



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BIOMÉDICA

**METODOLOGÍAS
PARA EFECTUAR INSPECCIÓN
MICROBIOLÓGICA SISTEMÁTICA EN
MÁQUINAS DE ANESTESIA,
VENTILADORES MECÁNICOS Y
ENDOSCOPIOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA
LITERATURA**

Matías Ignacio Mesías Bouffanais

Trabajo para optar al Título de

Ingeniero Biomédico

Profesor Guía:

Germán Blanchard Sanhueza

Julio - 2019

Valparaíso – Chile



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Biomédica

Fecha versión final para depósito en Biblioteca UV: 26/04/2023

Nombre Prof. Guía: Germán Blanchard Sanhueza

V°B° Prof. Guía: _____

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be "Germán Blanchard Sanhueza".

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Maquina de anestesia.....	2
2.2	Endoscopios	3
2.3	Ventiladores.....	4
3.	METODOLOGÍA	4
4.	RESULTADOS	5
4.1	Diagrama flujo PRISMA.....	6
4.2	Maquina de Anestesia	7
4.2.1	Identificación de bacterias en circuitos cerrados de ventilación de máquinas anestésicas.....	7
4.3	ENDOSCOPIOS	9
4.3.1	Control microbiológico	9
4.3.2	Toma de la muestra	9
4.3.3	Transporte y conservación de la muestra	10
4.3.4	Procesamiento de la muestra	10
4.3.5	Condiciones de incubación.....	10
4.3.6	Interpretación de los resultados	11
4.3.7	Información de los resultados.....	11
4.3.8	Vigilancia microbiológica de los instrumentos	11
4.4	VENTILADORES MECANICOS	12
4.4.1	Control microbiológico	12
5.	DISCUSIÓN.....	12
6.	CONCLUSIÓN	13
7.	Referencias	14

METODOLOGÍAS PARA EFECTUAR INSPECCIÓN MICROBIOLÓGICA SISTEMÁTICA EN MÁQUINAS DE ANESTESIA, VENTILADORES MECÁNICOS Y ENDOSCOPIOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Matías Ignacio Mesías Bouffanais

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica

Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: microbiological control, anesthesia, endoscope, fans, sterilization

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en la práctica clínica, casi en la totalidad de los procedimientos que tengan un fin de diagnóstico o un objetivo terapéutico involucran instrumentos e insumos que tengan una relación directa con el paciente, los cuales deben estar esterilizados y desinfectados correctamente. Debido a esto existe la posibilidad de presencias de agentes microbianos en los tejidos generando colonizaciones e infecciones no deseadas en los pacientes tratados, las cuales se pueden relacionar a fallas en el proceso de esterilización y desinfección de los equipos [1].

Se entiende por agentes microbianos a todo microorganismo tales como bacterias, hongos, parásitos, etc. Los cuales poseen una rápida propagación debido a su capacidad de multiplicación, es por esto por lo que debe realizarse una inspección en los equipos buscando rastros de estos para no correr el riesgo de contraer infecciones y/o por el uso de los equipos en los pacientes [2].

La contaminación microbiana nosocomiales siempre ha sido un problema grave en las instituciones del sector salud por lo tanto el uso de material estéril en la atención en salud es fundamental, más si requiere una práctica aséptica con el fin de prevenir y disminuir al mínimo las posibilidades de contaminación, propagación e infección tal como se mencionó anteriormente [3], en los procesos con fines diagnósticos o terapéuticos los cuales acceden a cavidades o tejidos de los pacientes.

Dado lo anterior existen metodologías de control microbiológico en equipos médicos, estas técnicas de inspección ayudan en tener una mejor visión en cuanto a lo que es esterilización, desinfección y limpieza de estos dispositivos y poder combatir la presencia de agentes bacterianos. Se tiene por objetivo en esta revisión sistemática abordar qué metodologías son utilizadas para la realización de estudios que tengan como finalidad la búsqueda de presencias de agentes bacterianos presentes en máquinas de anestesia, endoscopios y ventiladores mecánicos. Cabe mencionar que estos tres tipos de equipos médicos son los que más infecciones han producido en pacientes al momento de su uso.

La desinfección es el proceso físico o químico por medio del cual se logra eliminar los microorganismos de formas vegetativas en objetos inanimados sin que se asegure la eliminación [4], por ende el objetivo de la esterilización es el proceso destinado a destruir o eliminar todas las formas de vida microbiana presentes en un objeto para prevenir la propagación de infecciones, mediante métodos físicos (calor seco, calor húmedo), químicos (líquidos o gaseosos), físico-químico (combinación de gases químicos y vapores a baja temperatura) o plasma (peróxido de hidrogeno). Este proceso debe cumplir ciertas condiciones y etapas las cuales se realizan de forma consecutiva al equipo. Estas etapas son: (1) recepción, (2) clasificación, (3) lavado, (4) secado, (5) inspección, (6) preparación, (7) empaque, (8) exposición al método de esterilización, (9) almacenamiento y (10) distribución [1].

Estos métodos son fundamentales para reducir el riesgo de infecciones y dependen de algunos criterios tales como:

- **Resistencia de los microorganismos:** Corresponde básicamente a la resistencia que presenta el microorganismo frente al agente a la hora de la esterilización
- **Evaluación del riesgo de infección del procedimiento:** Este criterio se encuentra asociado a diversos factores debido a que el instrumento o insumo puede ser utilizado en diversos tipos de procedimientos, el riesgo de infección dependerá del tejido con el que entra en contacto, la carga microbiana del instrumento, el agente mismo, morbilidad o mortalidad resultante de la infección en cuestión [1]. El método de clasificación tradicional vigente es el método de Spaulding, el cual consiste en catalogar en categorías los equipos médicos de acuerdo con el riesgo de producir infección por cualquier microorganismo (críticos, semi-críticos, no críticos) [5].
- **Factores que influyen en el método de esterilización:** Para determinar qué tan eficaz son los métodos a utilizar en el proceso de esterilización dependerá de ciertos elementos tales como, materia orgánica en los materiales procesados, presencia de sales minerales, el tiempo de exposición al método escogido, penetración del agente esterilizador, pH, conductividad del agua y temperatura, etc. [1].

