

CAPÍTULO 8

Importancia de la bioseguridad en el contexto de la pandemia por SARS-Cov-2

Cómo citar:

Bonfante A., Mendoza L., Tique-Salleg V., Miranda J., Herrera Y., et al. Globalización de la bioseguridad en un contexto pandémico. En: Máttar S., Gastelbondo-Pastrana B., editores. Lecciones aprendidas del COVID-19: Una mirada interdisciplinaria. Sincelejo (Colombia): Editorial CECAR, 2023. p. 169-193. DOI: <https://doi.org/10.21892/9786287515376.8>

Importancia de la bioseguridad en el contexto de la pandemia por SARS-Cov-2

Andrés Bonfante; Luisa Mendoza; Vaneza Tique-Salleg; Jorge Miranda; Yonairo Herrera; Verónica Contreras; Iván Llorente; Germán Arrieta; Eimi Brango; Salim Mattar

Introducción

De acuerdo con la organización mundial de salud (OMS), la bioseguridad es un conjunto de principios, técnicas y prácticas aplicadas con el fin de evitar la exposición no intencional a patógenos y toxinas, o su liberación accidental. Estas medidas tienen como fin disminuir todo tipo de probabilidad de exposición a riesgos biológicos, físicos y químicos (1).

La pandemia de COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2 responsable del síndrome respiratorio agudo grave, ha resaltado la importancia de la bioseguridad como eje crucial para la contención y control de la diseminación de virus y otros microorganismos. Esto ha generado consciencia sobre la importancia de las políticas de bioseguridad en los gobiernos a nivel mundial, poniendo en consideración las debilidades, la preparación y responsabilidad presentes en los sistemas de salud y vigilancia para detectar, prevenir y controlar eventos de importancia en salud pública (2).

No obstante, el concepto de bioseguridad como mecanismo de protección enfocado hacia la salud y bienestar de las personas en espacios específicos (Laboratorios, centros clínicos, hospitales, etc.), fue sobrepasado por SARS-Cov-2. Este virus aprovechó las falencias de los sistemas de bioseguridad para propagarse exponencialmente radicándose en cada rincón del planeta gracias a la “Globalización” un fenómeno al que se le restó importancia en esos momentos (3).

Aunque ya han transcurrido varias pandemias en la historia de la humanidad, el COVID-19 ha dejado una clara vulnerabilidad en los métodos y mecanismos de bioseguridad, a pesar de que en la actualidad se cuenta con entornos tecnológicos de vanguardia.

Se puede deducir que la falla estuvo en el enfoque de esta seguridad hacia el exterior, por fuera de jurisdicciones no controladas, trascender más allá de culturas de higiene, de políticas y normas de bioseguridad, para al final entender que vivimos en una única comunidad y que a partir de la globalización, las barreras locales de contención quedaron abolidas por insuficiencia de alcance en el control de la dinámica de las masas (4).

Por tales motivos, se hizo necesario acudir a medidas de cambio con el fin de desacelerar la propagación del virus. Desde los encierros y estados de cuarentenas establecidos como política de bioseguridad hasta las estrictas medidas de protección que se implementaron para proteger al personal de primera línea en centros clínicos, hospitalarios y de investigación y desarrollo, de modo que estos no se convirtieran a su vez en propagadores en sus entornos cercanos (2).

Siendo este el inicio de un nuevo concepto de bioseguridad englobando un interés que va más allá de los parámetros de control normalizados y que se preocupan por mejorar la efectividad a la hora de utilizar los elementos de protección personal (EPP), reentrenando al personal sobre su correcto uso (postura, retiro y desecho) y con parámetros adicionales proporcionando un mayor grado de seguridad y confianza. También se hizo relevante la gestión del personal de modo que se realizaran seguimientos permanentes de su estado de salud, la comodidad frente a las nuevas pautas de los procesos y su estado emocional pasó a ser un factor de interés preponderante. Todo esto para derivar en operaciones efectivas que garantizaran la seguridad del personal, los patógenos y el medio ambiente (5).

Medidas de bioseguridad primaria

Según Janson et al. (6), las medidas de bioseguridad primaria son aquellas que enfocan su accionar en la protección individual de las personas. Es a partir de estas que inicia el ciclo de protección individual que a menudo es considerado el último sistema de defensa contra los riesgos biológicos. La Figura 1 y 2 representan los EPP utilizados en diferentes áreas de un laboratorio de diagnóstico de COVID-19.



Figura 1. EPP para área de desembalaje y extracción de ARN..



Figuras 2. EPP para áreas de bajo riesgo Pre PCR y qPCR..

Una vez establecido el estado de emergencia mundial por la pandemia provocada por el COVID-19 el personal de primera línea (médicos, enfermeras, bacteriólogos, investigadores en laboratorios, entre otros), fueron instruidos nuevamente en los protocolos de autocuidado y protección individual, con la finalidad de protegerlos y evitar propagaciones a sus núcleos familiares con este virus (7). La Figura 3 y 4 muestran algunos aspectos fundamentales del lavado y desinfección de manos como medida de autocuidado dentro de los protocolos recurrentes en un laboratorio de diagnóstico COVID-19.

