

NIVEL DE CONTAMINACIÓN-DESCONTAMINACIÓN DE LA EPIDERMIS DE LAS MANOS MEDIDA POR LUMINISCENCIA

LEVEL OF CONTAMINATION-DECONTAMINATION OF THE SKIN OF THE HANDS MEASURED BY LUMINESCENCE

Autores: Juan Santiago Cortizas Rey^(1,3,5), José María Rumbo Prieto^(2,4,5)

(1) - Supervisor de Control de Infección y Esterilización

(2) - Supervisor de Cuidados, Investigación e Innovación

(3) - Experto Universitario en el Cuidado de Heridas y Cuidados Paliativos

(4) - Máster en Deterioro de la Integridad Cutánea, Úlceras y Heridas

(5) - Gerencia de Gestión integrada de Ferrol. SERGAS

Contacto: jmrumbo@gmail.com

Fecha de recepción: 09/02/2015
Fecha de aprobación: 10/04/2015

RESUMEN

OBJETIVO: Cuantificar el nivel de contaminación-descontaminación de la epidermis de las manos de un grupo de profesionales de enfermería, pre y post antisepsia de la piel con jabón antiséptico y solución hidroalcohólica, medida por luminiscencia.

METODOLOGÍA: Ensayo clínico aleatorizado abierto. Muestra aleatorizada de 30 profesionales de enfermería. Comparativa del procedimiento de higiene de manos de la OMS usando productos de base de clorhexidina (PBC) y alcohólica (PBA). Medición por el método de quimioluminiscencia (Unidades Relativas de Luz). Estadística descriptiva y de dispersión.

RESULTADOS: El nivel medio de contaminación fue de 1321,7 URL (contaminación crítica de la piel) y la mediana de 783,5 URL (piel muy sucia). El nivel de descontaminación fue de 470,4 URL (piel algo limpia); y la mediana de 221,5 URL (piel limpia). El promedio de reducción fue de 77,6 % para PBC y 41,2% para el PBA.

CONCLUSIONES: Las piel de manos están continuamente expuesta a niveles críticos de contaminación derivados de la actividad asistencial de los profesionales. Una correcta asepsia de las manos, independiente del antiséptico, reduce un 50% ese nivel. En este estudio la luminiscencia no aportó buena fiabilidad (falsos positivos) en la utilización de PBA.

PALABRAS CLAVE: luminiscencia, quimioluminiscencia, jabón de clorhexidina, antiséptico, solución hidroalcohólica, higiene de las manos, piel.

SUMMARY

OBJECTIVE: To quantify the level of contamination-decontamination of the epidermis from the hands of a group of nurses, pre and post antisepsis of skin with an antiseptic soap and hydro-alcoholic solution, measured by luminescence.

METHODOLOGY: Randomized clinical trial opened. Random Selection of 30 nurses. Comparison of hand hygiene procedure of the WHO using chlorhexidine-based products (CBP) and ethanol (EBP). Measurement by chemiluminescence method (Relative Light Units). Descriptive and dispersion statistics

RESULTS: The average level of contamination was 1321.7 RLU (critical contamination of skin) and the median of 783.5 URL (very dirty skin). The level of decontamination was 470.4 RLU (something clean skin); and the median of 221.5 RLU (clean skin). The reduction averaged 77.6% for CBP and 41.2% for the EBP.

CONCLUSIONS: The skin of hands are continuously exposed to critical levels of contamination arising from the care activity of professionals. A proper asepsis of hands, independent of the antiseptic, reduced the 50% that level. In this study the luminescence did not provide good reliability (false positive) on the use of EBP.

KEY WORDS: luminescence, chemiluminescence, chlorhexidine soap, antiseptic, hand hygiene, hydro-alcoholic solution, skin.

INTRODUCCIÓN

Sabemos, por los avances en microbiología y

ciencias afines, que el cuerpo humano, desde que nacemos, está colonizado por muchos microorganismos (bacterias, hongos y algunos parásitos) que viven en la superficie de la piel y en todas las membranas mucosas, a la que denominamos “flora microbiana normal”. Esta flora tiene la función de protegernos de la contaminación de otros microorganismos más virulentos y también estimular respuestas protectoras para nuestro desarrollo y crecimiento¹.

Por otro lado, en las manos de una persona podemos encontrar dos tipos de flora, “la transitoria”: constituida por microorganismos no habituales que contaminan la piel accidentalmente (se adquiere por contacto con personas y objetos), se suele localizar en capas superficiales de la piel y suele ser la responsable de las Infecciones Asociadas con la Atención Sanitaria (IAAS); y la “flora residente”: microorganismos que se encuentran habitualmente en la piel humana localizada en capas profundas^{2,3}.

Según las recomendaciones de la Organización de la Salud (OMS)⁴, la Joint Commission⁵ y los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC)^{6,7}, una correcta descontaminación de las manos es el método más simple y efectivo para reducir las infecciones cruzadas o IAAS.

Por otro lado, existen evidencias en la literatura científica que describen que la frecuencia de IAAS puede ser reducida hasta en un 50% cuando los profesionales sanitarios se lavan las manos regularmente^{2,5}. La realidad demuestra que se lavan las manos menos de la mitad, de lo que deberían. Entre las causas de este pobre cumplimiento están: el desconocimiento de este problema, la escasa disponibilidad de puntos de lavado, la no apariencia (o no conciencia) de manos contaminadas o sucias, presencia de irritaciones en la piel achacadas a productos de lavado, etc.^{2,3,7,11}

Entre los principales productos utilizados para la higiene de manos están^{2,5,12}: los jabones sin antiséptico (Sales Potásicas o Sódicas), Compuestos Halogenados (Yodo y Yodóforos), Alcoholes (Isopropanol y Etanol), Biguanidas (Gluconato de Clorhexidina), Fenoles (Hexaclorofeno, Triclosán y Cloroxilenol), y compuestos de Amonio Cuaternario (Cloruro de Benzalconio).

En el medio sanitario, por lo general están instalados dos tipos de procedimientos para la descontaminación de las manos: **El lavado higié-**

nico de manos: consiste en frotar de manera vigorosa las manos, utilizando un jabón sin antiséptico; y la **antisepsia de manos:** que incluye, dos procedimientos²⁻⁴:

A) *Lavado de manos con jabón antiséptico:* frotar de forma vigorosa las manos utilizando solución jabonosa de Clorhexidina al 4% o Povidona Yodada al 7,5%.

