz. La cantidad de luz emitida se relaciona con el rendimiento cuántico de la reacción (relación entre el número de moléculas que emiten fluorescencia respecto al número total de moléculas excitadas), el cual es cercano a 1 en el caso de la bioluminiscencia de las luciérnagas (se produce un fotón por cada reacción). Finalmente, esta emisión de luz es captada por los luminómetros que son instrumentos que están diseñados para medir la intensidad de la luz y transformarla a formato analítico. Este método cuantifica la cantidad de ATP en URL (unidades relativas de luz). Debido a la alta detectabilidad de la señal lumínica se ha empleado la bioluminiscencia en campos bioanalíticos que requieren alta sensibilidad, como medición de ATP en monitorización de procesos de higiene e industria alimenticia, inmunoensayos y ensayos de hibridación de ácidos nucleicos. Su uso puede abarcar el monitoreo de equipos, el manejo rutinario de higiene, verificación de una desinfección efectiva, detección de brotes de microorganismos.⁽²⁴⁾

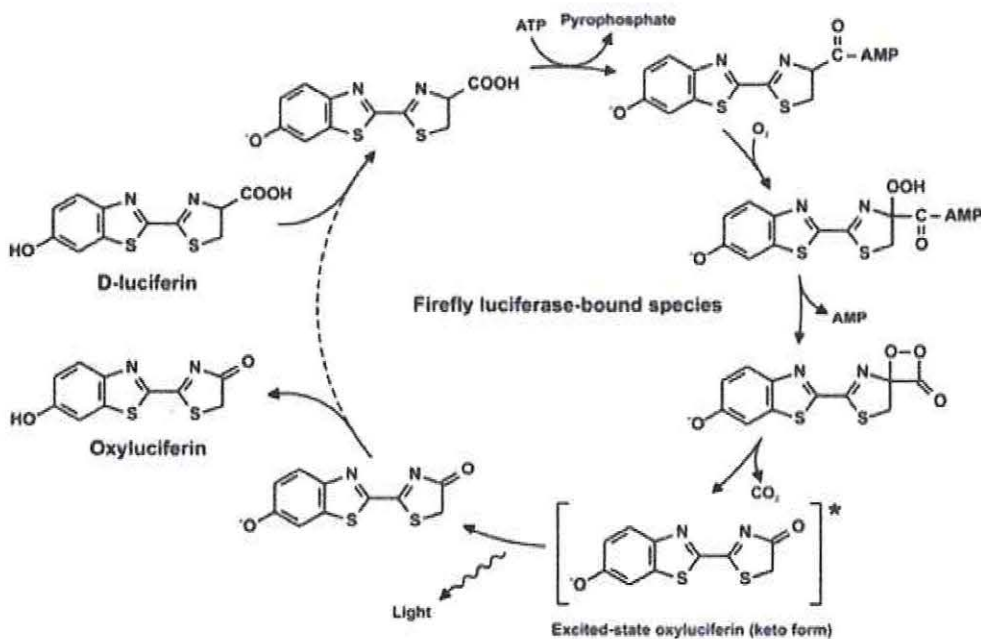


Imagen 1: Reacción de Bioluminiscencia en luciérnaga: Paso de D- Luciferina a un excitado estado de oxi-Luciferina en presencia de ATP + O₂ mediante una enzima luciferasa⁽²⁴⁾.

Actualmente las aplicaciones analíticas han mejorado por avances tecnológicos en la detección lumínica. Esta bioluminiscencia se puede medir entonces a través de:

1. Luminómetros: son simples instrumentos para representar la intensidad de luz emitida en un rango de formatos analizables. Sus requerimientos son alta sensibilidad, un alto rango dinámico que cubra la totalidad del espectro de luz visible.
2. Luminogramas para escaneos: captan la luz emitida en distintas dimensiones de la superficie analizada, formando así imágenes en 2D y 3D. ⁽²⁴⁾

Comparación de los métodos de evaluación

Un estudio realizado por Menis *et al.*⁽²⁵⁾ en una Unidad de Terapia intensiva, evaluó la eficiencia de los métodos de limpieza/desinfección de las superficies, utilizando como indicadores la evaluación visual, bioluminiscencia por detección de ATP y el indicador microbiológico. Las superficies fueron evaluadas antes y después de ser limpiadas con alcohol al 70%, concluyendo que el indicador visual es el método menos confiable, ya que otorgaba una tasa de reprobación porcentualmente mayor a los otros métodos.

Mulvey *et al.*⁽²⁶⁾, compararon los métodos de inspección visual, bioluminiscencia y control microbiológico en un medio de cultivo en agar. Tomaron muestras de diferentes superficies durante 4 semanas y lograron determinar que la inspección no reflejaba los mismos niveles de contaminación observados mediante bioluminiscencia y el control microbiológico. Observaron una correlación entre estos dos últimos métodos en donde 100 URL era lo más cercano al estándar de crecimiento microbiano de 2,5 UFC/cm². A partir de estos resultados concluyeron que el monitoreo microbiológico y mediante bioluminiscencia confirmaban la presencia de contaminación ambiental, la persistencia de patógenos nosocomiales y el efecto de protocolos de limpieza. Otorgaron de esta manera un parámetro de referencia para evaluar el nivel de contaminación de una superficie (100 URL). Por otro lado, Omidbakhsh *et al.*⁽²⁷⁾ evaluaron la correlación entre las unidades de URL y el recuento de UFC, y concluyeron que este método no es confiable para evaluar la efectividad de la desinfección. Sus resultados también sugieren que no es la herramienta óptima para comparar la efectividad de distintos desinfectantes o para realizar un recuento de microorganismos de superficie.

En otro estudio llevado a cabo por Sherlock *et al.*⁽²⁸⁾ se realizó una comparación entre el método de inspección visual, método químico (ATP) y método microbiológico (recuento UFC), y concluyeron que visualmente no fueron aportadas medidas significativas del nivel de limpieza de la superficie, y que por lo tanto este método corresponde al menos sensitivo. Además, a diferencia de otras investigaciones, ésta no establece una correlación entre ATP y UFC/ml, sino que sugieren que se utilicen ambos métodos para la evaluación y monitoreo de regímenes de limpieza.

Moore *et al.*⁽²⁹⁾ compararon la sensibilidad para detectar niveles de contaminación del método microbiológico, de bioluminiscencia y de detección de proteínas, en superficies de acero inoxidable inoculadas con E. Coli y restos de comida, y determinaron que los test más sensibles de proteínas eran más o igualmente sensibles que los test de bioluminiscencia frente a elevados niveles de proteínas, mientras que lo contrario se observó en un medio con bajos niveles de proteínas y un elevado número de bacterias presente, determinado por el método microbiológico.

Para evaluar la higiene hospitalaria a través de la medición de bioluminiscencia y unificar criterios de coordinación y metodología, la 3M propone recomendaciones a través de una guía⁽³⁰⁾. Esta guía destaca la importancia de realizar estudios comparativos sobre protocolos de limpieza y desinfección. No existen a la fecha niveles estándares de URL para la aceptación o rechazo en el grado de limpieza de una superficie, por lo que para definir si una superficie se encuentra limpia se debe comparar el nivel de contaminación detectado en ella, con valores establecidos por expertos en la literatura. Griffith *et al.*⁽³¹⁾ propusieron en su estudio publicado en el Journal of Hospital Infections, un valor inicial de 500 URL como el límite para la aceptación/rechazo, para lo cual utilizaron el Sistema Clean-Trace. Detectaron también, que más del 70% de instalaciones evaluadas no estaban en condiciones aceptables luego de la limpieza, y la evaluación visual era un indicador poco confiable, ya que tan sólo el 18% se consideró aceptable. Por otro lado, en un estudio de seguimiento, Lewis *et al.*⁽²⁰⁾ donde compararon protocolos de limpieza rutinarios y protocolos modificados, siendo estos últimos los que lograron un valor de aceptación/rechazo menor. A partir de esto, propusieron un valor de aceptación/rechazo de 250 URL, es decir, más estricto.

Las mejores prácticas en limpieza y desinfección, diseñadas para aumentar la remoción de suciedad y carga bacteriana y para disminuir el potencial de contaminación, han determinado los diferentes estándares de base para calificar la calidad de la limpieza, y así poder controlar su desempeño⁽²¹⁾. Sobre la base de la revisión de la literatura realizada se recopilaron los siguientes valores presentados en la tabla IV.