Ahora bien, una vez los riesgos de infección por COVID-19 fueron palpables, y el temor a ser infectado preponderó sobre los protocolos ya estandarizados de los procesos de bioseguridad. Empezaron a surgir inconformidades referentes al verdadero valor de seguridad ofrecido por los EPP. De acuerdo con lo planteado por Janson et al. (6), el hecho de que los EPP no se ajusten correctamente a las características antropomórficas de las personas, bien sea por su género, estatura, talla, y otros factores que modifican los requerimientos del elemento de protección personal, se ha visto como un problema de alto impacto en los entornos de atención médica. Las Figuras 5 y 6 muestran las dificultades de algunos usuarios con EPP que no se ajustan a sus características físicas.



Figura 3. Protocolo de autocuidado, lavado de manos.



Figura 4. Protocolo de autocuidado, aplicación de antibacterial.



Figura 5. Mascarilla estándar que no se adapta a los rasgos antropomórficos del usuario (Vista Frontal).



Figura 6. Mascarilla estándar que no se adapta a los rasgos antropomórficos del usuario (Vista Lateral).

Aunque Janson et al. (6) reseñan que históricamente los EPP han sido diseñados en función de las características corporales de un hombre promedio europeo o estadounidense, se han realizado varios estudios como el propuesto por (6,7). En este realizan un recorrido por importantes empresas de fabricación de EPP, y se encuentran con que las tallas alternativas son escasas además poco promocionadas, de manera que los usuarios finales de dichos elementos

no son dotados apropiadamente y presentan incomodidad e inseguridad al usar el EPP incluso hasta accidentes por usar elementos desproporcionados a sus medidas. La Tabla 1, muestra los elementos encontrados con tallajes alternativos de acuerdo con sus dimensiones, en las distintas empresas dedicadas a la fabricación de EPP, donde M y L (sombreadas en rojo) son consideradas tallas estándares y tienen una mayor presencia en el mercado.

Tabla 1. *Distribución de tallas en EPP encontrados con tallas alternativas.*

Producto	XS	S	M	L	XL	2XL	3XL	4XL	5XL	Total
Arneses	10	2	1	1	11	9				34
Chalecos de visibilidad		1	1	1	1	1				5
Cinturones de trabajo			1	1	1	1	1			5
Chaquetas		6	7	8	8	8	6	5	5	53
Cascos (industriales y de bomberos/rescate)		1	2	4						7
Respiradores		34	37	36	8					115
Guantes	6	38	42	47	49	38	1			221
Total	16	82	91	98	78	57	8	5	5	440

**Adaptada de Flynn MA et al 2017 (8).*

Ahora bien, según el estudio desarrollado, las tallas estándares se encuentran en las dimensiones M (medium) y L (Large), de modo que desde la talla S hacia abajo pueden considerarse tallas alternativas, de hecho, estas tallas presentan menos frecuencias en los fabricantes que las tallas desde la XL hacia arriba, que a pesar de que también se consideran alternativas, muestran una tendencia en el mercado que sugiere que las tallas alternativas ofrecidas están destinadas a tipos de cuerpos grandes y con mayor probabilidad masculinos (8). En la Figura 7, se puede observar cómo cuatro tipos distintas de mascarillas

de fabricantes diferentes, tienen medidas muy similares de alto y ancho, siendo una medida estándar que se encuentra en el mercado sin variedad opcional en otras tallas específicas de acuerdo a sus dimensiones

Por estas razones, las medidas de bioseguridad primarias tuvieron que ser replanteadas. El estudio (9) muestra cómo las jornadas y turnos del personal de primera línea y demás trabajadores con alto riesgo de contagio por manipulación del virus, tuvieron que ser reestructuradas, con el fin de hacer que la exposición del personal fuera mínima y lograr proteger sus núcleos familiares. De este modo entraron en juego varios parámetros de bioseguridad que antes no eran tenidos en cuenta, formando un conglomerado de medidas adicionales que buscan disminuir los riesgos biológicos a partir de cambios en las operaciones, como la asistencia permanente a los trabajadores para evaluar sus condiciones físicas y mentales en todo momento, la implementación de nuevos protocolos en prácticas seguras de laboratorio y el suministro adecuado y apropiado de los EPP requeridos como medidas de bioseguridad primaria a través de mecanismos automatizados (10).

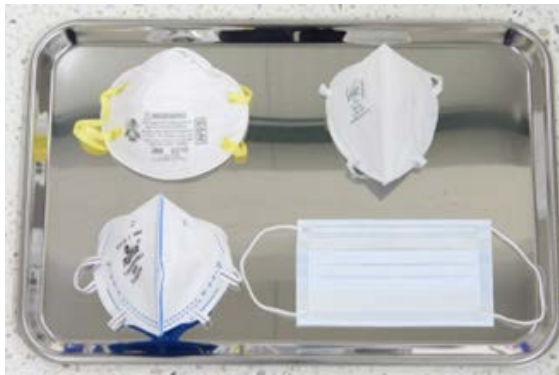


Figura 7. Muestra de mascarillas de distintas marcas con medidas estándares similares.