B) *Antisepsia de manos con solución hidroalcohólica:* frotar de forma vigorosa las manos con la aplicación de una solución de base alcohólica con isopropanol al 2%.

Los medios y/o métodos que tenemos para controlar y monitorizar la desinfección y/o contaminación de una superficie, líquidos o fluidos, son básicamente de dos clases: los estimativos y los directos. Los estimativos se basan en el contacto entre un medio de cultivo y la superficie a evaluar, estos métodos pueden ser el frotis con escobillón o hisopo, placas y láminas de contacto. Los métodos directos se basan en la recuperación total de la flora residual presente en la superficie a evaluar y entre ellos están el enjuagado y la luminiscencia por ATP-metría (también conocida como bioluminiscencia).

De todos los métodos descritos, la luminiscencia destaca como una alternativa segura a los métodos tradicionales, gracias a los avances de su empleo en el entornos agroalimentario y dermocosmético para verificar la higiene de superficies de contacto en la fabricación de productos para consumo humano¹³⁻¹⁵.

Actualmente, la aplicación de la luminiscencia en medio sanitario, también ha resultado ser un método rápido, fiable y sensible, para monitorizar los procesos y verificación del estado de limpieza de mobiliario y habitaciones de uso hospitalario¹⁶⁻¹⁹, quirófanos²⁰, higiene de manos^{21,22} y aparatos biomédicos (material endoscópico)^{23,24}.

La medición por luminiscencia incluye 3 métodos ópticos de emisión molecular (Fosforescencia, Fluorescencia y Quimioluminiscencia)^{25,26}, de todos ellos; la quimioluminiscencia es el más utilizado para realizar la monitorización y vigilancia de limpieza microbiológica de superficies. Consiste en cuantificar la cantidad de luz emitida por reacción química de la enzima luciferina-luciferasa, componente de la proteína ATP (Trifosfato de Adenosina) que está presente en células vivas

humanas y en todos los microorganismos^{15,25-27}; la cual se puede registrar a través de un fotómetro especial denominado luminómetro que mide, en unidades relativas de luz (URL), la cantidad directamente proporcional de ATP y residuos orgánicos presentes en la superficie de contacto.

Con la luminiscencia se puede verificar de forma objetiva el nivel de higiene de la superficie de contacto (indicador de contaminación orgánica o de fuentes biológicas) y reducir el riesgo de contaminación cruzada (eficiencia del proceso de desinfección establecido por presencia de residuos).

Este trabajo de investigación tiene como objetivo cuantificar el nivel de contaminación-descontaminación de las manos de un grupo de profesionales de enfermería que atienden a pacientes hospitalizados, pre y post antisepsia de la piel con jabón antiséptico y solución hidroalcohólica, medida a través de la presencia celular de ATP en la epidermis por quimioluminiscencia.

También, nos planteamos como objetivo secundario el comprobar la idoneidad de la luminiscencia como método para monitorizar (de forma rutinaria) la efectividad del cumplimiento del protocolo de higiene de manos instaurado en nuestro hospital.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha llevado a cabo un estudio piloto de tipo analítico prospectivo (ensayo clínico) aleatorizado y abierto, realizado en el Complejo Hospitalario Universitario de Ferrol (CHUF) durante el primer semestre de 2014.

Previamente, se realizó una revisión bibliográfica del tema de investigación mediante estrategia de meta-búsqueda a través de la plataforma MERGU-LLADOR de la Biblioteca Virtual BIBLIOSAÚDE del Servicio Gallego de Salud (SERGAS). Las principales bases de datos, repositorios bibliográficos y recursos electrónicos incluidas en la consulta bibliográfica fueron: BioMed, PubMed, EMBASE, Cochrane Library Plus, CUIDEN Plus, Elsevier Instituciones, SCIRUS, Google Scholar, IME, Dialnet Plus, SciELO, BIREME y JBI ConNECT.

Se utilizaron como principales palabras clave (keys words) los siguientes descriptores DeCS, MeSH y texto libre en idioma español, portugués e inglés: *Higiene de las Manos, Hand Hygiene, Higiene das Mãos, Lavado de las Manos, Desin-*

fección de las Manos, Hand Disinfection, Desinfecção das Mãos, Flora, Antisepsia, Antisepsis, Antissepsia, Medición de Luminiscencia, Luminescent Measurements, Medições Luminescentes, Bioluminiscencia y Luminescência. La estrategia de búsqueda empleada incluyó los operadores booleanos AND y OR.

Para llevar a cabo el estudio se seleccionó una muestra aleatorizada de 30 profesionales de enfermería (enfermeras y técnicos en cuidados auxiliares de enfermería) que en el momento del estudio desarrollaban su actividad en el CHUF. El procedimiento de selección de la muestra se realizó por asignación aleatoria mediante la creación de una tabla de aleatorización en Excel® por bloques de 5 pacientes (K=5).

Los criterios de inclusión utilizados fueron:

- Cualquier profesional de enfermería (Enfermera/TCAE) que tuviera relación asistencial con pacientes hospitalizados.
- La participación de los profesionales sería anónima, libre y voluntaria, tras explicarles el objetivo del estudio y haber dado su consentimiento verbal.
- Las manos, dedos y muñecas deberían estar libres de cualquier objeto o adorno; así como, las uñas desprovistas de cualquier esmalte y recortadas.
- Las manos debían tener un aspecto limpio y seco a la observación visual y carecer de cualquier herida o lesión (dermatitis, grietas, etc.).

Los criterios de exclusión para participar en el estudio fueron:

- Que los profesionales no fuesen personal de enfermería (otros profesionales, alumnos en prácticas o personal no sanitario)
- Profesionales de enfermería que no realicen actividades asistenciales con pacientes hospitalizados.
- Profesionales que presenten lesiones o heridas en sus manos.
- Profesionales que manifiesten alergia o hipersensibilidad a la clorhexidina o el alcohol.
- Profesionales que tengan sus uñas de la

mano pintadas o largas; así como, porten objetos en la mano, dedos o muñeca que no puedan retirar.

- Profesionales que no den su consentimiento verbal para realizar el estudio.