Estudio/Parámetros	Aceptado	Rechazado
Griffith <i>et al.</i> "An evaluation of hospital cleaning regimes and standards" ²³	<500 URL	>500 URL
Rifhat E, Malik <i>et al.</i> "Use of audit tools to evaluate the efficacy of cleaning systems in hospitals" ¹⁵	<500 URL	>500 URL
Boyce <i>et al.</i> "Monitoring the effectiveness of hospital cleaning practises by use of an Adenosin Triphosphate bioluminescence assay" ²⁴	<300 URL	>300 URL
Mulvey <i>et al.</i> "Finding a benchmark for monitoring hospital cleanliness" ¹⁸	<100 URL	>100 URL
Lewis <i>et al.</i> "A modified ATP benchmark for evaluating the cleaning of some hospital environmental surfaces" ¹²	<250 URL	>250 URL

Tabla IV: Parámetros de aceptación y rechazo según las unidades relativas de luz emitidas por medidores de Bioluminiscencia encontradas en la literatura existente. Los estudios mencionados fueron considerados para establecer lo valores de corte, de manera de poder clasificar las muestras tomadas en el presente estudio.

No existe un método estandarizado para monitorear y evaluar los métodos de limpieza y desinfección, sin embargo, S.J. Dancer *et al.*⁽¹⁾ propone adoptar un enfoque más integrado y basado en el riesgo que supone la contaminación del ambiente hospitalario, donde se incluya (1) la inspección visual, (2) test rápidos y sensibles para depósitos orgánicos (bioluminiscencia), y (3) control microbiológico de superficies. Dentro del aspecto microbiológico dos variables deben ser tomadas en consideración: la presencia en cualquier cantidad de un microorganismo indicador que signifique un potencial riesgo elevado, y la determinación en cantidad de microorganismos, sin importar su tipo. Si el resultado fuese positivo para estas variables, la atención debiese centrarse en la calidad y frecuencia de monitoreo, y qué método específicamente se está utilizando. Para evaluar la eficacia del método, se deben comparar los valores obtenidos antes y después de efectuada la higiene.

Superficies clínicas

Existen numerosas superficies a evaluar, de las cuales destacan: manillas (puertas, mesón, gabinete, sillas, brackett, lavamanos), interruptores (luz del equipo, luz de habitación o sala, controles del sillón), sillón dental, equipos (de rayos, computadoras), muebles (sillas, mesón, cajoneras y estanterías). Del total de superficies, para el monitoreo deben ser seleccionadas en base a la frecuencia del contacto con las manos, al tránsito de personas y a la proximidad con los pacientes. ⁽¹⁾

Boyce *et al.*⁽³²⁾ evaluaron 5 superficies de alto contacto en 20 habitaciones de paciente en un hospital, en dos instancias, antes y después de la limpieza diaria, y detectaron que éstas solían ser limpiadas de forma inadecuada, ya que el 24% de las superficies permanecieron contaminadas con *staphylococcus aureus* resistente a meticilina. Las lecturas de la contaminación microbiana fueron hechas con el método de bioluminiscencia, con el objetivo de determinar el rango de URL que se espera obtener en ambas instancias. Evaluaron a su vez si el hecho de advertir al personal encargado de la limpieza mejoraba los resultados, lo que arrojó resultados positivos.

En la industria de la comida se programan horarios definidos de limpieza de las superficies de trabajo para llevar al mínimo la carga microbiana de riesgo. En primera instancia se realizan prácticas de monitoreo rápido como la bioluminiscencia, de manera de controlar los procesos en el momento crítico y evitar la ingesta de alimentos contaminados. En segunda instancia se puede realizar un monitoreo microbiológico que puede demorar hasta 48 horas de acuerdo al cultivo, a diferencia de los métodos rápidos que los resultados se obtienen en minutos. Este método rápido de bioluminiscencia representa finalmente una mejor opción considerando el costo-beneficio, ya que a pesar del elevado costo del equipamiento, es una alternativa inmediata que permite evitar posteriores inconvenientes. El constante monitoreo representa también un respaldo legal para las compañías, con lo que pueden demostrar la diligencia de los procesos.⁽³³⁾ S.J. Dancer *et al.*⁽¹⁾ propone utilizar los estándares bacteriológicos como base a la hora de establecer estándares propios para el área de la salud.

Protocolo de limpieza

El Ministerio de Salud y el Gobierno de Chile establecen especificaciones técnicas y procedimientos a través del Manual de Procedimientos⁽⁵⁾, en el cual definen la limpieza como la eliminación mecánica por arrastre de agentes infecciosos y sustancias orgánicas de las superficies, en las cuales los microorganismos pueden encontrar condiciones favorables para sobrevivir y multiplicarse. Esta limpieza debe realizarse a diario en todos los servicios clínicos.

A) Equipo

1. Escobillón de mano
2. Tres paños de limpieza (uno para muebles, otro para pisos, y otro para murallas y artefactos)
3. Dos baldes (uno con agua sola y otro con agua y detergente). para esto sugieren el uso de carros porta baldes para facilitar el desplazamiento y manejo ordenado de los materiales.

4. Material para sustitución (por ejemplo papel higiénico, bolsas plásticas, toallas de papel)

B) Procedimiento: debe realizarse con guantes de uso doméstico

1. Juntar y lleva el equipo al lugar en que será usado
2. Empezar limpiando las superficies de los muebles con un paño humedecido en detergente
3. Sacar restos de detergentes con paño humedecido sólo con agua
4. Agrupar muebles en centro de la habitación
5. Limpiar con detergente murallas (movimientos sobreponiéndose a dos centímetros de zonas ya tratadas para no arrastrar suciedad)
6. Sacar restos de detergentes con paño humedecido sólo con agua
7. Limpiar el piso con la misma técnica
8. Agrupar muebles en lado limpio
9. Repetir procedimiento en las superficies que no se han limpiado
10. Limpiar con detergente el lavamanos individual
11. Lavado de manos

Todas las superficies del mobiliario y pisos deben ser limpiadas con paño húmedo al menos una vez al día para evitar el acumulo de polvo. Por otro lado, define la desinfección como la eliminación de agentes infecciosos que se encuentran en objetos inanimados por medio de la aplicación directa de agentes químicos.

Situación actual

En la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, no existe un protocolo escrito que establezca y oriente a funcionarios en los procedimientos a realizar para llevar a cabo diariamente el método seleccionado de limpieza y desinfección. El método utilizado en las clínicas de la Universidad es en base a alcohol al 70% y cloro para superficies, además de Aseptol® o Dercam® para piso, saliveros, lavamanos y ductos del sillón dental. Los funcionarios son los encargados de barrer y de realizar la limpieza general de la clínica diariamente, previo a su uso, para lo cual utilizan los agentes anteriormente mencionados, mientras que los alumnos solo utilizan láminas de algodón con alcohol al 70%, con lo cual limpian el mesón desde el área limpia al área administrativa y el sillón dental desde la cabeza a los pies, incluidas las mangueras, brackett y la lámpara. Cada cierto tiempo, el cual no se encuentra bien definido, los fines de semana, el personal a cargo realiza una limpieza más profunda de las dependencias de la clínica, siguiendo un orden vertical: techo, iluminación, equipos, paredes, ventanas, cerámicos y piso.

Durante esta limpieza se llevan a cabo las siguientes labores, recopiladas de una serie de informes entregados por los funcionarios a cargo, sin un orden que se mantenga en cada ocasión:

1. Retiro del interior de las clínicas de muebles, sillines, tachos recolectores de desechos.
2. Limpieza de vidrios por interior y exterior, incluyendo marcos de ventanas
3. Limpieza de puertas de acceso
4. Limpieza de muebles en general
5. Barrido inicial a todo el piso
6. Limpieza de unidades dentales completas (base, asiento, brackett, lámpara y salivero)
7. Limpieza de todas las divisiones de boxes y azulejos de paredes
8. Segunda limpieza del piso con espátula y virutilla
9. Aspirado del piso
10. Lavado de piso con Aseptol o Dercam
11. Limpieza de muebles clínicos y tachos recolectores que son puestos en su lugar
12. Fumigación de la clínica

Este método es llevado a cabo sin la existencia de un protocolo escrito determinado, y sin la supervisión de expertos en el asunto, pero guiado por las normas de bioseguridad de la Universidad de Valparaíso.

Objetivos

Objetivo general: Determinar la eficacia de los procedimientos de sanitización (niveles URL) de diferentes áreas de las unidades clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso

Objetivos específicos:

- Describir el nivel de contaminación mediante URL (unidades relativas de luz) de las unidades clínicas en sus diferentes superficies (mesón; lámpara; brackett) en cuatro situaciones de sanitización:
 - a) Apertura clínica (Ac)
 - b) Realizada por estudiantes (Es)
 - c) Término clínica (Tc)
 - d) Realizada por funcionarios (Fn)
- Determinar cuáles son las áreas clínicas críticas en cuanto al nivel de contaminación

Metodología

1) Estudio

Tipo de estudio: Descriptivo corte transversal.