Caracterización y evaluación del riesgo

De acuerdo con la OMS, el factor de riesgo es cualquier situación que sugiera que una persona pudiese incrementar su posibilidad de sufrir algún daño, bien sea como consecuencia de alguna enfermedad o por alteraciones físicas que generan una lesión; por lo que su concepto está enfocado hacia el estado de salud de un individuo y la atención sanitaria; es decir, que en este caso el peligro tiene prioridad en la atención primaria de salud (11).

Uno de los grupos laborales que más se exponen al peligro, es el de los trabajadores en salud, quienes manipulan muestras y cultivos que contiene bacterias y virus peligrosos. Debido a esto, es necesario que los trabajadores dominen el nivel de riesgo que implican los diferentes procedimientos que realizan, y se implementen las normas de bioseguridad necesarios para minimizar el riesgo al que constantemente están expuestos (12). En la Figura 8 y 9 se observa trabajadores en el área de extracción y desembalaje realizando procedimientos según protocolos del laboratorio de procesamiento de muestras de COVID-19.

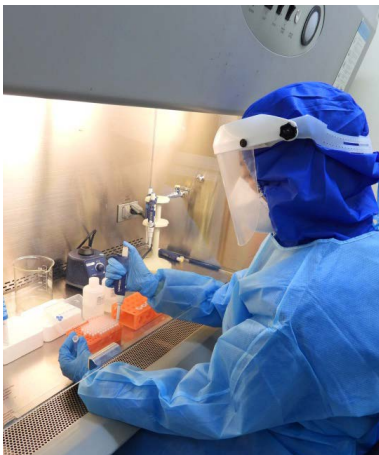


Figura 8. Profesional en área de desembalaje de muestras respiratorias.



Figura 9. Profesional en área de extracción de Ácidos nucleicos.

Los microorganismos se clasifican en cuatro grupos de riesgo, riesgo 1 (riesgo individual y poblacional escaso o nulo); riesgo 2 (riesgo individual moderado, riesgo poblacional bajo); de riesgo 3 (riesgo individual elevado, riesgo poblacional bajo); y riesgo 4 (riesgo individual y poblacional elevado). La bioseguridad de los laboratorios se tiene clasificada por nivel de complejidad, así como por grupo de riesgo. Los niveles se utilizan para definir las medidas de protección y las estructuras físicas necesarias en un entorno de laboratorio para proteger a los trabajadores y prevenir la liberación de patógenos al medio ambiente (11). El grupo BIOSLAB muestra una relación tabulada entre microorganismos y el laboratorio requerido según su nivel de bioseguridad (BSL), como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Relación entre microorganismos grupo de riesgo y nivel de bioseguridad.

Grupo de riesgo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Nivel de bioseguridad	BSL-1	BSL-2	BSL-3	BSL-4
Bacterias	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Xylophilus ampelinus</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus suis</i>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Yersinia pestis</i>	
Virus	Virus del Mosaico del tabaco Bacteriófagos	Virus de Epstein-Barr Coronaviridae	Virus de inmunodeficiencia humana Virus de la fiebre amarilla	Virus ébola Virus de la viruela
Hongos	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Penicillium roqueforti</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Candida albicans</i>	<i>Histoplasma capsulatum var capsulatum</i> <i>Paracoccidiodes brasiliensis</i>	
Parásitos	<i>Ditylenchus dipsaci</i> <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	<i>Trichinella spiralis</i> <i>Toxocara canis</i>	<i>Echinococcus granulosus</i> <i>Taenia solium</i>	

Bioseguridad en laboratorios de diagnóstico

Los laboratorios deben estar diseñados de acuerdo con sus objetivos de investigación y diagnóstico, donde los métodos de manejo de agentes infecciosos que se manipulan y/o almacenan, sean completamente seguros, es decir, que exista una relación directamente proporcional entre los parámetros de contención con las actividades realizadas dentro del laboratorio y los peligros biológicos que derivan de estas. De modo que, a mayor grado de peligrosidad biológica, habrá un mayor grado de control en infraestructura, equipos, procesos e indumentaria requerida, las cuales están enfocadas con el propósito de funcionar como contención de los agentes infecciosos (11).

Por tal motivo se hablan de barreras primarias que son aquellas que van dirigidas a los operadores, como las indumentarias personales (batas, mascarillas, guates, entre otras); y las barreras secundarias que se refieren al diseño de la infraestructura, categorizando los laboratorios en básicos, de contención y de contención máxima, las cuales no son el objetivo de esta revisión (11).

Medidas de bioseguridad y protección personal en el laboratorio

La pandemia demostró que es indispensable el uso de los EPP para prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas. Sin embargo, su uso suele ser deficiente en el entorno clínico. Esta afirmación va de acuerdo con estudios observacionales realizados en hospitales que participaron en el programa canadiense de vigilancia de infecciones intrahospitalarias donde solo la mitad de los trabajadores sanitarios realizaban un correcto procedimiento de postura y retiro de los EPP en la secuencia correcta y con los parámetros mínimos para prevenir autoinfección (13).