Referente a los materiales e instrumentos empleados para la realización del estudio de campo consistió en:

- Producto antimicrobiano con base de clorhexidina (PBC): Jabón antimicrobiano de Diguconato de Clorhexidina al 4%, marca Hibiscrub®.
- Producto antiséptico con base alcohólica (PBA): Solución antiséptica de Etanol, marca Sterilium®.
- Luminómetro, modelo 3M-NGi-Clean-Trace™.
- Hisopos de reactivos de ATP para Test de Superficie, marca 3M-Clean-Trace™.
- Estación meteorológica portátil estándar, con registro continuo de humedad y temperatura ambiente.
- Reloj con cronómetro.

El procedimiento para la recogida de datos del ensayo clínico se llevó a cabo en 3 fases:

1ª Fase (nivel de contaminación): Asignación aleatorizada de dos grupos (Grupo A y Grupo B), de 15 personas cada grupo (n=30 participantes). A cada voluntario, se le procedió a tomar una muestra de ATP de 10x10cm, de la superficie de la palma de su mano dominante y medir el resultado por luminiscencia^(Imágenes 1 y 2). Durante el procedimiento se anotaron las condiciones de temperatura y humedad del entorno en ese momento.

2ª Fase (antiseptia de la piel de las manos): Los participantes incluidos en cada uno de los grupos de asignación aleatoria, procedieron a lavarse las manos con jabón antimicrobiano o frotárselas con solución hidroalcohólica durante 30-60 segundos, siguiendo las recomendaciones técnicas de la organización Mundial de la Salud²⁸ (Imágenes 3 y 4).

Los participantes que se lavaron las manos con PBC, se las secaron con papel seca-manos disponible en dispensadores ubicados en cada uni-



Imagen 1. Luminómetro 3M-NGi-Clean-Trace™



Imagen 2. Hisopo de ATP Clean-Trace™-3M

dad/servicio. Los profesionales que utilizaron PBA se las secaban al aire libre, sin tocar ningún objeto hasta la próxima toma de control.

3ª Fase (nivel de descontaminación): Transcurridos 2 minutos de espera, después de haber lavado / frotado las manos y sin haber tocado ningún objeto, se le procedió a repetir el mismo procedimiento que la fase 1ª para tomar una nueva muestra de ATP de la mano dominante y medir el resultado por luminiscencia.

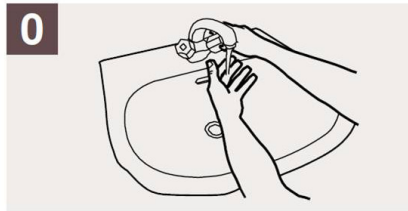
Las variables de estudio analizadas hacían referencia a:

¿Cómo lavarse las manos?

¡LÁVESE LAS MANOS SI ESTÁN VISIBLEMENTE SUCIAS!

DE LO CONTRARIO, USE UN PRODUCTO DESINFECTANTE DE LAS MANOS

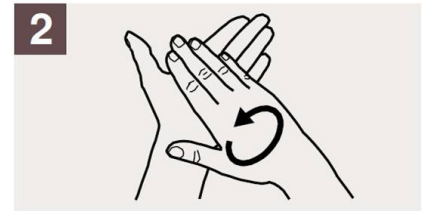
 Duración del lavado: entre 40 y 60 segundos



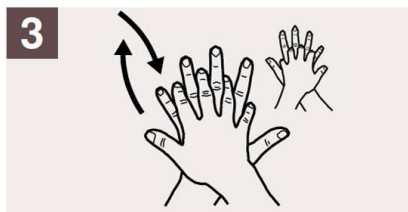
0 Mójese las manos.



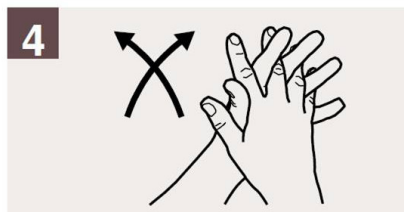
1 Aplique suficiente jabón para cubrir todas las superficies de las manos.



2 Frótese las palmas de las manos entre sí.



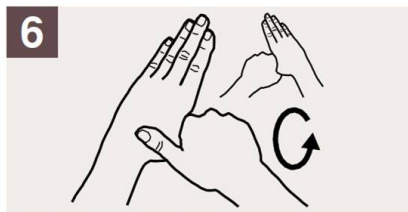
3 Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos, y viceversa.



4 Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.



5 Frótese el dorso de los dedos de una mano contra la palma de la mano opuesta, manteniendo unidos los dedos.



6 Rodeando el pulgar izquierdo con la palma de la mano derecha, fróteselo con un movimiento de rotación, y viceversa.



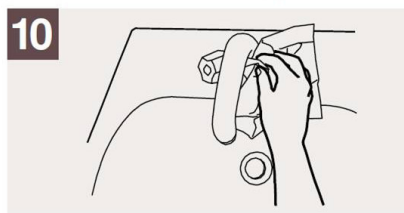
7 Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación, y viceversa.



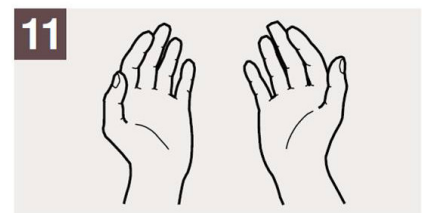
8 Enjuáguese las manos.



9 Séqueselas con una toalla de un solo uso.



10 Utilice la toalla para cerrar el grifo.



11 Sus manos son seguras.



Organización
Mundial de la Salud

Seguridad del paciente
Alianza mundial en pro de
una atención de salud más
segura

SALVE VIDAS
Límpiese las manos

Todo tipo de precauciones posibles han sido tomadas por la Organización Mundial de la Salud para verificar la información contenida en este documento. Sin embargo, el material publicado es distribuido sin ninguna responsabilidad ya sea literal o implícita. La responsabilidad por la interpretación y el uso de este material es del lector. En ningún caso, la Organización Mundial de la Salud es responsable por daños relacionados a su uso.

La OMS agradece a los Hospitales Universitarios de Ginebra, en especial a los miembros del Programa de Control de Infecciones, por su activa participación en el desarrollo de este material.

Imagen 3: Técnica lavado con jabón clorhexidina (PBC).

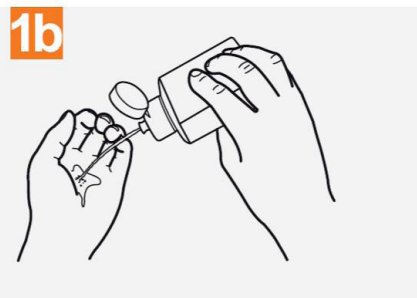
¿Cómo desinfectarse las manos?