Hipótesis de investigación: Existen niveles de contaminación por sobre el límite aceptado de URL en las diferentes áreas de las unidades clínicas, luego de los procedimientos de sanitización aplicados por funcionario y estudiantes, lo que indicaría una baja eficacia en los procedimientos de limpieza.

2) Instrumentos

- *Accupoint Advanced*®

El sistema utilizado para medir el nivel de contaminación en las superficies de trabajo de las unidades dentales es el *Accupoint Advanced*®, el cual es un monitor que evalúa estos niveles rápidamente, mediante la detección y cuantificación de ATP en la muestra, fundamentándose en la base de que esta molécula es la fuente de energía para los seres vivos, incluyendo microorganismos como hongos y bacterias, lo que permite que sea utilizada como indicador de sanitización. El equipo consta de un monitor luminómetro que mide la luz e indica la intensidad de la luz, un kit de muestreo, que corresponde al hisopo más un cartucho donde éste se inserta, y un software para ordenador donde se pueden ir analizando y almacenando datos.

3) Materiales

- 96 Hisopos *Accupoint*: según la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) del Departamento de Trabajo de Estados Unidos, a través de sus Normas de Seguridad y Salud Ocupacional, sobre Sustancias tóxicas y peligrosas, estos hisopos no son considerados un material riesgoso o tóxico, sin embargo se deben tener ciertas precauciones para un manejo seguro:
 - No respirar polvo
 - Evitar contacto con piel y ojos
 - No comer, beber ni fumar mientras se utiliza el producto
 - Asegurar ventilación adecuada
 - Tener disponibles botellas para lavado de ojos
 - Lavar manos minuciosamente luego de ocupar esta sustancia

Es un producto que debe ser almacenado a temperaturas que no excedan 8°C, en lugar fresco y ventilado (Anexo 1)

- Luminómetro (equipo)
- Láminas de algodón prensado impregnadas con alcohol al 70%
- Implementos de bioseguridad para investigadores
 - Lentes de seguridad
 - Guantes
 - Mascarilla
 - Gorro clínico
 - Tenida clínica

4) Estandarización

Las mediciones fueron realizadas por un operador según las instrucciones del instrumento *Accupoint Advanced*® (Anexo 2 y 3)

5) Calibración

No es posible realizarlo ya que las superficies no pueden mantenerse inalterables en el tiempo, debido a que los cambios provocados por la desinfección diaria de las superficies alterarán estas mismas que son la muestra.

6) Oportunidad

- **Lugar:** Clínica A, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Playa Ancha, Chile.
- **Hora:** 9:00 am,
- **Fecha:** Miércoles 23/08/2017, Sesión clínica Cirugía IV año.

7) Variables

Variables independientes:

1. Variable **instancias de procedimientos de sanitización:**

Definición conceptual: corresponde a una variable cualitativa

Definición operacional: las instancias antes y después de los procedimientos de sanitización se clasificaron de la siguiente forma:

- 1.1. Apertura clínica (Ac)
- 1.2. Realizada por estudiantes (Es)
- 1.3. Término clínica (Tc)
- 1.4. Realizada por funcionarios (Fn)

2. Variable **superficies:**

Definición conceptual: corresponde a una variable cualitativa nominal

Definición operacional: las superficies fueron enumeradas de la 1 a la 4

- 2.1. mesón área limpia (MI)
- 2.2. mesón área sucia (Ms)
- 2.3. mango de la lámpara (L)
- 2.4. mango del brackett (B)

Variable dependiente:

3. Variable **respuestas:** niveles de contaminación

Definición conceptual: corresponde a una variable cualitativa ordinal

Definición operacional: se expresa en unidades relativas de luz (URL), que corresponde a la medición de la cantidad de luz emitida y es directamente proporcional a la cantidad de adenosín trifosfato (ATP) presente en la superficie, lo cual es indicador de que existen microorganismos vivos en tal superficie. Estas superficies fueron evaluadas según rangos obtenidos en la literatura existente para su aceptación o rechazo. Valores iguales o menores a 299 URL son aceptables, mientras que entre 300 y 499 URL se clasifican como marginales, y valores mayores o igual a 500 URL son inaceptables por tener alto nivel de contaminación. Determinado por bioluminiscencia (*AccuPoint Advanced*®).

8) Muestra

Tipo de muestra: Consiste en una muestra no probabilística (intencionada) de las Unidades Clínicas (Box dental). La población objetivo son todas las superficies clínicas de las 50 unidades dentales que se encuentran en la clínica A de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Se evaluaron 4 superficies distintas de 6 unidades dentales de la totalidad de ellas, logrando un total de 24 superficies evaluadas. Tales superficies son:

1. Mesón de trabajo:
 - a. Área limpia (MI)
 - b. Área sucia (Ms)
2. Mango derecho de la lámpara (L)
3. Mango derecho del brackett (B)

Material de superficies: los mesones de trabajo están hechos de una cubierta de melamina, que constituye un material no poroso. La estructura metálica del sillón dental está cubierta por un material plástico no poroso adosado a la estructura metálica.

Selección de las unidades de estudio: La clínica seleccionada presenta un pasillo central con dos puertas de acceso en cada extremo, y cuatro pasillos perpendiculares a él, con un número diferente de sillones cada uno. Hacia un lado encontramos 15 sillones por pasillo, mientras que al otro extremo hay 10 sillones por pasillo. La muestra fue intencionada, de carácter no probabilístico, por lo que se determinó una cantidad de 6 box a evaluar, seleccionados por sorteo utilizando el número de cada box para realizar el estudio (Imagen 2).
Los box evaluados fueron:

- Box 6
- Box 9
- Box 12
- Box 13
- Box 15
- Box 16

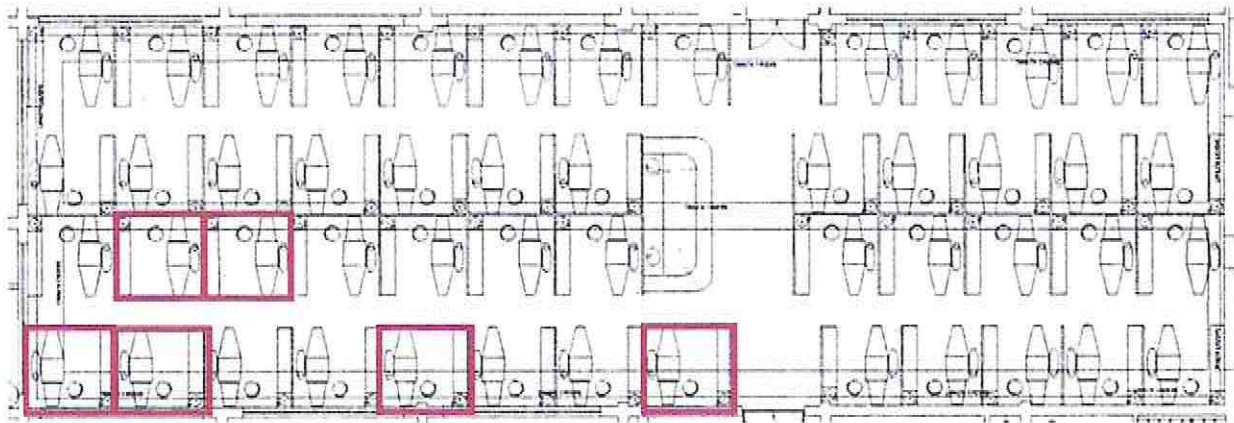


Imagen 2: Mapa Clínica A, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso. Box destacados con cuadrado rojo fueron seleccionados en forma aleatoria.

Proceso de toma de muestras: Durante las jornadas de la asignatura de cirugía IV año, los 6 box se utilizaron para la atención de pacientes. El muestreo se realizó en cuatro instancias:

- **1° Apertura de clínica (Ac):** es la primera instancia en la que se llevó a cabo el muestreo, una vez que se dio inicio a la clínica, pero previo a la sanitización realizada por estudiantes, con el fin de analizar cómo son recibidos los box por funcionario y alumnos en cada jornada, transcurrida toda la noche.
- **2° Posterior a la sanitización realizado por estudiantes (Es):** es la segunda instancia en que se llevó a cabo el muestreo, una vez que los estudiantes realizaron la limpieza de las superficies con el protocolo establecido para ello, previo a la atención de pacientes. Para la limpieza de las superficies, a los alumnos se les entregaron láminas de algodón prensado impregnadas al 70%, como una manera de estandarizar el procedimiento.
- **3° Finalizada la clínica:** la tercera instancia se llevó a cabo una vez finalizado el horario de clínica de los alumnos, pero previo al procedimiento de limpieza y desinfección de cierre.
- **4° Posterior a la sanitización realizado por funcionarios (Fn):** corresponde a la cuarta instancia, ya que en esta etapa las superficies se encontraban en las condiciones dejadas por el personal auxiliar luego de realizar los procedimientos de limpieza y desinfección una vez finalizadas las actividades clínicas y previo al uso de la clínica en el horario de la tarde. Para este proceso los funcionarios utilizaron desinfectante Aseptol para pisos, saliveros, lavamanos y ductos del

sillón dental, y paños reutilizables impregnados con cloro, para el resto de las superficies de la unidad dental.