Debido a una constante incorporación de procedimientos clínicos y tecnologías nuevas destinadas a la esterilización con el fin de eliminar o reducir los microorganismos presentes en los equipos estos procesos deben estar regulados bajo las normas vigentes, las cuales deben ser cumplidas por las agencias prestadoras del servicio de esterilización tanto privadas como públicas para asegurar procesos seguros de esterilización y desinfección, reduciendo así las infecciones en pacientes.

2. MARCO TEÓRICO

Para entender de mejor manera esta revisión sistemática se procede a explicar los tres equipos médicos de interés de manera general en cuanto a su funcionamiento y partes implicadas

2.1 MAQUINA DE ANESTESIA

En la actualidad el uso de la anestesia inhalatoria es considerada la técnica anestésica más importante en la práctica médica. Las ventajas que posee son variadas, aunque se destaca la posibilidad de un manejo del plano anestésico mucho más preciso y estable a diferencia de otras técnicas [6].

Las máquinas de anestesia inhalatorias tienen un único fundamento, es decir, el paciente es ventilado mecánicamente y es por este medio que se le proporciona una mezcla gaseosa (oxígeno y anestésico) [6], esta mezcla es precisa y variable. Los gases son dirigidos al paciente mediante un circuito de respiración, el cual elimina el CO₂ espirado permitiendo controlar la ventilación.

Estos equipos constan de distintas partes y piezas importantes para su funcionamiento, una de ellas es el vaporizador, el cual tiene como función añadir el agente anestésico al gas administrado. Cuenta con válvulas unidireccionales encargadas de la inspiración y la espiración del paciente permitiendo que el flujo de aire del paciente sea en una sola dirección. Este equipo presenta una bolsa de reserva la cual se llena a medida que entra el gas al circuito cerrado, vaciándose mientras el paciente respira [6]. Cal sodada para retención de CO₂, etc.

Como se mencionó anteriormente las máquinas de anestesia presentan 3 sistemas importantes: cerrado, semi cerrado, y abierto. La elección del sistema dependerá netamente del paciente que está siendo tratado en ese momento y del equipamiento.

Dicho equipo está directamente relacionado con el paciente, debido a esto las contaminaciones bacterianas e infecciones nosocomiales en la medicina es un tema importante, donde se establecen estudios que identifican que si es posible contraer dichas infecciones bacterianas al momento de ser sometidos a procedimientos médicos bajo anestesia inhalatoria.

Es por esto por lo que la máquina de anestesia debe ser desinfectada y esterilizada correctamente. La esterilización del circuito respiratorio debe ser a través de vapor húmedo a 134 °C, es decir, un método físico [7], para evitar la colonización de bacterias en los circuitos antes mencionados.

2.2 ENDOSCOPIOS

El endoscopio un dispositivo médico con una luz y cámara incluida que se utiliza para mirar dentro de una cavidad u órgano corporal. Este dispositivo se introduce a través de una abertura natural, como la boca, o el recto [8] según el procedimiento que se requiera realizar. Un procedimiento médico que utilice cualquier tipo de endoscopio se denomina una endoscopia.

Los endoscopios pueden transmitir infecciones si no se someten a procesos de desinfección o esterilización adecuados entre paciente y paciente. Existen casos de transmisión de virus de la hepatitis B y de la hepatitis C debido a la falla de estos procesos, La transmisión de infecciones se ha documentado tanto después de la desinfección manual como después de realizarla en lavadoras desinfectadoras automáticas y se han producido tanto casos aislados como brotes relacionados con la contaminación de lavadoras automáticas [9].

Dentro de los factores influyentes en la aparición de microorganismos en los endoscopios es debido a la capacidad de formar biopelículas [9], es decir, desarrollo de un ecosistema microbiano organizado conformado por una o varias especies de microorganismos en una superficie viva o inerte [10]. Es debido a esto es fundamental realizar una limpieza con agua y un detergente enzimático previo a la desinfección de los canales para retirar todo tipo de materia orgánica y lograr así una adecuada desinfección o esterilización.

Según la clasificación de Spaulding, los endoscopios digestivos y respiratorios son considerados dispositivos semi-criticos, ya que penetran cavidades no estériles. Estos dispositivos deben de ser sometidos a desinfección de alto nivel entre cada utilización del equipo, esto último debe realizarse con agua estéril o alcohol de 70° y posterior secado para evitar que en un ambiente húmedo produzca el crecimiento de microorganismos [11].

Como se ha mencionado anteriormente los de procesos de esterilización disponen de sus propios controles tanto físicos como químicos y bacteriológicos que hacen innecesario un control microbiológico posterior del proceso [11]. Por tanto, cuando se habla de control microbiológico de reprocesamiento de endoscopios se hace referencia al control de la desinfección de los dispositivos semi-criticos [9].

Respecto a los controles microbiológicos, no hay una norma consensuada y aceptada en cuanto a sus indicaciones, frecuencia, forma de obtención de la muestra y medios de cultivo. Aunque los protocolos de desinfección son muy eficaces cuando se aplican asiduamente, no se sabe cuánto tiempo los equipos pueden ser almacenados antes puede producirse la colonización microbiana [12].

2.3 VENTILADORES

La ventilación mecánica es un procedimiento de respiración artificial que sustituye o ayuda temporalmente a la función ventilatoria de los músculos inspiratorios al paciente. No es una terapia, es una intervención de apoyo, una prótesis externa y temporal que ventila al paciente mientras se corrige el problema que provocó el uso del equipo.

En la actualidad se dispone de ventiladores con distintos programas adaptables a las necesidades y circunstancias del paciente, que permiten una mejor monitorización de los parámetros respiratorios y ocasionan el menor impacto sobre el parénquima pulmonar y sistema cardiovascular [13].

Este equipo médico ocasiona la entrada y salida de gases de los pulmones de paciente. Además, genera una presión positiva, creando un gradiente entre las vías aéreas y los alveolos provocando el desplazamiento del volumen del gas, es por esto por lo que es llamado ventilador.