¡Desinfectese las manos por higiene! Lávese las manos solo cuando estén visiblemente sucias

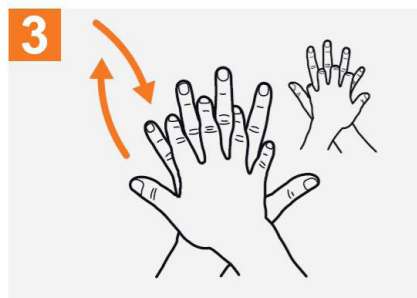
 Duración de todo el procedimiento: 20-30 segundos



1a Deposite en la palma de la mano una dosis de producto suficiente para cubrir todas las superficies;



2 Frótese las palmas de las manos entre sí;



3 Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa;



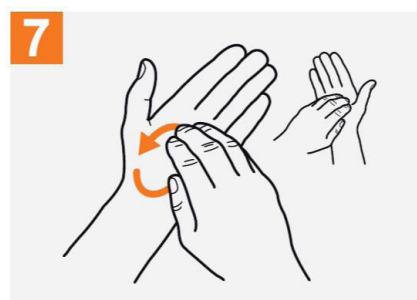
4 Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados;



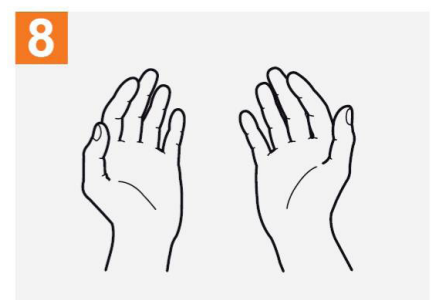
5 Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos;



6 Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo, atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa;



7 Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa;



8 Una vez secas, sus manos son seguras.



Organización
Mundial de la Salud

Seguridad del Paciente

UNA ALIANZA MUNDIAL PARA UNA ATENCION MÁS SEGURA

SAVE LIVES

Clean Your Hands

La Organización Mundial de la Salud ha tomado todas las precauciones razonables para comprobar la información contenida en este documento. Sin embargo, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ya sea expresa o implícita. Compete al lector la responsabilidad de la interpretación y del uso del material. La organización Mundial de la Salud no podrá ser considerada responsable de los daños que pudiere ocasionar su utilización. La OMS agradece a los Hospitales Universitarios de Ginebra (HUG), en particular a los miembros del Programa de Control de Infecciones, su participación activa en la redacción de este material.

Organización Mundial de la Salud, Octubre 2010

Imagen 4: Técnica lavado con solución hidroalcohólica (PBA).

Valores URL	Interpretación URL
< 100	Piel muy limpia (aséptica)
100- 250	Piel limpia
251- 500	Piel algo limpia (restos de suciedad, limpieza límite)
501-750	Piel sucia
751-1000	Piel muy sucia
> 1000	Piel contaminada (nivel de suciedad intolerable)

TABLA 1: Valores URL estándar para higiene de manos (Valores adaptados de la escala original del fabricante).

- Categoría profesional
- Mano dominante
- Resultado de ATP al inicio (Fase 1: Contaminación)
- Tipo de producto utilizado en el lavado / frotado de manos (Fase 2: antisepsia)
- Resultado de ATP en periodo recurrente (Fase 3: descontaminación)
- Temperatura y humedad del entorno medio ambiental

El ensayo clínico fue aleatorizado y de tipo abierto porque los profesionales participantes conocían previamente a que grupo de selección se le asignaba y el tipo de solución que iban a utilizar; además, sabían que iba a ser evaluada su técnica de antisepsia de manos según los criterios de recomendación de la OMS. Igualmente, el investigador encargado de realizar el análisis estadístico conocía que producto había utilizado cada participante.

Para la evaluación y comparación de los datos obtenidos en la fase 1 (nivel de contaminación) y la resultante tras el lavado de manos (fase 3, nivel de descontaminación), se tuvo en cuenta la clasificación de valores URL estándar publicados por el fabricante del luminómetro²⁹⁻³⁰ (Tabla 1), la cual está basada en cálculos y mediciones de diversas superficies aportados por estudios científicos de clase 3b (Grado C), según la clasificación de evidencia de Oxford.

Se tomó como índice de referencia de “suciedad aceptable” cuando el valor era <750 URL (mano sucia) para la fase 1; y valores de < 250 URL (manos limpias) como nivel normal de higiene (fase 3).

El análisis estadístico de los datos consistió en hallar la estadística descriptiva, mediante el cálculo de frecuencias, porcentajes y sus medidas

de dispersión. Por otro lado, se aplicó estadística inferencial multivariante para determinar el grado de significancia (ANOVA, Ji Cuadrado, T de Student) Se consideró significativo una $p < 0,05$. Todos los datos fueron tabulados y calculados a través del paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v.19.0™, y la hoja de cálculo Excel 2010 de Microsoft®.

Para este estudio se tuvieron en cuenta las normas ético-legales vigentes para estudios de investigación, en particular la Declaración de Helsinki y el Convenio de Oviedo.

RESULTADOS

El estudio piloto fue llevado a cabo en Hospital Universitario de Ferrol y la participación final fue de 16 enfermeras y 14 TCAEs. Se diferenciaron dos cohortes homogéneas según la aleatorización: al Grupo A le correspondió utilizar el producto antimicrobiano con base de clorhexidina (PBC), y el Grupo B utilizó el producto antiséptico con base alcohólica (PBA).

Referente a las condiciones ambientales del estudio de campo, los valores medios fueron 49,8% de humedad y 25,9°C de temperatura ambiente.

Para llevar a cabo la Fase 1 (nivel de contaminación), se recogieron 15 muestras de células ATP de la epidermis de la palma de la mano dominante de cada uno de los participantes de ambos grupos (30 muestras en total). El proceso de recogida tuvo lugar en la propia unidad, en un intervalo de tiempo dentro de la rutina habitual de trabajo del turno de mañana. No se ha tenido en cuenta a la hora del registro si previamente el profesional había utilizado guantes o no; o cuantas veces había lavado las manos previamente. El valor obtenido a través del luminómetro fue registrado como URL (Unidades Relativas de Luz). El índice URL resultante identificaba el **nivel de contaminación** de la mano “in situ”.