Este muestreo se realizó mediante el protocolo descrito por el fabricante (Anexo 2 y 3) utilizando hisopos estériles en las diferentes áreas a ser evaluadas, indicadas anteriormente. Se recopilaron los datos con el instrumento *Accupoint Advanced*®, y se confrontaron con los parámetros aceptables de contaminación para la atención de pacientes según las URL emitidas.

URL	CLASIFICACIÓN
≤299	ACEPTABLE
300-499	MARGINAL
≥500	INACEPTABLE

Tabla V: Parámetros de clasificación de contaminación de las muestras tomadas en las áreas evaluadas.

El proceso se dividió en 3 pasos:

1. Muestreo
2. Reacción de Bioluminiscencia
3. Medición

1. Muestreo: Se seleccionaron áreas de 10x10 cm en las superficies limpias y sucias de los mesones de trabajo de cada box, donde se tomaron las muestras con los hisopos, frotando con movimientos de ir y venir a lo largo de la superficie (Imagen 3). Este tamaño de superficie aplica para las áreas limpia y sucia del mesón, mientras que en los mangos de las lámparas y bracketts se realizaron los movimientos de ir y venir en toda su extensión, ya que son superficies más pequeñas y no son planas.

Luego, se activaron las unidades de muestreo, compuestas por los hisopos, que en sus punta llevan una almohadilla que adquiere la muestra, y los cartuchos que contienen la enzima luciferasa resguardada por un sello, donde se introdujeron los hisopos. Al introducir los hisopos, se mantuvieron siempre en una posición vertical. Una vez hecho ésto, se rompieron los sellos, de manera que las almohadillas de los hisopos entrasen en contacto con la enzima luciferasa. A continuación, se mezcló durante dos segundos, sacudiendo las unidades, en forma rotatoria.

Al activarlos de esta manera, luego de que el ATP y la luciferasa entraron en contacto, se generó la luz, que fue medida por el equipo, en el cual se introdujeron las unidades.

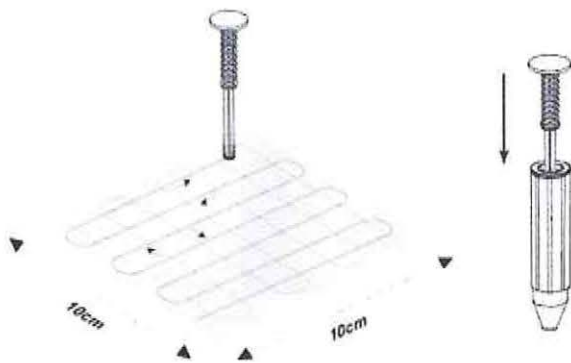


Imagen 3: Tamaño del sitio de muestra y activación de ella. (Anexo 1)

2. Reacción de Bioluminiscencia: la enzima luciferasa, molécula presente en las luciérnagas, es la responsable de catalizar la reacción de d-luciferina a oxi-luciferina en presencia de ATP y oxígeno, lo cual genera luz (Imagen 1). Así, se genera una luz verde amarillenta, con una longitud de onda de 560 nm, que es captada por un fotodiodo, el cual es un fotoreceptor en el que incide la luz y es excitado, con lo que genera una fotocorriente (corriente directa de bajo voltaje).

3. Medición: Una vez introducido en el equipo, el fotorreceptor detecta la cantidad de luz emitida, cuya unidad de medida es URL (Imagen 4) y genera la corriente que es medida. Para poder calificar estos valores, se configura el equipo con el software, determinando los rangos tolerables o no de cantidad de ATP, para considerar una superficie contaminada o no. Estos rangos deben ser determinados por el usuario en base a parámetros aceptados universalmente. Mientras más sea la cantidad de luz generada en la reacción, mayor es el nivel de ATP existente y, por lo tanto, mayor es la cantidad de materia orgánica en la superficie. De esta manera, una vez que el luminómetro mide la luz, el monitor entrega la lectura de esta cantidad de luz en caracteres verde, amarillo o rojo, dependiendo si los niveles son aceptables, marginales o inaceptables, respectivamente.



Imagen 4: Monitor Accupoint Advanced ® (Anexo 2)

Eliminación de desechos

Los desechos luego del muestreo, es decir, los hisopos utilizados, se consideran residuos sólidos asimilables, por lo que de acuerdo al fabricante deben ser eliminados de acuerdo a las leyes nacionales y en un lugar autorizado para la eliminación de desechos. Según el Reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención en salud (REAS) del MINSAL (Anexo 7), son residuos generados en establecimientos de atención de salud que, por sus características físicas, químicas o microbiológicas, pueden ser entregados a la recolección municipal para su transporte y dispuestos en un relleno sanitario. Es por esta razón que fueron desechados en bolsas de basuras plásticas destinadas en exclusiva para este uso.

Resultados

Se logró un total de 96 superficies evaluadas en 4 instancias, una vez realizada la apertura de la clínica, luego de la sanitización realizada por estudiantes, al término de la clínica y luego de la sanitización realizada por funcionarios. Los datos recopilados se presentan en la Ilustración 1.

SUPERFICIE	TIEMPO	URL					
		BOX 1	BOX 2	BOX 3	BOX 4	BOX 5	BOX 6
MI	Ac	1692	865	540	399	1010	423
	Es	155	329	688	602	980	363
	Tc	1490	775	1643	461	854	847
	Fn	532	678	861	156	789	951
Ms	Ac	1842	970	754	721	642	1151
	Es	68	240	630	1158	1536	75
	Tc	1193	614	1950	4282	696	364
	Fn	414	580	855	600	641	224
L	Ac	2371	619	933	2251	2497	549
	Es	39	304	400	562	366	683
	Tc	3852	446	863	4409	353	560
	Fn	845	400	437	855	527	401
B	Ac	3906	2532	10800	753	5945	1033
	Es	151	93	2017	170	322	143
	Tc	5360	2633	5495	1513	1093	1266
	Fn	199	1249	1489	490	281	984

Ilustración 1. Muestra los valores de unidades relativas de luz (URL) obtenidos en el proceso de muestreo según las variables Instancias de procedimientos de sanitización (tiempo), superficie y box. Valores iguales o menores a 299 URL son aceptables, mientras que entre 300 y 499 URL se clasifican como marginales, y valores mayores o igual a 500 URL son inaceptables por tener alto nivel de contaminación. Determinado por bioluminiscencia (AccuPoint Advanced®).

En el primer tiempo de muestreo (Ac), 8,3% (2/24) de las superficies fueron clasificadas como marginales y un 91,7% (22/24) se consideró inaceptable. Durante el segundo tiempo (Es) se observó que 37,5% (9/24) de las superficies se encontraban limpias, siendo clasificadas como aceptables, mismo porcentaje encontrado en aquellas que fueron consideradas inaceptables. En tanto, un 25% (6/24) se presentó en una condición marginal. En el tercer tiempo (Tc) se observó un aumento en la cantidad de superficies clasificadas como inaceptables, con un 83,3% (20/24) sobre un 16,7% (4/24), que corresponde a las superficies clasificadas como marginales. En el cuarto y último tiempo de muestreo (Fn), un 16,7% (4/24) se consideró como superficies limpias y por lo tanto, aceptables, mientras que las superficies sucias clasificadas como inaceptables representaron un 62,5% (15/24) del total, y las marginales un 20,8% (5/24). Las tasa de reprobación muestran una disminución luego de los tiempos de sanitización, siendo de un 54,2% de variación entre Ac y Es, y de 20,8% entre Tc y Fn.

Superficies	% Reprobación en el Tiempo			
	Ac	Es	Tc	Fn
Mesón área sucia (MI)	66,7	50	83,3	83,3
Mesón área limpia (Ms)	100	50	83,3	66,7
Mango de lámpara (L)	100	33,3	66,7	50
Mango de brackett (B)	100	16,7	100	50
Total (n=96)	91,7	37,5	83,3	62,5

Ilustración 2. Muestra la Tasa de reprobación de los resultados obtenidos en el muestreo según las variables superficies y tiempo.