Es por esto por lo que las infecciones intrahospitalarias más frecuentes son asociadas a pacientes que son sometidos a ventilación mecánica.

3. METODOLOGÍA

Esta revisión sistemática contará con 2 formas de búsqueda y recopilación de la información donde se procederá a buscar toda información en páginas webs de organismos reguladores como lo es el portal web correspondiente al Ministerio de Salud de Chile (MINSAL) www.minsal.cl, para ubicar el contexto a nivel país y www.paho.org la cual corresponde a la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para información más general y normas que deben cumplirse, y documentos del ámbito relacionado al tema seleccionado. Estas páginas tienen relación directa con lo que es esterilización, desinfección y limpieza de los equipos médicos y si existe algún método que posterior o previamente a lo ya indicado se realice una inspección microbiológica buscando rastros de microorganismos en los equipos que puedan ser perjudiciales al paciente al momento de volver a utilizar el equipo. La segunda forma de revisión dentro de esta búsqueda será en base a la literatura científica donde recopilaremos información en base a estudios que se hayan hecho sobre los mismos puntos mencionados anteriormente.

Se procederá a recopilar información a través de bases de datos como lo son *Web of Science* (WOS) donde obtendremos artículos que nos entregue información de lo que actualmente está en investigación respecto al tema o lo que ya se ha investigado y nos resulte esencial para esta revisión sistemática, PubMed en la cual encontraremos información relacionada netamente al área de la biomédica, Scopus, *Scientific Electronic Library Online* (Scielo) para tener un contexto de lo que ocurre a nivel continental y realizar una comparación en cuanto a lo que se realiza en el país,. Al momento de realizar la búsqueda utilizaremos palabras claves que fueron definidas previamente en español y en inglés.

Se cuenta con criterios de búsqueda donde se usarán las siguientes palabras claves: (1) *microbiological control/control* microbiológico, (2) *anesthesia/anestesia*, (3) *endoscope/endoscopio*, (4) *fans/ventiladores* (5) *sterilization/esterilización*. Con esto ya determinado se procede a indagar bajo los siguientes criterios en las bases de datos que se han mencionado con anterioridad (*microbiological control AND anesthesia*) OR (*microbiological control AND endoscope*) OR (*microbiological control AND fans*) OR (*medical device AND*

microbiological control) a su vez se realizará una búsqueda en español. El objetivo de esta búsqueda es saber los métodos de esterilización utilizados en los equipos médicos que se mencionan.

Tendrá prioridad todo artículo, páginas webs y/o documentos que presente en su información la esterilización de equipos médicos, los cuales ya han sido mencionados anteriormente, el método en el cual se está trabajando, normas a cumplir, temas relacionados con la microbiología para saber el contexto, documentos en español e inglés.

Se excluirá todo artículo e información obtenida que no tenga relación en cuanto a la esterilización de los equipos médicos a tratar y no mencione los métodos utilizados en el proceso o no este escrita en los idiomas que se ha dispuesto a investigar.

Se dispone de una tabla para analizar los resultados obtenidos para hacer la discriminación de la información, la cual se muestra a continuación. (*ver Tabla 1*)

Criterios inclusión
Titulo publicación.
Esterilización de Equipos Médicos (tema presente en el documento).
Idioma (español/ingles).

Tabla 1: Criterios de inclusión

Criterios Análisis
Esterilización de Equipos Médicos (tema presente en el documento).
Metodología utilizada (físicos, químicos, físico-químicos, plasma).
Control microbiológico de los equipos de interés para esta revisión sistemática (anestesia, endoscopios, ventiladores).

Tabla 2: Criterios de Análisis

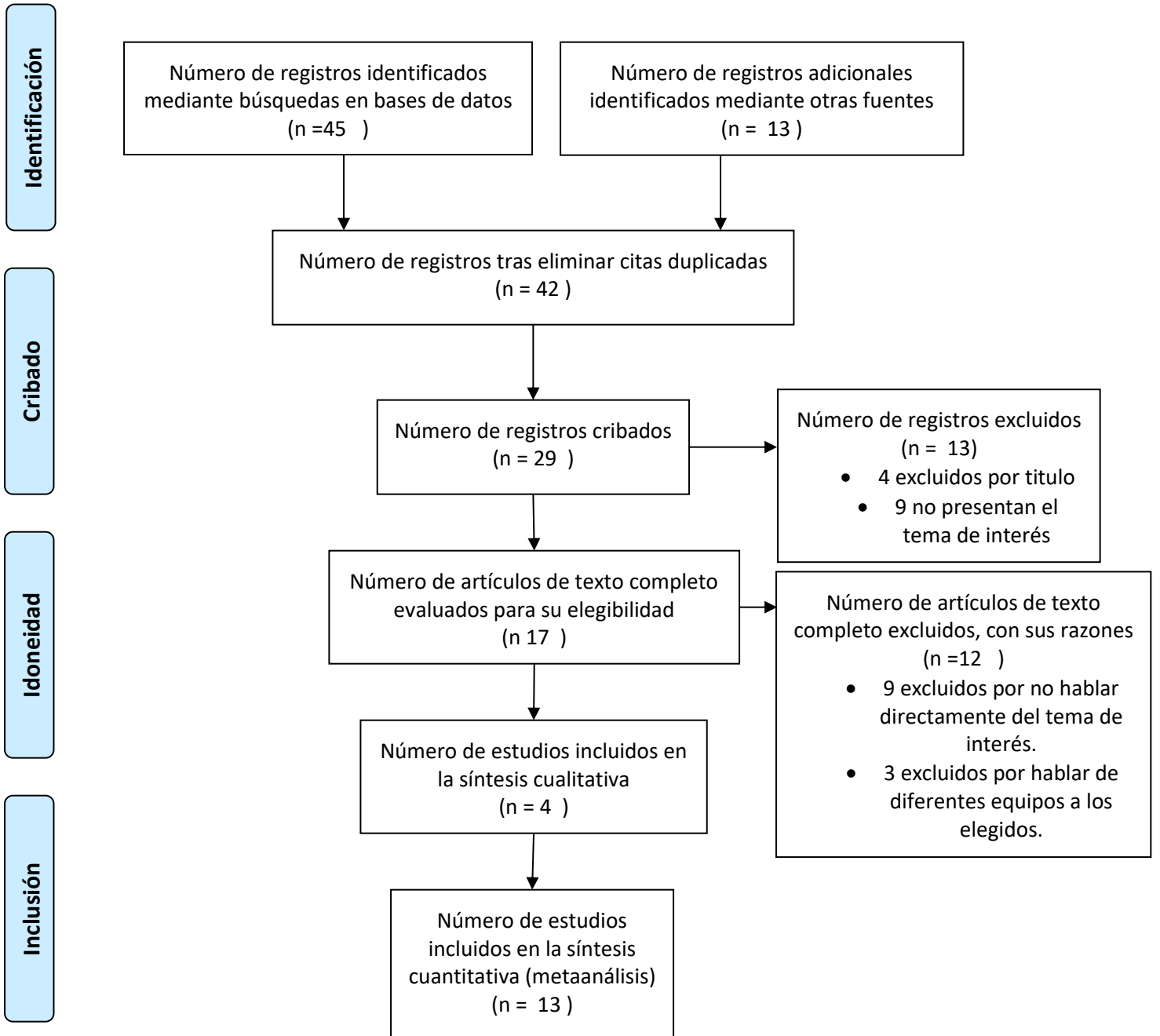
Si no se cumple con estos criterios definidos, se procederá a filtrar la información como ya se señaló anteriormente.