ESTADÍSTICA	GRUPO A (PBC)	GRUPO B (PBA)
Promedio de contaminación	1461 ± 320 URL	1182 ± 362,4 URL
Mediana de contaminación	983 URL	547 URL
Promedio de descontaminación	285,9 ± 86 URL	654,8 ± 205,6 URL
Mediana de descontaminación	195 URL	205 URL
% de remisión (nivel de asepsia)	77,6 ± 14,6 %	41,2 ± 25,6 %

PBC: Producto antiséptico con base de clorhexidina. **PBA:** Producto antiséptico con base alcohólica

Tabla 2: Niveles de contaminación-descontaminación por grupos

El promedio general de contaminación de las manos para ambos grupos fue de 1321,7 ± 238,9 URL (mano contaminada); con un rango entre [174-5101] URL y un coeficiente de variación de 0,99. La moda de la muestra se situó en 674 URL (mano sucia); mientras que la mediana fue de 783,5 URL (mano muy sucia).

En la Fase 2 (antisepsia de manos), 15 profesionales se lavaron las manos con PBC y otros 15 con PBA. En esta fase se observó y registró el correcto cumplimiento del protocolo de lavado de manos (medición intra-observador), resultando “bueno” en el 58,3%, “aceptable” en un 41% de los participantes; así como, un 1,7% de casos en el que fue “insuficiente”. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos, ni por categorías.

En la Fase 3 (descontaminación), se recogieron otras 15 muestras de ATP de la epidermis por cada grupo, pasados 2 minutos (120 segundos cronometrados), en la misma mano y con la misma técnica que la fase 1. El índice URL resultante identificó el **nivel de descontaminación** o antisepsia de la mano “in situ”.

El promedio de antisepsia para ambos grupos fue de 470,4 ± 114,75 URL (limpieza límite de la mano); con un intervalo entre [55-2435] URL y un coeficiente de variación de 1,34. No se pudo determinar una única moda absoluta (se dieron 15 tipos de modas, una por cada valor); mientras que la mediana fue de 221,5 URL (mano limpia).

En la tabla 2, se resumen los valores estadísticos (media, mediana y proporción de remisión) obtenidos en cada una de las fases (contaminación-descontaminación), para cada grupo en función del producto antiséptico utilizado.

También observamos que la dispersión de los valores obtenidos para cada grupo en las fases contaminación-descontaminación no era del todo homogénea (normalidad), alcanzando valo-

res muy discordantes (valores disonantes fuera de rango), lo que a priori reduce la fiabilidad de la media aritmética por su gran dispersión. En estos casos, la mediana suele aportar valores más estables y representativos.

A través de los gráficos descriptivos BoxPlot (diagrama de cajas con bigote) se muestra la dispersión por categoría profesional^(Gráfico nº 1) y la comparativa resultante en cada una de las fases estudiadas (contaminación-descontaminación de la piel de las manos); según grupo de aleatorización por producto antiséptico utilizado^(Gráfico nº 2).

DISCUSIÓN

Como ya se describió en la introducción, la luminiscencia es un método directo para monitorizar la contaminación y verificación del estado de limpieza y eficiencia de los procesos de descontaminación, por lo que se considera marcador de limpieza, pero nunca como un marcador directo de contaminación microbiana.

Es por ello, que los resultados obtenidos en este estudio derivados de la fase 1 (contaminación “in situ” de la epidermis de las manos) no se puede correlacionar con la presencia de microorganismos patógenos, sino más bien con la acumulación de restos orgánicos biológicos y/o ATP celular de epiteliales descamativos que, aunque no son potencialmente patógenos, si suponen un factor de riesgo para desarrollar un medio de cultivo (suciedad en la piel de las manos) beneficioso para la proliferación y transmisión de flora transitoria en caso de contacto.

Por otro lado, la observación directa del cumplimiento del protocolo de lavado antiséptico de manos, ha supuesto una oportunidad para monitorizar y verificar el estado del arte en colaboración con los profesionales, ya que estos han podido comprobar, a través de un medio objetivo (luminiscencia o ATP-metría) como las manos van

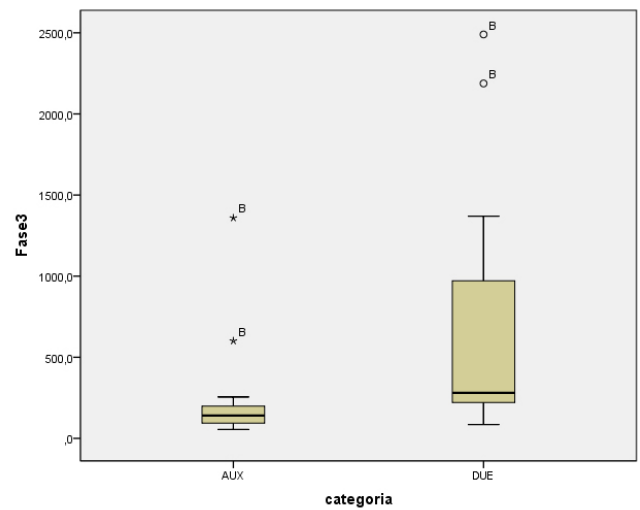
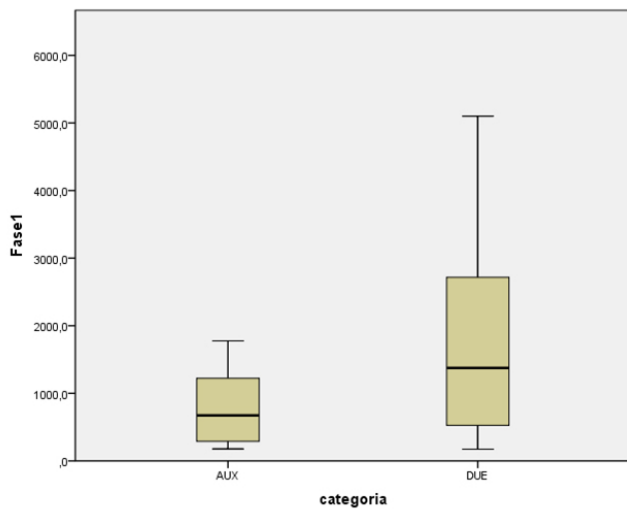


Gráfico nº 1: Nivel de contaminación (Fase 1) y descontaminación (Fase 3) de la piel de las manos según categoría profesional (DUE-TCAE)