Utilizando una herramienta de recopilación de datos estandarizados, se registró en los trabajadores sanitarios seleccionando y quitando el EPP y realizando higiene de manos con una insuficiente educación de cómo realizar adecuadamente estos procesos. Por tanto, es importante el conocimiento

sobre la forma adecuada de usar los EPP para disminuir el riesgo de contraer la enfermedad del coronavirus (COVID-19) y así garantizar la protección del personal médico (14).

La capacitación en el uso correcto de los EPP es insuficiente puesto que los estudiantes de áreas de ciencias de la salud no reciben la formación suficiente sobre las prácticas adecuadas para ponerse y quitarse los EPP. Lo planteado por (15) “Dada la necesidad de capacitar a los estudiantes de medicina en una variedad de prácticas de control de infecciones, un enfoque práctico puede ser incorporar capacitación en EPP en sesiones generales diseñadas para capacitar al personal en medidas de control de infecciones”.

La experiencia durante el brote del COVID-19, ha hecho significativa la necesidad del uso apropiado de los EPP, por lo que el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia mediante la resolución 666 de 2020 adopta el protocolo general de bioseguridad para mitigar, controlar y realizar el adecuado manejo de la pandemia del Coronavirus, mencionando los diferentes tipos de equipos de protección individual que son frecuentemente usados en el trabajo de laboratorio y salud pública (16).

En este contexto, la OMS afirma que el personal del laboratorio debe contar con la formación teórica y práctica necesaria sobre el uso correcto de los EPP y otras precauciones de prevención y control de infecciones. Lo que incluye demostrar su competencia en los procedimientos adecuados para ponerse y quitarse los EPP necesario para la atención directa a pacientes con COVID-19 y otras tareas (17).

De este modo la OMS extiende sus recomendaciones para el correcto uso y disposición de los EPP más comunes en el contexto pandémico, haciendo énfasis en el uso adecuado de las mascarillas como medida de prevención y control, como se observa en la Figura 10. Así mismo las medidas apropiadas para el uso correcto de la bata como lo muestra la Figura 11; y la forma adecuada de colocar y quitar los guantes de tal forma que se prevengan contaminaciones y riesgos biológicos, las Figuras 12 y 13 muestra estos últimos procedimientos mencionados (18).



Figura 10. Procedimiento para colocar la mascarilla. 1. Lavar las manos; 2. Tomar correctamente la mascarilla; 3. Colocar detrás de las orejas las cintas elásticas; 4. Cubrir completamente nariz y boca; 5. Ajustarlo a la nariz; 6. Evitar tocar la mascarilla mientras está siendo usada.



Figura 11. Procedimiento para colocar la bata. 1. Tomar la bata con las manos limpias; 2. Desdoblar la bata tomándola por los bordes del cuello; 3. Introducir los brazos por las mangas tirando desde el borde del cuello; 4. Atar la cinta del cuello; 5. Atar el cinturón superponiendo los bordes.



Figura 12. Procedimiento para colocar los guantes. 1. Con la mano no dominante recoja el guante para la otra mano por el puño; 2. Deslice la mano dominante dentro del guante con la palma hacia arriba y los dedos abiertos; 3. Use la mano enguantada para deslizar los dedos bajo el puño del segundo guante; 4. Acomode ambos guantes hasta que encajen correctamente.