4. RESULTADOS

Se ha realizado una búsqueda bajo los criterios de búsqueda definidos con los cuales se han obtenido resultados eficientes al momento de utilizar las bases de datos y otras fuentes, se adjunta diagrama de flujo PRISMA (*figura 1*) de los documentos e informes que han cumplido con los criterios definidos, Se ha

realizado una discriminación de ciertos artículos que no cumplían con ciertos criterios de inclusión y no eran de interés para esta revisión sistemática.

4.1 DIAGRAMA FLUJO PRISMA



4.2 MAQUINA DE ANESTESIA

4.2.1 Identificación de bacterias en circuitos cerrados de ventilación de máquinas anestésicas

El método utilizado para el muestreo se basa en métodos de control microbiológico tradicional. Se procede a realizar la toma de muestras en las áreas de interés, las cuales se recolectan de forma aséptica mediante cotonitos o torulas previamente estériles deslizándolas sobre las superficies que se desean investigar. Estas muestras son conservadas adecuadamente para su estudio.

Para la detección de bacterias, las muestras son puestas en placas de agar sangre las cuales provienen de los cotonitos o torulas utilizados previamente en las superficies de interés de la maquina de anestesia para ser cultivados en estufas de cultivo a 37°C durante 24 horas. De todas las muestras obtenidas y cultivos realizados uno de ellos queda libre, es decir, sin ser incubada para poder medir el grado de contaminación externa existente. Posterior a lo mencionado se prosigue a realizar análisis macroscópico de las colonias, pruebas bioquímicas según sea el caso, tinción de Gram la cual es una técnica muy común en estudios microbiológicos. Consiste en aplicar una serie de colorantes a una muestra cualquiera, que aparentemente presenta bacterias no identificadas, tiñendo la pared de estas. Se realiza un lavado posterior a la coloración, en caso de que el colorante permanezca en la pared bacteriana de color morado, se tratarían de bacterias Gram positivas, en caso de que el colorante en la pared bacteriana sea de color rosado estas se denominan Gram negativas. Esta técnica es muy útil para determinar el tipo de bacteria con el que se está tratando el estudio [14].

4.2.1.1 Análisis estadísticos

En esta sección se procede a adjuntar los resultados obtenidos de 2 estudios realizados por diferentes instituciones en diferentes oportunidades. Los cuales arrojaron resultados positivos en cuanto a la presencia de agentes bacterianos en las máquinas de anestesia.

El primer estudio a analizar fue realizado en las salas de operaciones del Hospital de México en donde hubiera presencia de máquinas anestésicas. Donde procedieron a tomar un total de 245 muestras, 123 por la mañana y 122 en la tarde teniendo como propósito evaluar la presencia de contaminación de los equipos. Las muestras fueron sometidas a 4 pruebas las cuales son: detección de contaminación visible, detección de contaminación sanguínea, conteo de adenosina trifosfato (ATP) y cultivo de *Staphylococcus spp*, obteniendo los siguientes resultados. (Ver tabla 2)

Tipo de contaminación	Positiva		Negativa		Total
	Número	Porcentaje (%)	Número		
Contaminación visible					
Mañana	16	13,0	107		123
Tarde	15	12,3	107		122
Total	31	12,7	214		245
Prueba ATP					
Mañana	95	77,2	28		123
Tarde	84	68,9	38		122

Total	179	73,1	66	245
Prueba fenoltaleína				
Mañana	19	15,4	104	123
Tarde	25	20,5	97	122
Total	44	18,0	201	245
Resultado cultivo				
Mañana	52	42,3	71	123
Tarde	77	63,1	45	122
Total	129	52,7	116	245

Tabla 3; Tipo de contaminación, según hora de la toma de muestras, del equipo anestésico de las salas de operaciones del Hospital México, 14 de julio 2014

El segundo artículo analizado en esta revisión sistemática que arrojó resultados positivos en el análisis de control microbacteriano corresponde a un estudio realizado en la Región Metropolitana del país, donde se procedió a analizar 20 máquinas de anestesia pertenecientes a clínicas veterinarias, tomando un total de 60 muestras solo en los circuitos cerrados. Las muestras fueron cultivadas, analizadas microscópicamente y se les aplicó tinción Gram, los resultados fueron los siguientes:

Del total de las 60 muestras extraídas desde las 20 máquinas de anestesia seleccionadas hubo desarrollo bacteriano en un 67% del total de las muestras estudiadas, en contraste un 33 % del total de muestras no presentó crecimiento bacteriano evidente después de las 24 horas de incubación [6]. (gráfico 1).