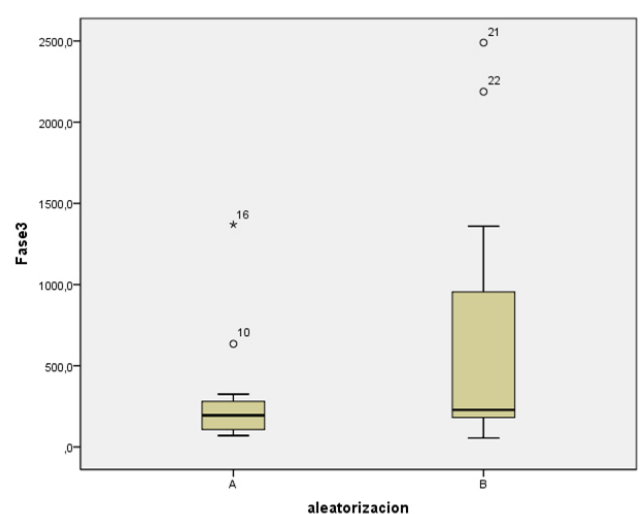
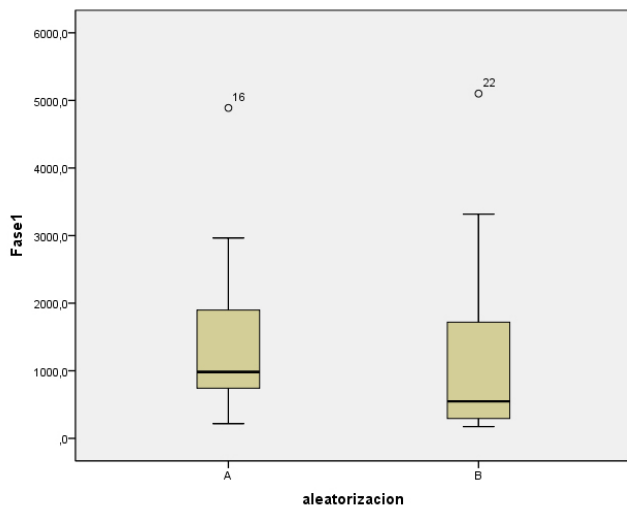


Gráfico nº 2: Nivel de contaminación (Fase 1) y descontaminación (Fase 3) de la piel de las manos según grupo de aleatorización (A y B)

acumulando suciedad durante las actividades asistenciales y también, como una buena técnica de higiene de la epidermis de las manos, independientemente del antiséptico utilizado, disminuye los niveles de contaminación hasta índices normales de limpieza (descontaminación).

En nuestro estudio, las TCAE han resultado ser el colectivo profesional con la piel de las manos más limpias (Gráfico nº 1) en comparación con las enfermeras; esto puede ser debido al tipo de tarea asistencial que realizan la TCAE (labores auxiliares y de aseo al paciente); están predispuestas a una mayor utilización de guantes y elevada frecuencia del lavado de manos, lo que propicia que la epidermis de sus manos alcance niveles cercanos a los 500 URL (límite aceptable).

Así mismo, dependiendo del producto antiséptico-

co utilizado (PBC o PBA), los resultados han sido muy variables y dispersos (Gráfico nº 2). Analizando la literatura científica sobre evidencias en la efectividad del antiséptico ideal para la desinfección de manos, la PBA suele reportar resultados superiores frente al PBC³¹⁻³³; sin embargo, en este estudio el resultado ha sido a la inversa; la PBC se ha impuesto con mejores porcentajes de remisión (coeficiente pre-post antisepsia), que el PBA. Tras el correspondiente análisis, interpretamos la explicación de este fenómeno en base a una variable de confusión que no se había tenido en cuenta previamente y que afecta directamente a la medición del luminómetro; estamos hablando de la técnica de desinfección de manos.

Conocemos, que independientemente del antiséptico utilizado, el porcentaje de remisión alcanza una media superior al 50%, cifra que está

acorde con los porcentajes que declaran la OMS y los CDC, en cuanto al beneficio del lavado de manos para prevenir la IAAS.

Pero, ¿Cómo afecta la técnica empleada en el lavado de manos, al resultado del luminómetro? Lo cierto es que la presencia y cantidad de materia orgánica y/o ATP celular puede variar según el procedimiento utilizado, ya que la técnica de lavado con jabón antiséptico (PBC) tiene una finalización con eliminación de restos (aclarado con agua), mientras que en la técnica de antisepsia con solución hidroalcohólica (PBA), la generación y acumulación de ATP celular que se producen por la fricción de las manos, no se elimina por arrastre (las manos se secan al aire) y es aquí cuando el luminómetro produce falsos positivos (lecturas altas de ATP, que interpreta como manos sucias).

Estos resultados de falso positivos (y en ocasiones falsos negativos) reportados por los luminómetros, también han sido documentados científicamente en otros estudios, con aproximadamente un 30% de resultados discordantes (variabilidad "inaceptable")^{34,35}. En realidad no solo la presencia de ATP celular somática puede alterar los resultados, sino que incluso la presencia de determinados microorganismos patógenos, hace que no se comporte de la misma forma al reaccionar con la enzima luciferina-luciferasa (quimioluminiscencia); así, se sabe que los hongos y esporas fúngicas dan valores más altos de ATP que las bacterianas y que es poco fiable para la detección viral^{36,37}. Destacar también, que algu-

nos estudios indican que los desinfectantes alteran las características de los reactivos (bien potenciándolos, bien reduciendo su actividad)³⁸⁻⁴³.

En base a nuestros objetivos y resultados obtenidos, podemos concluir diciendo que este estudio confirma en términos descriptivos, que la epidermis de las manos es un importante vehículo / vector potencial de transmisión de IAAS, de fácil contaminación en nuestra rutina asistencial, pero con una correcta y frecuente higiene rutinaria, podemos reducir hasta un 50% el riesgo potencial de infecciones cruzadas en el medio hospitalario.