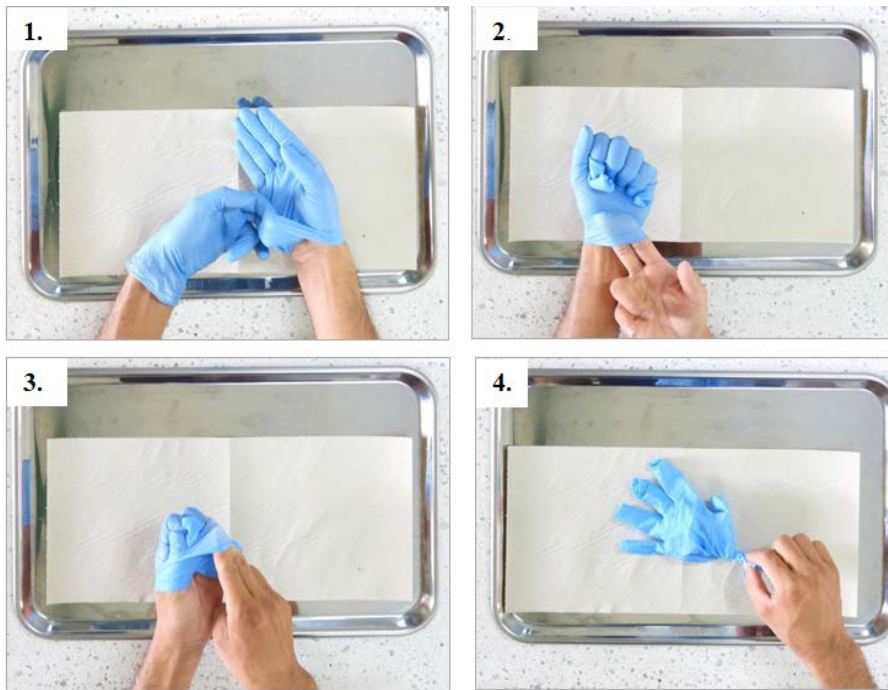


Figura 13. Procedimiento para retirar los guantes. 1. Pellizque el guante por su parte inferior externa tirando hacia arriba el guante hasta sacarlo completamente de la mano; 2. Guárdelo en la palma de la mano todavía enguantada y pase los dedos de la mano sin guante por dentro del otro guante; 3. Quítese el segundo guante tirando hacia arriba; 4. Una vez quitado ambos guantes, descártelos en el recipiente aprobado.

Medidas de bioseguridad para la manipulación y disposición final de desechos

Los profesionales y demás operarios generadores del material contaminado, deben responsabilizarse de la desinfección de los recipientes contenedores o del propio material en la fuente; evitando algún otro peligro distinto al biológico (químico o físico) para quienes realizan las operaciones de eliminación inmediata o quienes entran en contacto con los objetos o materiales desechados fuera del recinto del laboratorio (11).

El sistema de identificación y separación del material infeccioso y sus recipientes siguen las normas nacionales e internacionales, teniendo en cuenta las siguientes categorías: Objetos corto-punzantes contaminados (infecciosos), Desechos no contaminados o no infecciosos, Material contaminado reutilizable, y Material contaminado, Anatomopatológicos y Biosanitarios. En la Figura 14, se observa los diferentes recipientes para la separación de residuos que están clasificados de la siguiente manera: Residuos peligrosos (color rojo), Residuos ordinarios no reciclables (color verde), Residuos aprovechables (color gris).



Figura 14. Sistema de separación de residuos para el debido tratamiento según cada clase de desecho.

4.1 Objetos corto-punzantes contaminados (infecciosos)

- Objetos tales como agujas hipodérmicas, bisturís, cuchillas, vidrio roto; se recogerán siempre en recipientes a prueba de perforación dotados de tapa y deben ser tratados como material infeccioso (11). En la Figura 15, se observa elementos corto-punzantes de un solo uso no contaminados.
- Los recipientes de eliminación de objetos cortantes y punzantes deben ser resistentes a la perforación y solo se deben llenar en sus $\frac{3}{4}$ partes, para después colocarlos en el recipiente de “Desechos Infecciosos” y esterilizarlos en la autoclave (11). La Figura 16, muestra recipiente desechable para el almacenamiento de residuos corto-punzantes contaminados.

- Las agujas hipodérmicas no se deben volver a tapar, cortar ni retirar de las jeringuillas desechables después de utilizarlas; el conjunto completo debe colocarse en un recipiente de eliminación (11).

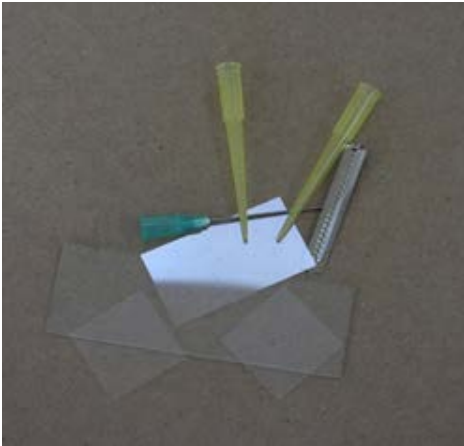


Figura 15. Elementos corto-punzantes de un solo uso no contaminados.

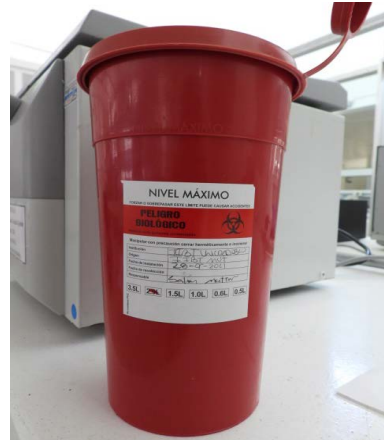


Figura 16. Guardián para elementos corto-punzantes contaminados.

Desechos no contaminados o no infecciosos

Aquellos que se pueden reutilizar, reciclar o eliminar como “Basura Común” Deben ser dispuestos en bolsas negras, si se van a desechar en la ruta de basuras de uso doméstico o en bolsas verdes si su destino es el reciclaje (12). Figura 14 recipiente verde.

Material contaminado reutilizable

- Es el destinado al tratamiento en autoclave para que después pueda lavarse y volverse a utilizar o a reciclar.
- No se efectúa limpieza alguna de ningún material contaminado (potencialmente infeccioso) que vaya a ser tratado en autoclave y reutilizado; cualquier limpieza o reparación se debe realizar siempre después del paso por autoclave o la desinfección (11). La Figura 17, muestra el depósito de residuos peligrosos, limpio y desinfectado.