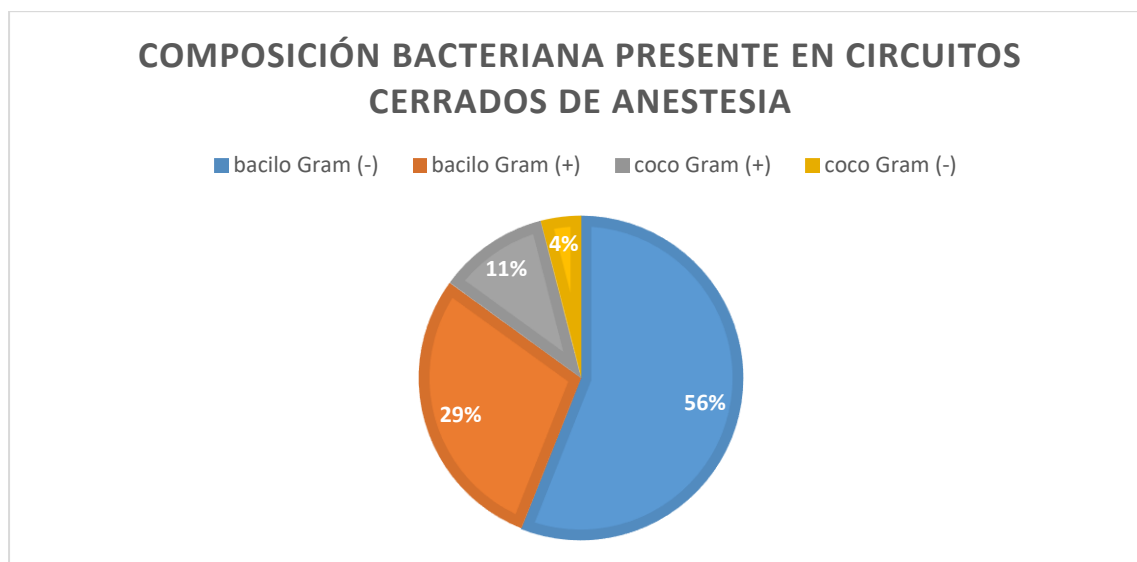


Gráfico 1. Composición bacteriana presente en circuitos cerrados de máquinas de anestesia [6].

Más específicamente debido a la realización de pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias se determinó que en el área donde se tomaron las muestras, en este caso las válvulas inspiratorias de la máquina de anestesia estaban presentes los siguientes tipos. (Gráfico 2).

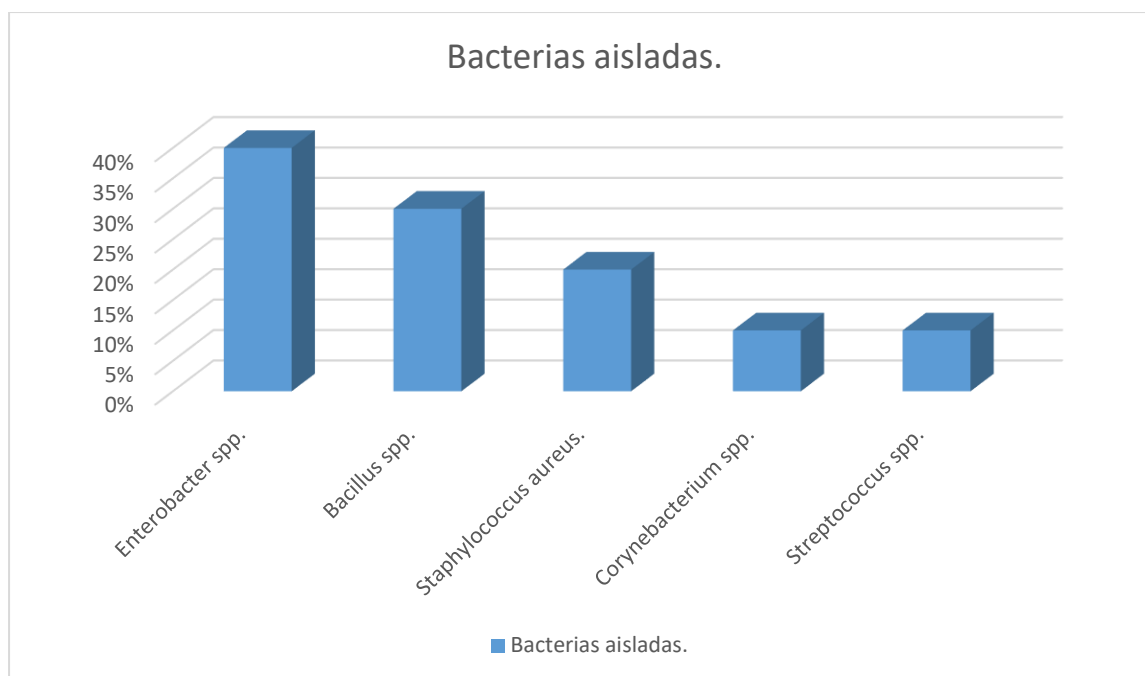


Gráfico 2. Distribución según tipo de crecimiento bacteriano en válvulas inspiratorias de máquinas anestésicas [6].

4.3 ENDOSCOPIOS

4.3.1 Control microbiológico

La vigilancia bacteriológica adecuada de los endoscopios y los equipos automatizados es una de las áreas más difíciles y controversiales de control de infecciones en endoscopia [15]. Es por esto por lo que según la agencia del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) no recomienda realizar controles microbiológicos de la desinfección de endoscopios a no ser que datos clínicos demuestren la transmisión de infecciones a través de estos equipos [9]. En el caso de que la situación sea presente se recomienda realizar un cultivo cuantitativo de una solución de suero salino instilado a través de los canales del endoscopio. Otro método utilizado es utilizar un cepillo estéril que se introduce en los canales del endoscopio, recuperando una mayor parte de microorganismos. Este control tiene como objetivo asegurar un correcto proceso de desinfección del equipo.