Los resultados obtenidos fluctúan en distintos rangos entre su mínimo y su máximo, presentando un peak de 5945 URL en la medición durante el tiempo de Apertura de la clínica, mientras que el mínimo (39 URL) se presenta en el momento en que los estudiantes realizan el proceso de sanitización de los box. Se observan desviaciones estándar variadas entre las diferentes instancias de muestreo, lo que quiere decir que la varianza no se mantiene constante a lo largo de las observaciones, presentando por lo tanto, una heterocedasticidad, lo que hace complejo compararlos entre ellos. Se puede ver en gráfico de cajas y bigotes (Ilustración 4) que

existen valores atípicos que se escapan de los cuartiles, representando los máximos en su respectivo grupo. Estos valores atípicos influyen en la varianza, determinando que exista dispersión entre las observaciones, ya que estos valores se desvían de la media muestral.

Variable	Obs.	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Apertura	24	1478,25	1289,841	399	5945
Estudiantes	24	503,0833	492,2867	39	2017
Término	24	1791,333	1630,6	353	5495
Funcionarios	24	643,25	329,9052	156	1489

Ilustración 3. Muestra estadística descriptiva de los resultados obtenidos en unidades relativas de luz (URL). Obs. Corresponde al número de datos observados.

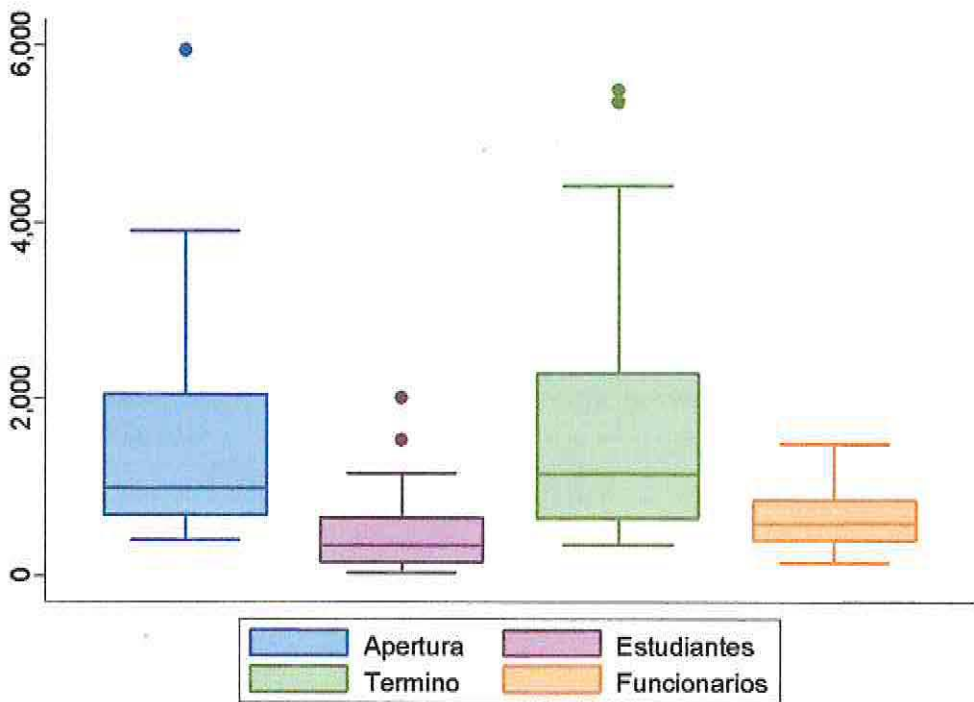


Ilustración 4. Muestra Gráfico de cajas y bigote de los valores de unidades relativas de luz (URL) obtenidos en el proceso de muestreo según la variable Instancias de procedimientos de sanitización. Determinado por bioluminiscencia (AccuPoint Advanced®).

Los resultados revelan que las variables estudiadas, frecuencia de URL y las instancias de procedimientos de sanitización realizada por estudiantes y funcionarios, son independientes ($p > 0,05$), es decir, no hay asociación entre ellas, ya que quien realiza la limpieza no influye en la

distribución de los datos de la variable URL. (Ilustración 5). Por otro lado, la distribución de los datos de URL según la variable de superficie (Ilustración 6), también se muestra homogénea, es decir, no es influida por la superficie observada, por lo tanto son independientes ($p > 0,05$).

	Aceptable	Marginal	Inaceptable	Total
Estudiantes	9	6	9	24
Funcionarios	4	5	15	24
Total	13	14	21	48

Ilustración 5. Tabla de frecuencia de los resultados obtenidos de unidades relativas de luz (URL). Valores iguales o menores a 299 URL son aceptables, mientras que entre 300 y 499 URL se clasifican como marginales, y valores mayores o igual a 500 URL son inaceptables por tener alto nivel de contaminación. Determinado por bioluminiscencia (AccuPoint Advanced®). Test χ^2 p-valor 0,173; $\alpha = 0,05$. La distribución según los rangos de URL es distinta según la variable Instancias de procedimientos de sanitización, es decir, no existe una asociación entre ambas variables.

	Aceptable	Marginal	Inaceptable	Total
MI	2	5	17	24
MS	4	2	18	24
L	1	8	15	24
B	6	2	16	24
Total	13	17	66	96

Ilustración 6: Tabla de frecuencia de los resultados obtenidos de unidades relativas de luz (URL). Valores iguales o menores a 299 URL son aceptables, mientras que entre 300 y 499 URL se clasifican como marginales, y valores mayores o igual a 500 URL son inaceptables por tener alto nivel de contaminación. Determinado por bioluminiscencia (AccuPoint Advanced®). Test Exacto de Fisher p-valor 0,123; $\alpha = 0,05$. La distribución según los rangos de URL es homogénea según la variable superficie, es decir, no existe una asociación entre ambas variables.

Al realizar el test de hipótesis, el valor calculado es menor que el t crítico ($1,134 < 1,679$), es decir no existen diferencias estadísticamente significativas entre estudiantes vs. funcionarios (Ilustración 7).

$$H_0 = \mu_E - \mu_F = 0$$

$$H_1 = \mu_E - \mu_F \geq 0$$

	Apertura	Estudiantes	Termino	Funcionarios
Medias	1,478	503	1,791	643
Desviación Estándar	1,290	492	1,631	330
Varianza	1,663,689	242,346	2,658,856	108,837
t calculado	1.134			
t critico	1.679			

$$t \text{ calculado} < t (n_1+n_2-2); 0,95$$

$$t \text{ calculado} < t_{46}; 0,95$$

$$1,134 < 1,679$$

Ilustración 7: Tabla muestra el Test de hipótesis para la diferencia de dos medias de muestras independientes. Debido a que el valor calculado es menor que el t crítico, no se puede rechazar H₀, por tanto no existen diferencias estadísticamente significativas. Utilizando un nivel de significancia de 0,05.

Discusión

Se observa que las superficies se encuentran en su mayoría (91,7%) sucias al momento en que los estudiantes ingresan a clínica, situación que es mejorada luego de la sanitización de estas superficies con alcohol al 70%, que realizan estudiantes, alcanzando un porcentaje de aceptación de un 62,5%, es decir, la solución alcohólica logró remover eficazmente en estas superficies microorganismos y materia orgánica, en relación a los parámetros determinados en la lectura de ATP mediante este método de bioluminiscencia, pero no determina en sí o con exactitud el nivel de reprobación de la sanitización, ya que no se evalúan colonias de microorganismos. Sin embargo, en algunos estudios ^(34, 35,36,37), se ha reportado una correlación entre URL y UFC.

Esta situación de contaminación de las superficies clínicas puede deberse a que permanecen durante la noche en las condiciones dejadas por funcionarios el día anterior, luego de realizada la sanitización de cierre de la tarde, y no son limpiadas antes del inicio de la clínica de la mañana del día siguiente.

Los resultados mostraron valores de URL variados, muy marcados dentro de un mismo grupo o tiempo, y con algunas diferencias entre los distintos tiempos de sanitización, presentando incluso valores mayores después del proceso de sanitización realizado por estudiantes, por lo que es muy difícil comparar entre grupos. Estos datos variados, se

pueden explicar por un error sistemático, es decir, la falta en el orden de la sanitización clínica que realizan los estudiantes, ya que se observó cómo muchos de ellos no limpiaron desde el área limpia al área sucia, sino que al revés. Si bien, algunos respetaron el sentido correcto de la sanitización, no utilizaron las láminas de algodón impregnadas con alcohol como correspondía, ya que no las cambiaron al pasar de un área a otra. De esta manera, en vez de limpiar las superficies, se produce un traspaso de microorganismos desde un área a la adyacente. Anderson *et al.*⁽³⁸⁾ concluyen que una de las razones por la pobre limpieza del equipamiento clínico es la presión de trabajo, ya que en una clínica ajetreada, donde existe gran flujo de pacientes, es posible que una superficie que visiblemente no se ve sucia, no reciba una cuidadosa sanitización.