Figura 17. *Materiales biosanitarios y desechos anatomopatológicos.*

Material contaminado, anatomopatológicos y biosanitarios

- Se consideran desechos anatomopatológicos los animales, órganos, tejidos o fluidos potencialmente contaminados; mientras que los desechos biosanitarios son aquellos materiales (gasas, toallas de papel, algodón, etc.) en contacto con fluidos orgánicos como sangre, suero, plasma, líquido cefalorraquídeo, entre otros (11). En la Figura 17, se observa desechos anatomopatológicos como fluidos y tejidos contaminados.
- Estos serán dispuestos en bolsas rojas bien identificados y rotulados con el “Símbolo de Peligro Biológico”, pasados por autoclave y posteriormente su eliminación (11).

Manipulación, eliminación y desechos contaminados

- Todo material potencialmente contaminado, se debe disponer en bolsas plásticas de color rojo, que resistan el tratamiento en autoclave; debidamente identificadas y rotuladas como peligro biológico (11). En la Figura 18, se observa material contaminado en bolsa plástica sellado e identificado.

- Después de pasar por autoclave, el material se puede colocar en recipientes apropiados para ser transportados por la ruta biosanitaria o ser llevados al horno de cremación autorizado (11,12). La Figura 19, muestra el transporte de residuos peligrosos de acuerdo a la ruta establecida.
- Material procedente de actividades relacionadas con el manejo de microorganismos de riesgo biológico, no debe desecharse en fregaderos o vertederos, ni siquiera después de haber sido descontaminado (11).
- En cada puesto de trabajo deben colocarse recipientes irrompibles, tarros o cubetas identificados para desechos. En la Figura 20, se muestra los recipientes para desechos descontaminados y lavados antes de su reutilización (11).



Figura 18. Residuos peligrosos empacado, sellado e identificado.



Figura 19. Transporte de residuos peligrosos de acuerdo a ruta sanitaria establecida.



Figura 20. *Recipientes lavados y desinfectados para próximo uso conteniendo residuos peligrosos.*

Impactos de las medidas de bioseguridad en salud y el medio ambiente.

Uno de los principales desafíos que se deben afrontar en todas las instituciones que prestan servicios de salud pública, es el adecuado proceso de gestión integral de residuos. Ahora bien, luego de que el COVID-19 se convirtiera en una problemática mundial de tal manera que generó un estado de emergencia total, mostró lo poco riguroso y frágil de los sistemas integrados de gestión de residuos en todas las instituciones que de forma directa o indirecta entran en el campo de la salud pública, evidenciando la imperativa necesidad de establecer políticas, procesos y estructuras dinámicas que puedan soportar el aumento inesperado de generación de residuos provocado por la pandemia (19).

Una vez la mayoría de países coincidieron con varias de las políticas para intentar desacelerar el ritmo de propagación del virus, entre ellas el confinamiento y aislamiento de las personas en sus residencias, se manifestaron cambios positivos tanto para la gestión del manejo del virus en materia de salud, investigación y gobierno, como a nivel ambiental. Esto último, debido a la abrupta disminución de emisiones de gases de efecto invernadero provocados por el ritmo frenético de la sociedad globalizada actual, consiguiendo índices de contaminación muy bajos y benéficos para el planeta (20).

Sin embargo, con la finalidad de evitar contagios, aumentó el consumo de elementos de un solo uso en su mayoría plásticos a nivel mundial. La investigación desarrollada por Haque et al., 2021 (21). muestra un panorama en el que la tasa del volumen de residuos generados por persona, aumentó en proporción al aumento de contagiados por el virus, llegando a cifras alarmantes de un total de 3.4 Kg de desechos por persona.

Otra de las medidas estándares a nivel global, fue el uso de EPP por parte de la comunidad en general. De modo que las mascarillas faciales, los guantes, caretas, entre otros, aumentaron su circulación entre las personas, derivando en un aumento significativo de residuos peligrosos (20).

Ahora bien, estos incrementos alarmantes que pudieron cuantificarse en varias ciudades y países asiáticos, mostraron que la tasa de generación de residuos peligrosos aumentó hasta en un 600%, evidenciando una producción diaria de más de 200 toneladas de desechos, sobrepasando por mucho las capacidades de incineración de los centros de tratamiento de residuos peligrosos de hasta 49 toneladas diarias en algunas ciudades del continente. Esta situación se puede generalizar en el marco pandémico en el resto del mundo, donde la lucha contra la creciente generación de desechos peligrosos no es más sencilla ni mucho menos compleja (22).

Debido a que todas las técnicas de gestión de residuos se vieron afectadas de forma directa por el escenario pandémico, principalmente porque la tasa de desechos sólidos reciclados disminuyó drásticamente, fue necesario habilitar canales alternativos de tratamiento y gestión de residuos. Es aquí donde es prioritario proteger la integridad de todas las personas que desempeñan un rol dentro de los distintos sistemas de gestión de residuos en todo el mundo (23).