4.3.2 Toma de la muestra

Antes de iniciar el proceso se deben definir ciertos aspectos tales como: momento de la toma de la muestra, la frecuencia de muestreo, los puntos de la toma de muestras y el método de recogida.

La muestra puede tomarse después del proceso de desinfección o tras la desinfección y almacenado para valorar si hay contaminación durante el almacenado, ya que si no se realiza el último aclarado con agua estéril o alcohol de 70° y no se seca bien el endoscopio, microorganismos pueden multiplicarse durante el almacenamiento como se ha mencionado anteriormente. Por este motivo se recomienda la toma de muestras al menos 12 horas después de almacenado el endoscopio tras la desinfección [9].

Se recomienda que la frecuencia de la realización del proceso inicialmente puede ser mensual, ya cuando los controles sean correctos serán trimestrales tomando muestras a cada uno de los tipos de endoscopios asegurando una correcta rotación de muestreo. Deben realizarse cultivos ante una sospecha de brote relacionado con los procedimientos.

Las áreas de interés a analizar y recoger muestras serán todos los canales del endoscopio, superficies externas, botella de agua conectada al endoscopio.

El método utilizado para la control e inspección microbiológica será la utilización de un suero salino estéril el cual se introducirá por cada uno de los canales del endoscopio, este será recogido posteriormente en un recipiente estéril. Este mismo proceso puede ser realizado mediante un cepillo estéril el cual se introduce en los canales y luego es mezclado con el suero. Va a depender de que canal esta siendo explorado para determinar la cantidad de suero salino que se requerirá para la obtención de la muestra.

Para superficies externas la toma de muestras se realiza mediante algodón o cotonitos, los cuales previamente se han humedecidos en este suero salino estéril. Se recomienda tomar muestras en los puntos de aberturas de canales.

Se requiere tomar 2 muestras de 100 ml pertenecientes a la botella de agua del endoscopio con una jeringa estéril.

4.3.3 Transporte y conservación de la muestra

Las muestras serán depositadas en recipientes estériles cerrados con su respectiva etiqueta, donde indicará de donde fue obtenida la muestra y al endoscopio explorado. Es un proceso rápido que debe evitar que la muestra se altere. En caso de que sea necesario retrasar el proceso, las muestras deben conservarse a 4 °C [9].

4.3.4 Procesamiento de la muestra

Las muestras deben ser procesadas para realizar una identificación de las bacterias que podrían estar presentes en los conductos y/o superficies del equipo explorado.

Las muestras líquidas provenientes de los canales del endoscopio se pueden concentrar mediante filtración o centrifugación, para posteriormente realizar un recuento de los cultivos de microbacterias [9].

Para la realización del recuento el cultivo debe ser de 1 ml colocado en una placa de agar sangre durante 48 horas a 30°C [15].

Los algodones o cotonitos obtenidos al tomar la muestra en las superficies externas deberán incubarse por 48 horas a 30°C, se deben mezclar igualmente con el suero salino estéril 10 ml por muestra obtenida.

La botella de agua del endoscopio se realiza el recuento mediante filtración a través de un filtro de 0,45 µm de un volumen 10ml y 100ml, posteriormente deben ser depositadas en agar y encubarse por 5 días a 30°C [9].

4.3.5 Condiciones de incubación

Se deben de utilizar medios de cultivo y condiciones de incubación dirigidos a buscar microorganismos específicos que indiquen un inadecuado proceso de desinfección o limpieza del endoscopio o una contaminación del agua [12]. En el caso de endoscopia gastrointestinal hay que buscar microorganismos de la microbiota oral y entérica como enterobacterias, estreptococos, enterococos y bacilos gramnegativos no fermentadores. En el caso de los broncoscopios además hay que buscar micobacterias. En las lavadoras automáticas y en el agua hay que buscar bacilos gramnegativos no fermentadores y micobacterias atípicas [9].

4.3.6 Interpretación de los resultados

Para la interpretación de los resultados hay que tener en cuenta sobre todo el tipo de microorganismo y también el recuento que puede ser cuantitativo o semicuantitativo [12]. Se considera un resultado aceptable si es que el equipo evaluado presenta un número menor o igual a 20 colonias que crecen sobre el medio, por otro lado, el equipo no es aceptable si este presenta sobre 20 colonias que crecen en el medio [15].

Si se aíslan enterobacterias o enterococos en varios endoscopios con recuento medio y son de la misma unidad de endoscopias hay que sospechar un fallo en la limpieza o desinfección de los endoscopios de dicha unidad. Se aconseja revisar el procedimiento de limpieza y desinfección y tomar nuevamente muestras para cultivo [9].

Si existe presencias enterobacterias o enterococos en un solo endoscopio con un recuento elevado puede haber un problema mecánico en el endoscopio. Se recomienda no utilizarlo con pacientes, volverlo a limpiar y desinfectar y realizar un nuevo control microbiológico y si no se soluciona el problema debe revisarlo el fabricante [9].

El hallazgo de *Pseudomonas* spp. en el cultivo de una procesadora automática de duodenoscopios debe ser motivo de alerta rápida. Debe retirarse del uso con pacientes hasta que se encuentre la fuente y se desinfecte. Hay que descartar la fuente en la lavadora automática o en el propio duodenoscopio y revisar a los pacientes a los que se ha realizado la prueba diagnóstica [15].

Un número significativo de organismos entéricos, por ej. *Escherichia coli* o *Enterococcus faecalis*, recuperados de un instrumento solamente. Esto sugiere que hay un defecto mecánico en el instrumento y se debe realizar una inspección cuidadosa con reemplazo del tubo de inserción si no se ha identificado otro defecto [15].

4.3.7 Información de los resultados

En el informe de resultados debe indicarse claramente la procedencia de la muestra, el número de serie del endoscopio, el recuento de colonias y la identificación del microorganismo.

4.3.8 Vigilancia microbiológica de los instrumentos

Los controles microbiológicos no intentan evaluar cada uno de los endoscopios. La intención es evaluar, en un momento determinado, si hay un número más elevado de lo esperado de microorganismos. Esto sería la primera indicación de que el protocolo de reprocesamiento de endoscopios no se está cumpliendo.