Así mismo, debido a las limitaciones propias de la muestra (alta dispersión y escaso tamaño muestral) y a la interferencia por sesgo de una de las técnicas y quizás a la interferencia de los antisépticos con la enzima reactiva, no podemos determinar de forma fiable, la idoneidad y/o compatibilidad para el uso rutinario de la luminiscencia como método de monitorización y/o verificación del procedimiento de higiene de manos. Si podemos, recomendar su uso con fines pedagógicos y como base para demostraciones de formación continuada en este tema, siendo una línea de investigación que es necesario seguir potenciando para llegar a un estándar que dé fiabilidad y validez al método.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en la realización y publicación de este estudio de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rosenthal Pfaller M. Microbiología Médica. 7ª Edición. Barcelona: Elsevier España, SL; 2014. p. 6-10.
2. Grupo de trabajo de higiene de manos de la comisión INOZ. Guía de Higiene de Manos para Profesionales Sanitarios. [Monografía online] País Vasco: Subdirección de Calidad. Organización Central de Osakidetza; 2009 [Acceso Abril de 2015]. Disponible en: www.hospitalcruces.com/.../GUIA%20HIGIENE%20OSAKIDETZA.pdf
3. Toribio Felipe R. Higiene de manos en los centros sanitarios. Documentos para directivos y responsables de la higiene de manos. [monografía online]. Plasencia: Consejería de Sanidad y Dependencia. Servicio Extremeño de Salud; 2010. [Acceso abril de 2015]. Disponible en: <http://bit.ly/1NwBWwc>
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía de la OMS sobre Higiene de Manos en la Atención de la Salud: Resumen. [monografía online] Suiza: Organización Mundial de la Salud; 2009 [Acceso Abril 2015]. Disponible en: http://www.med.unlp.edu.ar/archivos/noticias/guia_lavado_de_manos.pdf
5. Consensus Measurement in Hand Hygiene (CMHH) Project. Measuring hand hygiene adherence: overcoming the challenges. [online] USA: The Joint Commission; 2009. [Accessed April 2015]. Available from: www.jointcommission.org/assets/1/18/hh_monograph.pdf

6. Boyce JM, Pittet D, et al. Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings. Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. Society for Healthcare Epidemiology of America/Association for Professionals in Infection Control/Infectious Diseases Society of America. *MMWR Recomm Rep* [online]. 2002 [Accessed April 2015] Oct 25; 51(RR-16):1-45. Available from: <http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5116.pdf>
7. Comisión Asesora para la Vigilancia y Control de las Infecciones Hospitalarias del Servicio Andaluz de Salud. Recomendaciones sobre la higiene de manos y uso correcto de guantes en los centros sanitarios. [monografía online]. Sevilla: Servicio Andaluz de Salud. Dirección General de Asistencia Sanitaria. Consejería de Salud; 2005 [Acceso Abril 2015]. Disponible en: <http://www.hospitalregionaldemalaga.es/LinkClick.aspx?fileticket=bOUhXN1zHfU%3D&tabid=544>
8. Anaya-Flores VE, Ortiz-López S, Hernández-Zárate VE, García-Hernández A, Jiménez-Bravo L, Ángeles-Garay U. Prevalencia de lavado de manos y factores asociados al incumplimiento. Estudio de sombra. *Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc* [internet]. 2007 [acceso Abril 2015]; 15 (3): 141-6. disponible en: www.medigraphic.com/pdfs/enfermeriaimss/eim-2007/eim073e.pdf
9. Pidal P, Lillo R. Motivos del pobre cumplimiento de la higiene de manos entre los trabajadores hospitalarios. *Rev Chil Infectol* [online]. 2010 [Acceso Abril 2015]; 27(5): 435-6. disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182010000600011>
10. González Cuenca S. Intervención multimodal para mejorar la adherencia a la higiene de manos y disminuir la incidencia de Infecciones Relacionadas con la Asistencia Sanitaria. [Trabajo de Grado online]. Lleida: Facultad de Enfermería. Universidad de Lleida; 2014 [Acceso abril de 2015]. Disponible en: <http://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/47708/sgonzalezc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Public Health Agency of Canada. Hand Hygiene Practices in Healthcare Settings. [Online]. Ottawa (Canada): Centre for Communicable Diseases and Infection Control. Public Health Agency of Canada; 2012 [Accessed April 2015]. Available form: http://www.ipac-canada.org/pdf/2013_PHAC_Hand%20Hygiene-EN.pdf
12. Mosquera Portals V. Higiene de las manos. *Fisterra.com* [Website]. 2014 [Acceso Abril de 2015]. Disponible en: <http://www.fisterra.com/salud/1infoConse/higieneManos.asp>
13. Osiman A, Garofalo C, Clementi F, Tavoletti S, Aquilanti L. Bioluminescence ATP Monitoring for the Routine Assessment of Food Contact Surface Cleanliness in a University Canteen. *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Oct; 11(10): 10824–37. DOI: 10.3390/ijerph111010824
14. Fuster i Valls N. Importancia del control higiénico de las superficies alimentarias mediante técnicas rápidas y tradicionales para evitar y/o minimizar las contaminaciones cruzadas. [Tesis Doctoral]. Barcelona: Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona; 2006.
15. Castiblanco Sierra AX. Verificación comparativa por método de bioluminiscencia y método tradicional de la limpieza y desinfección en una industria cosmética. [Tesis doctoral]. Bogotá (Colombia): Facultad de Ciencias Basicas. Microbiología Industrial. Universidad Pontificia Javeriana; 2008.
16. Amodio E, Dino C. Use of ATP bioluminescence for assessing the cleanliness of hospital surfaces: a review of the published literature (1990-2012). *J Infect Public Health*. 2014 Mar-Apr; 7(2):92-8. DOI: 10.1016/j.jiph.2013.09.005.
17. Ferreira AM, Andrade D, Rigotti MA, Ferreira MV. Condiciones de limpieza de superficies próximas al paciente en una unidad de terapia intensiva. *Rev.Latino-Am. Enfermagem* [Internet]. 2011 [acceso Abril 2015]; 19 (3): [8 pantallas]. Disponible en: www.scielo.br/pdf/rlae/v19n3/es_15.pdf
18. Dávila-Ramírez FA, Díaz-Villamil NT, Fajardo-Granados D, Jiménez-Cruz C. Calidad de higiene en salas de cirugía por luminometría de adenosín trifosfato. *Rev Gerenc Polit Salud*. 2014; 13(27): 266-73. DOI: 10.11144/Javeriana.rgyps13-27.chsc
19. Boyce JM, Havill NL, Dumigan DG, Golebiewski M, Balogun O, Rizvani R. Monitoring the effectiveness of hospital cleaning practices by use of an adenosine triphosphate bioluminescence assay. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2009 Jul. 2; 30 (7): 678-84. DOI: 10.1086/598243
20. Fuentes Gutierrez S. Estudio Piloto de la Eficiencia de los Procedimientos de Limpieza de Superficies en Quirófanos de Formaciones Sanitarias de Tratamiento del Ejército de Tierra. [Comunicación Póster]. I Congreso de Sanidad Militar. Granada, 22-24 de Octubre de 2014.
21. Marena C, Lodola L, Zecca M, Carrtto E, Maserati R, Zambianchi L. Assessment of handwashing practices with chemical and microbiologic methods: preliminary results from a prospective crossover study. *Am J Infect Control* [on line]. 2002 [accessed April 2015]; 30(6):334-40. Available form: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196655302000123>
22. Larson EL, Aiello AE, Gomez-Duarte C, et al. Bioluminescence ATP monitoring as a surrogate marker for microbial load on hands and surfaces in the home. *Food Microbiol*. 2003;20:735-9. DOI: 10.1016/S0740-0020(03)00041-8
23. Rutala WA, Weber DJ. New developments in reprocessing semicritical items. *Am J Infect Control*. 2013; 41 (Suppl 5): 60-6.
24. Visrodia K H, Ofstead C L, Yellin H L, Wetzler H P, Tosh P K, Baron TH. Indicadores rápidos para la detección de residuos orgánicos en endoscopios. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2014; 35: 987-94. DOI: 10.4067/S0716-10182014000500019