En vista de esta creciente problemática, la OMS proporcionó las directrices para el tratamiento de los desechos sanitarios infecciosos y no infecciosos, de modo que los residuos generados por la atención en salud pública tuvieran una eficiencia en su tratamiento al gestionar su disposición como Residuos Sólidos Urbanos (RSU), siempre que se tratara de residuos no infecciosos. Consiguiendo con esto, tratar más de un 80% de dichos residuos

de esta forma. Estas directrices fueron formuladas con la finalidad de evitar el contagio a través de los RSU, mientras se enfrenta el desafiante panorama de los desechos por parte del personal encargado del saneamiento (23).

Todo esto depende de una correcta separación de los desechos por parte de los entes de atención en salud pública y no menos relevante por parte de los hogares con o sin personas infectadas. Partiendo del hecho de que no todos los residuos sólidos están infectados con COVID-19, el correcto tratamiento sólo es posible hacerlo si se realiza una clasificación propicia (23).

Perspectivas

La pandemia de COVID-19 tuvo un gran efecto de manera devastadora en todo el mundo. La mayoría de los países tomaron medidas correctivas como políticas gubernamentales para reducir el contagio del virus en la población civil. Pero este brote no se vio aminorado por mecanismos de reacción insuficientes para combatir su gran impacto en múltiples sectores como el económico, social, ambiental y salud pública. Siendo este último uno de los más afectados. Sin embargo, de todo esto se rescatan algunos efectos positivos en relación al medio ambiente(24).

A medida que la expansión del virus se fue convirtiendo en una amenaza de gran magnitud para la salud y vida de todas las personas del mundo se fue ejerciendo una presión cada vez mayor sobre la OMS. En este sentido, esta organización adoptó medidas para combatir el COVID-19, incluido el bloqueo y sellado de algunos lugares que llevan a cabo actividades industriales, transporte y turísticas (25), así como también medidas y directrices que permitan combatir las secuelas de una pandemia que mostró un déficit en muchos aspectos de los sistemas integrados de gestión de las organizaciones públicas y privadas, con relevancia lógica en aquellas dedicadas a cualquiera de las ramas de la salud pública (26).

Durante el tiempo que se aplicaron dichas medidas, se reforzaron y modificaron los criterios de bioseguridad, desde el uso correcto de los EPP, hasta la vigilancia permanente de la salud física y mental de los trabajadores de

primera línea (7). Por otro lado, el aislamiento social, y el cierre de actividades industriales, impactaron de gran manera en términos de mejor calidad del aire y reducción de ruido. La emisión de gases de efecto invernadero, dióxido de nitrógeno y carbono negro tuvo una gran reducción por primera vez después de la segunda guerra mundial. Además de eso, la contaminación acústica también disminuyó debido a la restricción en la circulación de vehículos. (25)

Finalmente, las medidas de bioseguridad que se han implementado para el manejo de la pandemia han generado un incremento excesivo en la producción, comercialización y uso de materiales desechables, implementos y productos químicos para la limpieza y desinfección de todo tipo de áreas, así como también de elementos de protección personal. En países como India, donde la población es excesiva y los sistemas sanitarios normalmente afrontan crisis por su insuficiencia, estas alteraciones presentaron una serie de consecuencias a gran escala como el incremento en la generación de residuos y acumulación de basuras en los ecosistemas (26). Este planteamiento abre un nuevo capítulo central en lo que seguramente serán los efectos post pandémicos entre los cuales se encuentran propuestas como la de Sharma & Hari Bhakta en su enfoque económico para la gestión de residuos sólidos fundamentados en los ODS de la OMG (27).

Referencias

1. World Health Organization. Laboratory biosafety manual [Internet]. 4th ed. World Health Organization, editor. 2020. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311>
2. Kaufer AM, Theis T, Lau KA, Gray JL, Rawlinson WD. Laboratory biosafety measures involving SARS-CoV-2 and the classification as a Risk Group 3 biological agent. *Pathology* 2020 December 2020;52(7):790-795.
3. Ali Al Shehri S, Al-Sulaiman A, Azmi S, Alshehri SS. Bio-safety and bio-security: A major global concern for ongoing COVID-19 pandemic. *Saudi Journal of Biological Sciences* 2021 Available online 30 August 2021.
4. Petersen E, Wasserman S, Lee S, Go U, Holmes AH, Al-Abri S, et al. COVID-19—We urgently need to start developing an exit strategy. *International Journal of Infectious Diseases* 2020 July 2020;96:233-239.