Es óptimo realizar este proceso de validación el primer día de la semana, antes que los endoscopios hayan sido usados con los pacientes, lo cual representa el tiempo más largo de almacenado y es el tiempo de elección para Control de Infecciones [15].

La toma de las muestras no interfiere con el uso de los endoscopios en los pacientes, porque se usa sólo agua destilada estéril [12].

Si el endoscopio debe regresar al área de almacenado y no será usado, debe ser enjuagado con alcohol al 70% y secado completamente con aire forzado antes de ser almacenado [9].

Si hay sobrecrecimiento bacteriano en los canales de biopsia/succión, esto indica una ruptura en el protocolo de limpieza y desinfección [15].

Los resultados deben ser revisados con el personal de endoscopía y los instrumentos que tienen niveles microbianos inaceptables, deben ser limpiados y desinfectados completamente respetando el protocolo [15].

Después de reprocesar los endoscopios deben ser nuevamente cultivados, luego de ser almacenados hasta el día siguiente, para asegurarse que los niveles bacterianos están dentro de las cifras aceptables [15].

4.4 VENTILADORES MECANICOS

La “neumonía asociada a intubación” es la neumonía que se desarrolla en un paciente en ventilación mecánica después de la intubación. La neumonía nosocomial es la principal causa de muerte debida a infecciones adquiridas en el hospital. El 20% de los pacientes intubados y hasta el 70% de los pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo desarrollan neumonía asociada al respirador. En pacientes intubados y ventilados mecánicamente, la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica es del 1% por día durante el primer mes de ventilación mecánica [16].

4.4.1 Control microbiológico

Para realizar un control o inspección microbiológicos en los ventiladores mecánicos deben haber sido desinfectados y esterilizados correctamente posteriormente de haber sido utilizado en algún procedimiento clínico en el cual haya involucrado a un paciente. Este procedimiento comprueba si los equipos son seguros para la utilización en nuevos pacientes.

Para comenzar la toma de muestras se conecta al equipo un sistema de tubos clínicamente esterilizados y un muestreador que simula la ventilación conectada al circuito del paciente. Se fijan los parámetros del ventilador que se requieran, es decir, la presión deseada, volumen, y frecuencia. A continuación, el ventilador se hace funcionar durante un tiempo estimado para luego retirar el muestreador. Las muestras posteriormente son incubadas durante 5 días a 37°C consultando los cultivos microbiológicos diariamente [17]. Este proceso se realiza para el proceso de simulación de la espiración.

El muestreo de los gases espirados la válvula de retención del ventilador es retirada al igual que los tubos conectados con anterioridad al equipo para posteriormente ser evaluados como se ha mencionado anteriormente [17].

Ya cultivadas las muestras deben pasar por un proceso microbiológico para identificar el tipo de bacterias que se encuentran presentes en los sistemas del ventilador mecánico.

Otro método factible para realizar un control microbiológico en estos equipos es mediante la utilización de una escobilla esterilizada previamente, la cual se procederá a obtener muestras en las zonas de interés como lo puede ser la mascarilla y regiones más cercanas a esta. Los análisis obtenidos se cultivan en agar sangre realizando recuentos cada 24 y a las 48 horas [18]. Una vez cultivadas las muestras deben analizarse con su respectivo proceso químico para la identificación de las bacterias presentes en el equipo.

5. DISCUSIÓN

Para comenzar esta discusión se logró analizar que los microorganismos es posible encontrarlos en el suelo, compuestos orgánicos en descomposición, vegetación y agua, también se encuentra en el medio ambiente hospitalario, en reservorios húmedos como alimentos, lavaderos, trapos para fregar suelos, equipos de terapia respiratoria e incluso en soluciones desinfectantes. Su amplia distribución se debe a sus exigencias nutricionales sencillas y versátiles. Es por esto por lo que los equipos médicos se pueden infectar fácilmente

y es necesario realizar esta clase de estudios para verificar su estado evitando así la contaminación al momento de usarlo en pacientes.

En esta revisión sistemática se logró identificar y evidenciar diversos estudios en los cuales si presentaron resultados positivos que nos permitió obtener una mirada a lo que es la contaminación presente en los equipos médicos por fallas en los procesos. Debido a esto la mala manipulación de equipos médicos y un uso indebido en pacientes se atribuye a ser la causa de infecciones no deseadas. Genera un impacto en lo que es tomar conciencia a la hora de desinfectar y/o esterilizar un equipo médico, como ya se mencionó anteriormente la falla en este proceso es un riesgo que afectará directamente al paciente, es por esto por lo que la capacitación del personal es esencial.

Es un tema que hoy en día es bastante importante, ya que hablar de esterilización y/o desinfección de un equipo médico es fundamental. A la hora de utilizar estos equipos en cuestión, es de vital importancia que este proceso se haya realizado correctamente ya que como se ha dicho anteriormente una mala gestión en el proceso de esterilización, desinfección y limpieza de un equipo generaría infecciones no deseadas en los pacientes al momento de utilizarlos en ellos, ya que no es habitual, según la información recopilada en esta revisión, que se genere una búsqueda o control microbiológico en los equipos médicos luego de que se les haya realizado su proceso de desinfección y/o esterilización correspondiente. Esta clase de revisiones sistemáticas según mi parecer ayuda a tener una amplia visión de que en los equipos médicos si existen presencias de microorganismos que no son bien atacados y poder realizar de mejor forma los procesos de limpieza, desinfección y/o esterilización, disminuyendo así, las infecciones no deseadas en los pacientes al momento de utilizar los equipos médicos en los procedimientos clínicos.

6. CONCLUSIÓN

El proceso de esterilización, desinfección y limpieza de los equipos médicos hoy en día es un proceso fundamental, el cual debe estar presente en las instituciones de salud tanto privadas como públicas, dicho proceso no puede presentar fallas y debe ser muy bien gestionado a la hora de su implementación. Los errores en este proceso provocan que los equipos queden mal esterilizados y/o desinfectados, generando una situación crítica, ya que posteriormente a este serán usados en pacientes en algún procedimiento clínico generando una posible infección no deseada debido a la presencia de agentes microbiológicos en sus sistemas.