25. Espectrometría de Luminiscencia Molecular. En: Fuentes Arderiu X, Castiñeiras Lacambra MJ, Queraltó Compañó JM. *Bioquímica Clínica y Patología molecular*. (Volumen 1). 2ª Ed. Barcelona: Editorial Reverté, SA; 1998.p. 241-58.
26. Bagazgoitia Barrera FJ, García Fernández JL, Diéguez González C. *Bioluminiscencia y Quimioluminiscencia: aplicaciones analíticas*. *Química Clínica [online]*. 1987 [Acceso Abril de 1915]; 6(1): 31-40. Disponible en: <http://bit.ly/1GMdxNG>
27. Hawronskyj JM, Holah J. ATP: a universal hygiene monitor. *Trends in Food science & Technology*. 1997; 8(3):79-84.
28. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Manual técnico de referencia para la higiene de las manos*. [monografía online] Suiza: Organización Mundial de la Salud; 2009 [Acceso Abril 2015]. Disponible en: http://www.seguridaddelpaciente.es/resources/documentos/HigieneManos/manual_tecnico.pdf
29. 3M Chile. *Superficies ambientales de centros de cuidado de salud: ¿Cómo definir "limpio"?* 3MSalud [online]; 2010. [Acceso Abril 2015]. Disponible en: www.3msalud.cl/enfermeria/files/2011/11/Cómo-definir-limpio.pdf
30. 3M Chile. *Guía de Monitoreo de Higiene por Bioluminiscencia*. 3MSalud [online]. 2010. [Acceso Abril 2015]. Disponible en: http://www.3msalud.cl/enfermeria/files/2012/11/Protocolo_Monitoreo-Bioluminiscencia.pdf
31. Kac G, Podglajen I, Gueneret M, Vaupre S, Bissery A, Meyer G. Microbiological evaluation of two hand hygiene procedures achieved by healthcare workers during routine patient care: a randomized study. *J Hosp Infect*. 2005; 60: 32-9.
32. Sickbert-Bennett EE, Weber DJ, Gergen-Teague MF, Sobsey MD, Samsa GP, Rutala WA. Comparative efficacy of hand hygiene agents in the reduction of bacteria and viruses. *Am J Infect Control*. 2005; 33(2):67-7.
33. De la Cruz González R, Villa Guillén M, Calderón Jaimes E, Sánchez Gil M. Comparación de la actividad germicida y acción residual de la clorhexidina, desinfectantes a base de cítricos y etanol. *Enf Inf Microbiol* 2013; 33(1): 6-12.
34. Shama G, Malik DJ. The uses and abuses of rapid bioluminescence-based ATP assays. *Int J Hyg Environ Health*. 2013 Mar; 216(2):115-25. DOI: 10.1016/j.ijheh.2012.03.009.
35. Velazquez M, Feirtag JM. Quenching and enhancement effects of ATP extractants, cleansers, and sanitizers on the detection of the ATP bioluminescence signal. *J Food Prot* .1997; 60(7): 799-803.
36. Heller M, Thompson PA, Looock MH, Sawchuk A, Guerrero DM. Variability of Adenosine Triphosphate-based bioluminescence assay Reading among drug-resistant pathogens. *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 2012; 33(2): 1286-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/668444>
37. Whitely GS, Derry C, Glasbey T. The comparative performance of three brands of portable ATP-bioluminometer intend for use in hospital infection control. *Healthcare Infection*. 2012; 17(3): 91-7. DOI:10.1071/HI12021
38. Lappalainen J, Loikkanen S, Havana M, Karp M, Sjöberg AM, Wirtanen G. Microbial testing methods for detection of residual cleaning agents and disinfectants-prevention of ATP bioluminiscense measurement errors in the food industry. *J Food Prot*. 2000. 63(2):210-5.
39. Omidbakhsh N, Ahmadpour F, Kenny N. How Reliable Are ATP Bioluminescence Meters in Assessing Decontamination of Environmental Surfaces in Healthcare Settings? *PLoS One*. 2014; 9(6): e99951. DOI 10.1371/journal.pone.0099951
40. Calvert RM, Hopkins HC, Reilly MJ, Forsythe SJ. Caged ATP- An internal calibration method for ATP bioluminescence assays. *Letters in Applied Microbiology*. 2000; 30(3): 223-7. DOI: DOI: 10.1046/j.1472-765x.2000.00703.x
41. Brown E, Eder AR, Thompson KM. Do surface and cleaning chemistries interfere with ATP measurement systems for monitoring patient room hygiene? *J Hosp Infect*. 2010; 74(2): 193-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2009.10.006>
42. Oliveira e Silva A. *Investigação da interferência de sanitizantes na avaliação de superfícies por ATP Bioluminiscencia*. [Monografía online]. Brazil: Instituto de ciencia e Tecnologia de alimentos. Universidade do Rio Grande do Sul; 2013 [Acceso abril 2015]. Disponible en: <http://bit.ly/1GOJbuX>
43. Mestre Roca G. *Sistemas de Monitorización de Higiene Hospitalaria*. [Ponencia]. Experts Meet in Hygiene Days. Bilbao, 27-28 de Octubre de 2014.