También podría explicarse esta diferencia en los valores entre superficies y entre ambas instancias de sanitización, por el hecho de que una bacteria de una especie concreta no produce siempre la misma cantidad de ATP⁽²⁷⁾, por lo tanto, en un determinado momento una bacteria A estará liberando más o menos ATP que la bacteria B.

Por otro lado, un error aleatorio también podría ofrecer una respuesta a la gran variación presente en los resultados, lo que indicaría una baja exactitud en el método que utiliza este test de bioluminiscencia.

Además, se debe considerar que al tomar la muestra sobre una superficie que fue tratada con algún desinfectante, como este caso alcohol durante la limpieza realizada por alumnos, y Cloro en el caso de los funcionarios, es posible que residuos químicos queden en el hisopo e interfieran con la lectura de ATP^(27,34,37). Los desinfectantes pueden actuar reduciendo la actividad de la enzima luciferasa o liberando más ATP al medio, alterando las lecturas⁽³⁹⁾. Se observa que existe menor interacción con los desinfectantes como el alcohol, debido a su volatilidad, y una mayor interacción con los desinfectantes con ingredientes activos no volátiles como amonios cuaternarios, los cuales pueden aportar falsos negativos^(27,34,37). Omidbakhsh *et al.*⁽²⁷⁾, sugieren que puede deberse a dos mecanismos: (1) los residuos químicos reaccionan con las moléculas de ATP, rompiéndolas o enmascarándolas, o (2) las moléculas interfieren con la actividad de la luciferasa, afectando la generación de fluorescencia.

Una vez terminada la jornada clínica se observa que los niveles de contaminación de las superficies vuelven a incrementar debido al uso de los box para la atención de los pacientes. La superficie que más se contaminó fue el mango del brackett de la unidad dental, lo que parece ser lógico, ya que en la práctica clínica es la superficie más manipulada por profesionales y alumnos. Sin embargo, se observó que no existe

asociación entre la variable de distribución de URL y la variable superficie, es decir, son independientes, por lo que no es posible aseverar que una superficie se contamine siempre más que las otras, sino que los datos se distribuyen de forma homogénea y, por lo tanto, las superficies se contaminaron de esta misma forma.

Se destaca que la sanitización realizada por funcionarios no alcanzó el mismo nivel de eficacia que la realizada por estudiantes, a pesar de que se observó exclusivamente una disminución en todos los valores. Un factor para esto puede ser el tiempo limitado que tienen los funcionarios, quienes suelen ser dos, para limpiar la totalidad de la clínica. También, se debe considerar la dilución del cloro utilizado como desinfectante de superficies, que puede ser imprecisa. A pesar, de que es posible observar una diferencia en el nivel de eficacia en la sanitización realizada por estudiantes y funcionarios, ésta no fue estadísticamente significativa y, por lo tanto no hay evidencia estadística que apoye que vayan a existir y se vayan a mantener en el tiempo, diferencias entre limpieza realizada por estudiantes y funcionarios, por lo que no es posible aseverar que unos limpian mejor que otros.

Si bien el método de bioluminiscencia es una herramienta rápida y simple para obtener un primer acercamiento al nivel de efectividad de sanitización de las superficies clínicas, presenta menor exactitud que un método que mide cantidades de UFC (Unidades formadoras de colonias) en las superficies, a través de placas de agar de contacto. Esto le permite a los cultivos bacterianos determinar exactamente el nivel de contaminación bacteriana de las superficies y los agentes bacterianos presentes, siempre y cuando estos sean aeróbicos. Además, este método de recuento de colonias tiene la limitación de que no detecta parásitos o virus, y el tiempo que demora, ya que requiere días de incubación para evaluar el crecimiento de colonias bacterianas. El método de bioluminiscencia tampoco permite comparar la efectividad de los diferentes desinfectantes disponibles para superficies, ya que para esto también se requeriría un conteo de colonias. Tampoco detecta bacterias gram negativo, pero sin embargo sí detecta parásitos y el tiempo de aplicación del método es mucho más corto, con lo que se obtienen resultados inmediatamente, permitiendo que las superficies sean sanitizadas nuevamente en la misma instancia de evaluación.

Además, es importante destacar que el método de bioluminiscencia no detecta presencia de contaminación viral, ya que los virus no producen ni almacenan ATP por sí solos, sino que dependen de una célula hospedera.

Conclusiones

Los niveles de contaminación, medidos en URL, de las diferentes superficies evaluadas en los box clínicos, presentaron una alta tasa de reprobación, previo al uso y sanitización de la clínica, posterior a su uso, e incluso luego de la limpieza realizada por funcionarios. Indicando así, una baja eficacia de estos procedimientos de sanitización al momento de la toma de la muestra. Sin embargo, cuando se analiza el grupo de valores obtenidos por la sanitización de estudiantes en comparación con los valores del grupo funcionario mediante un test de hipótesis, no es posible determinar que las medias sean diferentes, y por lo tanto no podemos concluir si unos limpian mejor que otros. Además, tampoco es posible aseverar estadísticamente que exista una relación entre la limpieza realizada por funcionarios y alumnos, y el aumento o disminución en los niveles de contaminación una vez llevados a cabo los procedimientos de sanitización.

Por otro lado, se observó que en el momento del muestreo, la superficie clínica más contaminada fue el mango del brackett, pero no es posible concluir que ésta sea un área crítica de contaminación, ya que estadísticamente se concluye que la contaminación en las distintas superficies se da en forma homogénea, no hay propensión de una o de otra a contaminarse.

Si bien la bioluminiscencia como método para determinar contaminación, no presenta la misma exactitud que el recuento de colonias, representa una herramienta rápida y simple para detectar contaminación a nivel rutinario, por lo que su aplicación se sugiere como un procedimiento de screening en primera instancia, de manera de tener una noción en cuanto a la contaminación de superficies, además de complementar este método con uno que utilice cultivos bacterianos y recuento de unidades formadoras de colonias en los casos que se requiera mayor exactitud y precisión, como por ejemplo en las unidades de pabellón.

Es de suma importancia manejar los niveles de contaminación de las superficies clínicas de cualquier centro de salud, de manera de poder evitar algún desarrollo de enfermedades. Es por este riesgo que supone la contaminación a los pacientes, que se debe contar con un protocolo de limpieza de superficies escrito, claro y efectivo, que delegue la responsabilidad a quien corresponda durante las distintas instancias de sanitización de la clínica, junto con algún programa regular de educación y capacitación en sanitización, y un monitoreo periódico de estos procesos.

Finalmente, es importante destacar que a pesar de que los niveles de limpieza en algunos casos es bajo no se acompaña con un alto índice de alveolitis o infecciones maxilofaciales reportadas en la clínica odontológica de Universidad de Valparaíso.

Sugerencias

- Proponer nuevas líneas de investigación que permitan evaluar el protocolo de limpieza utilizado en la Escuela de Odontología, su eficiencia, posibles fallas y realizar modificaciones en éste si fuera necesario, con el método de bioluminiscencia y complementado con cultivos bacterianos.
- Establecer una norma de evaluación periódica del estado de limpieza de las clínicas.
- Realizar test para verificar especificidad del instrumento en la detección de ATP.
- Utilizar una muestra más grande, para disminuir el error aleatorio y poder analizar los datos con un test de varianza.