Las máquinas de anestesia, endoscopios y ventiladores mecánicos son equipos médicos que tienen relación directa con el paciente al momento de un procedimiento clínico, por lo tanto, se pueden identificar como la mayor probabilidad de contagio al momento de ser utilizados debido a la falla en los procesos de limpieza y desinfección o esterilización. Esto puede ser posible debido a que estos equipos médicos poseen piezas desechables que posiblemente por falta de capacitación de personal o falta de insumos, no sean bien desinfectadas o no sean cambiadas con regularidad produciendo así una infección no deseada. Esto se comprueba al haber realizado la revisión sistemática revisando los resultados de la máquina de anestesia donde los estudios arrojaron resultados positivos a la hora de los controles microbiológicos.

Los inspecciones o controles microbiológicos son fundamentales a la hora de realizar un proceso de esterilización y/o desinfección, ya que es una metodología que es posible realizar previamente para tener un control del equipo mismo, saber que agentes están presentes en los circuitos de este y saber cómo atacarlos de una manera óptima y así no tener problemas a futuro al momento de utilizarlos en procesos clínicos. Posteriormente a un proceso de esterilización y/o desinfección, el usar esta metodología de búsqueda de agentes infecciosos se está buscando prevenir las infecciones no deseadas en pacientes, ya que, es un proceso que permite verificar si existió una falla en el proceso al momento de encontrar agentes infecciosos. En otras palabras, probar la eficacia del procedimiento realizado.

Estos procesos (controles microbiológicos) traen un montón de beneficios a la hora de implementarlos en las instituciones de salud pública o privadas, pero en el sector público los recursos al ser escasos o no disponer de las áreas que se requieren para realizar el proceso, estas deben derivarse a prestaciones de terceros, lo que no siempre será una posibilidad. Esto tendrá como consecuencia la no realización de lo ya mencionado con anterioridad, debilitando así los procesos de esterilización de los equipos médicos

7. Referencias

- [1] MINSAL, «Norma técnica sobre esterilización y desinfección de alto nivel para establecimientos de atención en salud,» 10 Octubre 2017. [En línea]. Available: <http://www.minsal.cl>. [Último acceso: 1 Abril 2019].
- [2] M. C. Fernandez, C. Horak, M. Lagomarsino, H. Cerra, G. Torno y E. Zarankin, Manual de Microbiología Aplicada a las Industrias Farmacéuticas, Cosmética y de Productos Médicos, Buenos Aires: Subcomisión de Buenas Prácticas de la División de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (DAMyC), 2013.
- [3] J. d. e. Gemma Mella A, «Técnica Aséptica,» [En línea]. Available: <http://www.hrrio.cl>. [Último acceso: 2 Abril 2019].
- [4] S. I. Acosta-Gnass y V. de Andrade Stempluk, Manual de esterilización para centros de salud, Washington, D.C, 2008.
- [5] S. Sattar, «Limpieza, desinfección y esterilización,» Agosto 2014. [En línea]. Available: <http://theific.org>. [Último acceso: 2019 Abril 2].
- [6] Y. Núñez y P. Fariña, «Identificación de bacterias en circuitos de ventilación de máquinas de anestésicas,» *Hospitales Veterinarios - Digital*, pp. 54-62, 2016.
- [7] A. Acuña de la Cruz, «Limpieza y desinfección de máquinas de anestesia,» 2017. [En línea]. Available: <http://docplayer.es>. [Último acceso: Abril 2019].
- [8] Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU., «MedlinePlus,» U.S. National Library of Medicine, 08 Mayo 2019. [En línea]. Available: www.medlineplus.gov. [Último acceso: 20 Mayo 2019].
- [9] J. L. Barrios Andrés, A. Delgado-Iribarren García-Campero y C. Ezpeleta Baquedano, «Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica,» 2012. [En línea]. Available: www.seimc.org. [Último acceso: Mayo 2019].
- [10] C. Wikipedia, «Biopelícula,» Wikipedia, La enciclopedia libre, 29 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org>. [Último acceso: Mayo 29 2019].
- [11] Pan American Health Organization, «Validación del proceso de desinfección,» 2017. [En línea]. Available: www.paho.org. [Último acceso: Mayo 2019].
- [12] A. S. Brock, L. L. Steed, J. Freeman, B. Garry, P. Malpas y P. Cotton, «Endoscope storage time: assessment of microbial colonization up to 21 days after reprocessing,» *GIE Journal*, vol. 81, n° 5, pp. 1150-1154, 2015.
- [13] Á. Armes Ramchandani, M. R. Mosegue Moreno y M. Galloway Hdez, «Infomed- Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas,» Abril 2014. [En línea]. Available: <https://especialidades.sld.cu>. [Último acceso: Mayo 2019].
- [14] D. Saceda Corralo, «Webconsultas Revista de salud y bienestar,» WebConsultas Healthcare, S.A., 22 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/tincion-de-gram-13399>. [Último acceso: 22 Mayo 2019].
- [15] COdeINEP, «Grupo Asesor Control de Infecciones y Epidemiología,» Julio 2006. [En línea]. Available: www.codeinep.org. [Último acceso: Mayo 2019].

-
- [16] J. J. Guardiola, X. Sarmiento y J. Rello, « Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias,» Junio 2019. [En línea]. Available: <http://www.medintensiva.org/>. [Último acceso: Junio 2019].
- [17] J. Gallagher J, E. M. Strangeways y J. Allt-Graham, «Contamination control in long-term ventilation,» *Anaesthesia*, vol. 42, pp. 476-481, 1987.
- [18] J. Rodríguez González-Moro, G. Andrado Vivero, J. de Miguel Díez, S. López Martín, C. Sánchez, J. Izquierdo Alonso y P. de Lucas Ramos, «Colonización bacteriana y ventilación mecánica domiciliaria. Prevalencia y factores de riesgo,» *Archivos de Bronconeumología*, vol. 40, nº 9, pp. 389-427, 2004.