5. Lin K, Liu M, Ma H, Pan S, Qiao H, Gao H. Laboratory biosafety emergency management for SARS-CoV-2. *Journal of Biosafety and Biosecurity* 2020 December 2020;2(2):99-101.
6. Janson DJ, Clift BC, Dhokia V. PPE fit of healthcare workers during the COVID-19 pandemic. *Appl Ergon* 2021 Available online 15 October 2021:103610.
7. Elizarrarás-Rivas Jesús, Cruz-Ruiz Néstor Gabriel, Elizarrarás-Cruz Jesús Daniel, Robles-Rodríguez Perla Violeta, Vásquez-Garzón Verónica Rocío, Herrera-Lugo Kena Guadalupe et al. Medidas de protección para el personal de salud durante la pandemia por COVID-19. *Rev. mex. anesthesiol.* [revista en la Internet]. 2020 Dic; 43(4):315-324. DEpub 18-Oct-2021. <https://doi.org/10.35366/94945>.
8. Flynn MA, Keller B, DeLaney SC. Promotion of alternative-sized personal protective equipment. *J Safety Res* 2017 Dec;63:43-46.
9. (Lim CY, Bohn MK, Lippi G, Ferrari M, Loh TP, Yuen K, et al. Staff rostering, split team arrangement, social distancing (physical distancing) and use of personal protective equipment to minimize risk of workplace transmission during the COVID-19 pandemic: A simulation study. *Clin Biochem* 2020 December 2020;86:15-22.
10. Loh TP, Horvath AR, Wang CB, Koch D, Lippi G, Mancini N, et al. Laboratory practices to mitigate biohazard risks during the COVID-19 outbreak: an IFCC global survey. *Clin Chem Lab Med* 2020 Jun 4;58(9):1433-1440.
11. OMS. Manual de bioseguridad en el laboratorio. Tercera ed. Ginebra: OMS; 2005.
12. Cottin I, Vallery G, Dahak S. Uso situado de los epp (equipos de protección personal) frente al riesgo biológico: ejemplo de un laboratorio seguro de contención de nivel 3. *Laboreal* 2016;12(2):56-74.
13. Mitchell R, Roth V, Gravel D, Astrakianakis G, Bryce E, Forgie S, et al. Are health care workers protected? An observational study of selection and removal of personal protective equipment in Canadian acute care hospitals. *Am J Infect Control* 2013 March 2013;41(3):240-244.
14. Barratt R, Wyer M, Hor SY, Gilbert GL. Medical interns' reflections on their training in use of personal protective equipment. *BMC Med Educ* 2020 Sep 23;20(1):328-020-02238-7.
15. John A, Tomas ME, Hari A, Wilson BM, Donskey CJ. Do medical students receive training in correct use of personal protective equipment? 2017 01/01;22(1):1264125.
16. (16) ministerio de salud y protección social. Resolución 000666 DE 2020. 2020.

17. Organización Mundial de la Salud 2020. Uso racional del equipo de protección personal frente a la COVID-19 y aspectos que considerar en situaciones de escasez graves Orientaciones provisionales. available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331810/WHO-2019-nCoV-IPC_PPE_use-2020.3-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. OMS. Equipo de protección personal. 2020; Available at: <https://www.who.int/csr/resources/publications/epp-oms.pdf?ua=1>.
19. Sharma HB, Vanapalli KR, Cheela VS, Ranjan VP, Jaglan AK, Dubey B, et al. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resour Conserv Recycling* 2020 November 2020;162:105052.
20. Olatayo KI, Mativenga PT, Marnewick AL. COVID-19 PPE plastic material flows and waste management: Quantification and implications for South Africa. *Sci Total Environ* 2021 10 October 2021;790:148190.
21. Haque MdS, Sharif S, Masnoon A, Rashid E. SARS-CoV-2 pandemic-induced PPE and single-use plastic waste generation scenario. *Waste Management & Research*. 2021;39(1_suppl):3-17.
22. Haque MS, Uddin S, Sayem SM, Mohib KM. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) induced waste scenario: A short overview. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2021 February 2021;9(1):104660.
23. Singh E, Kumar A, Mishra R, Kumar S. Solid waste management during COVID-19 pandemic: Recovery techniques and responses. *Chemosphere* 2022 February 2022;288:132451.
24. Basray R, Malik A, Waqar W, Chaudhry A, Wasif Malik M, Ali Khan M, et al. Impact of environmental factors on COVID-19 cases and mortalities in major cities of Pakistan. *Journal of Biosafety and Biosecurity* 2021 June 2021;3(1):10-16.
25. Singh V, Mishra V. Environmental impacts of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Bioresource Technology Reports* 2021 September 2021;15:100744.
26. Saxena P, Pradhan IP, Kumar D. Redefining bio medical waste management during COVID- 19 in india: A way forward. *Materials Today: Proceedings* 2021 Available online 12 October 2021.
27. Sharma HB, Vanapalli KR, Samal B, Cheela VRS, Dubey BK, Bhattacharya J. Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery. *Sci Total Environ* 2021 15 December 2021;800:149605.

Lecturas sugeridas

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331846/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.3-eng.pdf

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2020-0711/html>

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337956/9789240011311-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIDEOS

Orden de colocación EPP.

https://www.youtube.com/watch?v=_zrMmvshnVlk

Orden para retirar EPP.

https://www.youtube.com/watch?v=_uEgrRd_YIM

Cómo colocar correctamente los guantes.

<https://www.youtube.com/watch?v=dS0CL-nKDLs>

Cómo retirar correctamente los guantes.

<https://www.youtube.com/watch?v=4rGQcw0ewpo>