Referencias Bibliográficas

1. S.J. Dancer How do we assess hospital cleaning? A proposal for microbiological standards for surface hygiene in hospitals *Journal of Hospital Infection* (2004) 56, 10–15
2. Infection control recommendations for the dental office and the dental laboratory Original Research Article *The Journal of the American Dental Association*, Volume 127, Issue 5, May 1996, Pages 672-680
3. Ministerio de Salud Gobierno de Chile (1995). Norma técnica N° 6, sobre atención odontológica. Santiago: Ministerio de Salud.
4. Lic. Mónica Rodríguez Uramis, MSc. Yunier Arpajón Peña, Lic. Ana Ludys Sosa Pérez. De la bioseguridad al control de infecciones en Estomatología. *Rev Cubana Estomatol* vol.51 no.2 Ciudad de La Habana abr.-jun. 2014
5. Ministerio de Salud Gobierno de Chile (1988). Manual de Procedimientos. Chile: Ministerio de Salud, pp.5-7.
6. William G. Kohn, D.D.S. Amy S. Collins, M.P.H. Jennifer L. Cleveland, D.D.S, *et al.* Guidelines for Infection Control in Dental Health-Care Settings 2003. Centers for Disease Control and Prevention
7. Axel Kramer, Ingeborg Schwebke, and Günter Kampf. (2006). How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 6, 130.
8. Ministerio de Salud Gobierno de Chile (2001). Norma general técnica sobre esterilización y desinfección de elementos clínicos. Santiago: Ministerio de Salud.
9. Barker J, Vipond IB, Bloomfield SF. (2004). Effects of cleaning and disinfection in reducing the spread of Norovirus contamination via environmental surfaces. *The Journal of hospital infections*, 58(1), 42-0.
10. Rheinbaben F, Schünemann S, Gross T, Wolff MH. (2000). Transmission of viruses via contact in a household setting: experiments using bacteriophage straight phiX174 as a model virus. *The Journal of hospital infections*, 46(1), 61-6.
11. Rangel-Frausto MS, Houston AK, Bale MJ, Fu C, Wenzel RP. (1994). An experimental model for study of *Candida* survival and transmission in human volunteers. *European journal of clinical microbiology and infectious diseases*, 13(7), 590-5.
12. Traoré O, Springthorpe VS, Sattar SA. (2002). A quantitative study of the survival of two species of *Candida* on porous and non-porous environmental surfaces and hands. Traoré O1, Springthorpe VS, Sattar SA. *Journal of applied microbiology*, 92(3), 549-55.
13. John N. Mbithi, V. Susan Springthorpe, Jack R. Boulet, Syed A. Sattari (1992). Survival of Hepatitis A Virus on Human Hands and Its Transfer on Contact with

Animate and Inanimate Surfaces. Journal of clinical microbiology, Vol. 30, No.4, 757-763.

14. Vigilancia epidemiológica. Chile: Ministerio de Salud, pp. 1-2
15. Ministerio de Salud Gobierno de Chile (2015). Normas sobre supervisión en caso de prolongación, reparación y repetición de brotes epidémicos de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). Chile: Ministerio de Salud, p.1.
16. Ministerio de Salud Gobierno de Chile (2011). Norma técnica N° 124 sobre programas de prevención y control de las infecciones asociadas a la atención en salud. Santiago: Ministerio de Salud, p.13.
17. G. McDonnell a, *, P. Burke b Disinfection: is it time to reconsider Spaulding? Journal of Hospital Infection 78 (2011) 163 - 170
18. Infection-Control Practices for Dentistry, 1993 pagina 73
19. EPA (Environmental Protection Agency) <https://www.epa.gov/pesticide-registration/selected-epa-registered-disinfectants>
20. Lewis, T., Griffith, C., Gallo, M., & Weinbren, M. (2008). A modified ATP benchmark for evaluating the cleaning of some hospital environmental surfaces. The Journal Of Hospital Infection, 69(2), 156-163.
21. Matsuda, J. K., Grinbaum, R. S., & Davidowicz, H. (2011). The assessment of infection control in dental practices in the municipality of São Paulo. The Brazilian Journal Of Infectious Diseases: An Official Publication Of The Brazilian Society Of Infectious Diseases, 15(1), 45-51.
22. MSc. Nancy Burguet Lago, MSc. Lázaro C. Brito Godoy, Lic. Iván Cánovas Borges. Evaluation of the effectiveness of a disinfectant through the contact plate method. Rev Cubana Farm vol.47 no.2 Ciudad de la Habana abr.-jun. 2013
23. Malik, R. E., Cooper, R. A., & Griffith, C. J. (2003). Use of audit tools to evaluate the efficacy of cleaning systems in hospitals. American Journal Of Infection Control, 31(3), 181-187.
24. Aldo Roda, Massimo Guardigli, Elisa Michelini, Mara Mirasoli Bioluminescence in analytical chemistry and in vivo imaging. Trends in Analytical Chemistry, Vol. 28, No. 3, 2009.
25. Adriano Menis Ferreira. Denise de Andrade. Marcelo Alessandro Rigotti, *et al.* Evaluación de la desinfección de superficies hospitalarias por diferentes métodos de monitorización. Rev. Latino-Am. Enfermagem mayo.-jun. 2015;23(3):466-74
26. Mulvey, D., Redding, P., Robertson, C., Woodall, C., Kingsmore, P., Bedwell, D., & Dancer, S. J. (2011). Finding a benchmark for monitoring hospital cleanliness. The Journal Of Hospital Infection, 77(1), 25-30.
27. Omidbakhsh, N., Ahmadpour, F., & Kenny, N. (2014). How reliable are ATP bioluminescence meters in assessing decontamination of environmental surfaces in healthcare settings?. Plos One, 9(6), e 99951.

28. Sherlock, O., O'Connell, N., Creamer, E., & Humphreys, H. (2009). Is it really clean? An evaluation of the efficacy of four methods for determining hospital cleanliness. *The Journal Of Hospital Infection*, 72(2), 140-146.
29. Ginny Moore, Christopher J. Griffith A Comparison of Traditional and Recently Developed Methods for Monitoring Surface Hygiene within the Food Industry...*Dairy, Food and Environmental Sanitation*, Vol. 21, No. 6, Pages 478-488
30. 3M Chile. Guía de Monitoreo de Higiene por Bioluminiscencia. http://www.3msalud.cl/enfermeria/files/2012/11/Protocolo_Monitoreo-Biolominiscencia.pdf
31. Griffith, C. J., Obee, P., Cooper, R. A., Burton, N. F., & Lewis, M. (2007). The effectiveness of existing and modified cleaning regimens in a Welsh hospital. *The Journal Of Hospital Infection*, 66(4), 352-359.
32. John M. Boyce, *et al.* Monitoring the Effectiveness of Hospital Cleaning Practices by Use of an Adenosine Triphosphate Bioluminescence Assay. *infection control and hospital epidemiology* July 2009, vol. 30, no. 7
33. Al-Hamad a, S. Maxwell How clean is clean? Proposed methods for hospital cleaning assessment. *Journal of Hospital Infection* (2009) 72, 140e146
34. Turner D, Daugherity E, Altier C (2010) Efficacy and Limitations of an ATP-Based Monitoring System. *Journal of the American*.
35. Leon MB, Albrecht JA (2007) Comparison of adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence and aerobic plate counts (APC) on plastic cutting boards*. *Journal of Foodservice* 18: 145–152.
36. Chen FC, Godwin SL.. (2006 Oct). Comparison of a rapid ATP bioluminescence assay and standard plate count methods for assessing microbial contamination of consumers' refrigerators.. *Journal of food protection*, 69(10), 2534-8.
37. Green TA, Russell SM, Fletcher DL.. (1999). Effect of chemical cleaning agents and commercial sanitizers on ATP bioluminescence measurements.. *Journal of food protection*, 62(1), :86-90.
38. Anderson RE, Young V, Stewart M, Robertson C, Dancer SJ (2011) Cleanliness audit of clinical surfaces and equipment: who cleans what? *Journal of Hospital Infection* 78: 178–181.
39. Lappalainen J1, Loikkanen S, Havana M, Karp M, Sjöberg AM, Wirtanen G.. (2000). Microbial testing methods for detection of residual cleaning agents and disinfectants-prevention of ATP bioluminescence measurement errors in the food industry.. *Journal of food protection*, 63(2), 210-5.

Anexos

1. Información de Seguridad Neogen Corporation AccuPoint Advanced ATP Surface Samplers http://foodsafety.neogen.com/pdf/msds/9905-07s_sds.pdf
2. Manual de Instrumento Accupoint Advanced® http://foodsafety.neogen.com/pdf/ProdInfo/AP_Advanced.pdf

AccuPoint Advanced Hygiene Monitoring System

It takes the best ATP monitoring system to make the best decisions about plant cleanliness. The new AccuPoint Advanced hygiene monitoring system features state-of-the-art samplers and reader and software upgrades that together can help you achieve a whole new level of clean.



Intended Use

Neogen's AccuPoint Advanced ATP Hygiene Monitoring System is a lightweight, handheld system that validates the effectiveness of a hygiene program by detecting food residues and microorganisms present on surfaces and in rinse water samples. The system utilizes easy-to-use AccuPoint Advanced samplers, which utilize liquid stable enzyme chemistry to quickly generate results.



Three samplers engineered for precise sampling in each unique application—flat surfaces, water samples and tight spaces such as small orifices and channels

RFID Option

Hygiene monitoring is now easier and more streamlined with the AccuPoint Advanced Hygiene Monitoring System, which features radio frequency identification (RFID) technology. The new system, coupled with the updated Data Manager software, saves facilities precious resources that otherwise would be devoted to developing complex and time-consuming test plans. With the AccuPoint Advanced and the included Data Manager software,



the user can easily create a sanitation plan and sync it to the reader. Once synced, all it takes is a simple swipe over the RFID tag, which is housed in a brightly colored six inch by six inch sign placed near the beginning of a production line. All a supervisor has to do is identify test sites just once as either being mandatory (tested every day), or as being of lower risk (tested randomly). With this information, a test plan can be automatically populated on a daily basis - completely eliminating the supervisor's need to perform this task each day. Simply stated, the use of RFID technology is a better way to collect ATP test results.

The Test

The AccuPoint Advanced system utilizes ATP bioluminescence to determine the cleanliness of surfaces and rinse water samples. ATP is a chemical compound found in all living cells, including bacteria, food debris, yeast and mold. Bioluminescence is a chemical reaction that produces light. ATP bioluminescence occurs when ATP from a sample comes into contact with luciferase, an enzyme found in fireflies, and luciferin, a substrate. The amount of light emitted in this reaction is proportional to the amount of ATP detected in a sample.

After a sample is taken, the sampler is pressed into its cartridge, breaking its seal and initiating the mixing of reagents. The reaction takes place within the cartridge and a detector measures the amount of light produced. The reading is displayed on the LCD display in RLU. According to preset limits, an icon is displayed indicating a pass, marginal, or fail result. These limits are defined by the operator or by using the system presets.

Consistently Accurate

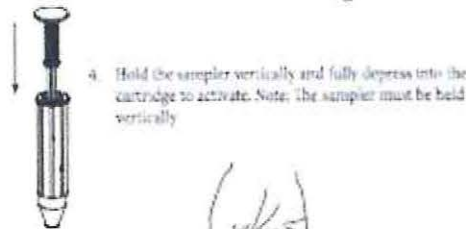
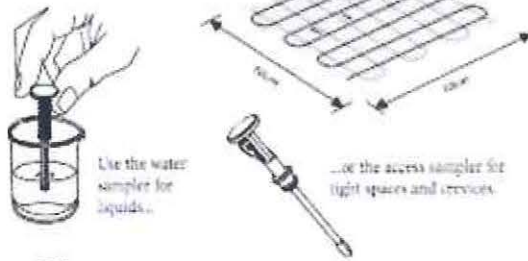
The sampler's vertical sampling technique increases downward pressure on the surface. This helps penetrate surface crevasses, and break up existing bio films to uncover previously protected organisms. The sponge will reabsorb the liquid, with any present organic matter or bacteria, for consistently accurate results.



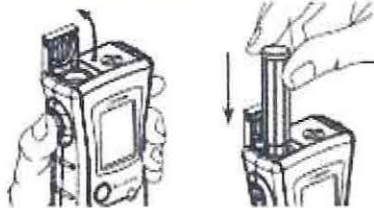
AccuPoint Advanced

The Procedure

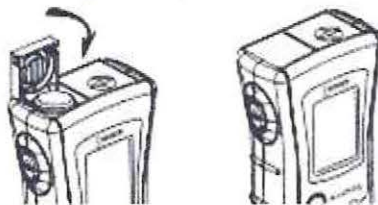
1. Turn the instrument on. Make sure it's at the main screen.
2. Select the correct site to be tested.
3. Sample your site by "drawing" a 4" x 4" square and then with a back-and-forth motion within the square.



4. Hold the sampler vertically and fully depress into the cartridge to activate. Note: the sampler must be held vertically.
5. Mix for two seconds by shaking.
6. Press the eject button and insert the sampler into the instrument.



7. Depress the sampler all the way down and close the door.



Neogen Corporation
800/234-5333 • 517/372-9200 • E-mail: foodsafety@neogen.com
Neogen Europe

Results

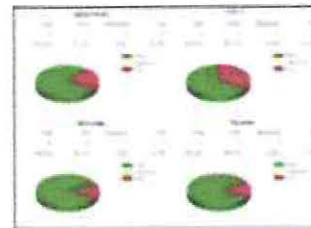
After the countdown, the data reading is displayed. Easy to interpret icons indicate a pass, marginal or fail result. Results can be recorded, and uploaded to a PC for easy data analysis.



AccuPoint Advanced comes with Data Manager software that allows users to:

- sync results to a PC
- set pass/custom fail levels
- create and print summary, trend and rank reports
- export data as Word, Excel or PDF files
- maintain a record of hygiene results to verify sanitation standard operating procedures (SSOPs)

Results can be presented in a clear chart format showing the actual measurement in color coded green (pass), yellow (caution) and red (fail) for extra clarity. Accumulated results can be graphed using pie charts, over a variety of criteria, for clear pictures of sanitation testing results and trends.



sample report

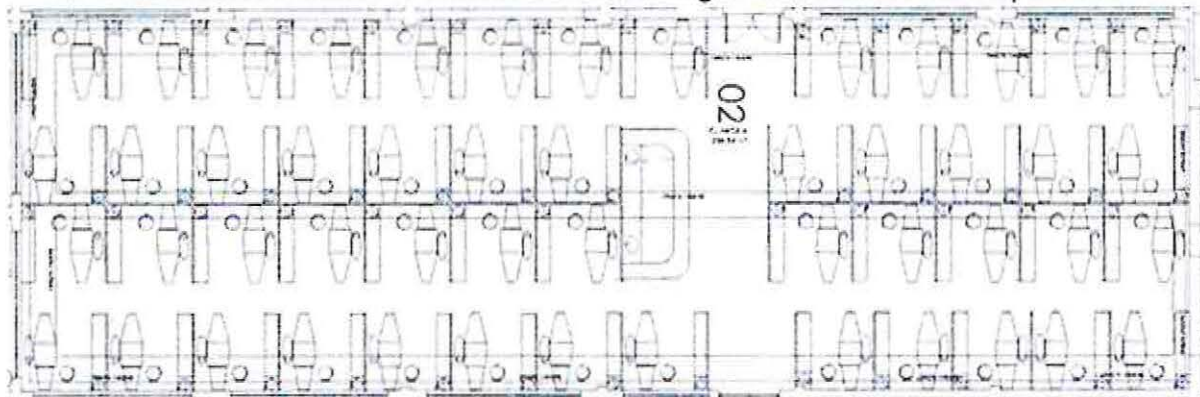
Ordering information

Prod.#	Product description
9902HFID	AccuPoint Advanced Hygiene Monitoring System with RFID - includes reader, NiMH battery pack, power supply & cord, USB data cable, Data Manager Software and User's Guide
9902	AccuPoint Advanced Hygiene Monitoring System - includes reader, NiMH battery pack, power supply & cord, USB data cable, Data Manager Software and User's Guide
9603	AccuPoint Advanced Signs with Embedded RFID Tags - 5 Pack
9905	AccuPoint Advanced Surface Samplers - 100
9906	AccuPoint Advanced Water Samplers - 100
9907	AccuPoint Advanced Access Samplers - 100
9610	NiMH Battery Replacement pack
9611	Sampler extender
9612	AccuPoint Cleaning Kit - 5 swabs
9613	AccuPoint Stand-up Holder
12369	AccuPoint USB Cable
9617-3	AccuPoint Data Manager Software
9619	ATP Standards Kit
9628	ATP Positive Controls - 3 vials

3. Video explicativo para el uso del Instrumento:

<https://www.youtube.com/watch?v=nAF7gHA3YhA>

4. Distribución Clínica A Escuela de Odontología Universidad de Valparaíso



5. Reglamento de Bioseguridad, Universidad de Valparaíso Secretaría General (2012) Sitio web: <http://investigacion.uv.cl/web/wp-content/uploads/2013/07/DECRETO-05595-11.-REGLAMENTO-DE-BIOSEGURIDAD-UV.pdf>
6. Manual de normas de bioseguridad, Segunda Edición FONDECYT, CONICYT y Gobierno de Chile (2008)
Sitio web: <http://investigacion.uv.cl/web/wp-content/uploads/2013/07/Manual-Bioseguridad.pdf>
7. Reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS) del Ministerio de Salud de Chile (2009)
<http://web.minsal.cl/sites/default/files/files/REAS.pdf>

8. Fotografías tomadas durante el muestreo el día 23/08/2017



Mesón de trabajo: área administrativa.



Mesón de trabajo: área sucia.



Mesón de trabajo: área limpia.



Muestreo: paso 1, frotar hisopo en la superficie seleccionada.



Muestreo: paso 2, batir cartucho e hisopo en círculos e introducir unidad en luminómetro.



Muestreo: paso 3, lectura de unidades relativas de luz (URL).



Muestreo: paso 4, registro de valores en URL.