

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1217>

Bioseguridad en el laboratorio clínico: estrategias para disminuir el riesgo en los analistas

Biosafety in the clinical laboratory: strategies to reduce the risk in analysts

Víctor Hernán Guangasig Toapanta

victorhguangasig@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6469-8661>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato - Ecuador

Ana Verónica De la Torre Fiallos

anavdelatorre@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8668-1518>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato - Ecuador

Ana Gabriela Pacha Jara

agpachaj@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5227-5562>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato - Ecuador

Jonathan Ortega Barrionuevo

jo.ortegad@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0036-1044>

Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Biociencias

Barcelona – España

Artículo recibido: 21 de septiembre de 2023. Aceptado para publicación: 07 de octubre de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen


Los analistas de laboratorio clínico están continuamente expuestos a microorganismos causantes de una gran variedad de enfermedades. Los principales agentes etiológicos a los que están expuestos son el virus de la hepatitis B, el virus de la hepatitis C y el virus de la inmunodeficiencia humana. Tomar medidas para disminuir el riesgo de exposición y además seguir procedimientos oportunos para reducir el impacto de un contacto es de vital importancia para el conocimiento del personal de salud. El presente trabajo es una revisión bibliográfica producto de la búsqueda de artículos científicos disponibles en bases de datos reconocidas (PubMed, Scopus y Scielo) en donde se exponen medidas efectivas para disminuir el riesgo en los analistas de laboratorio clínico. El conocer los riesgos al que el analista puede estar expuesto, el establecimiento de un protocolo efectivo y la constante actualización en materia de bioseguridad es vital para que el analista se encuentre en un entorno laboral de la máxima bioseguridad posible.

Palabras clave: bioseguridad, personal de laboratorio, gestión de riesgos

Abstract

Laboratory personnel is continuously exposed to microorganisms that cause a wide variety of diseases. The main etiological agents to which they are exposed are the hepatitis B virus, the hepatitis C virus and the human immunodeficiency virus. Taking measures to reduce the risk of exposure and also following timely procedures to reduce the impact of a contact is of vital importance for the knowledge of health personnel. The present work is a bibliographic review product of the search for scientific articles available in recognized databases (PubMed, Scopus and Scielo) from 1986 to 2023 where effective measures are exposed to reduce the risk in clinical laboratory analysts. Knowing the risks to which the analyst may be exposed, the establishment of an effective protocol and constant updating in biosafety matters is vital for the analyst to find himself in a work environment with the highest possible biosafety.

Keywords: biosafety, laboratory personnel, risks management

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: Guangasig Toapanta, V. H., De la Torre Fiallos, A. V., Pacha Jara, A. G., & Ortega Barrionuevo, J. (2023). Bioseguridad en el laboratorio clínico: estrategias para disminuir el riesgo en los analistas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(4), 309–318. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1217>

INTRODUCCIÓN

Un “riesgo biológico” se define como la posibilidad de un trabajador de entrar en contacto con microorganismos patógenos capaces de transmitir enfermedades infecciosas. Un analista de laboratorio clínico en su actividad profesional diaria está constantemente expuesto a riesgos biológicos por lo cual es meritorio conocer las medidas disponibles para poder reducir al mínimo la posibilidad de entrar en contacto con dichos riesgos y, de ser el caso, disminuir el impacto de la enfermedad contraída por el analista. En la literatura suele haber confusión entre dos términos complementarios pero con diferencias en su significado: la bioseguridad (en inglés, biosafety) comprende los principios, tecnologías y estrategias que se implementan para prevenir exposición accidental a patógenos y toxinas; mientras que la bioprotección (en inglés; biosecurity) conforma el control, protección e inventario de materiales biológicos peligrosos en el laboratorio para prevenir el acceso sin autorización, uso indebido y liberación mal intencionada al ambiente generalmente con propósitos de bioterrorismo. La bioseguridad en el laboratorio comprende principalmente dos ámbitos; primero el de la protección para los analistas y todo el personal que trabaja dentro de las instalaciones y, por otro lado, la protección para el ambiente exterior y salud pública. La bioseguridad para los analistas de laboratorio clínico se debe aplicar desde el momento de la llegada al paciente al laboratorio, recepción y toma de muestra; hasta que el resultado de los análisis es finalmente emitido considerando a todos los fluidos biológicos como potencialmente peligrosos.

En un estudio transversal realizado a 3 laboratorios de gran magnitud en la ciudad de Portoviejo, Ecuador se evidencia que durante el año 2019 el 73,68% de analistas de laboratorio se contagiaron de influenza en su entorno de trabajo por lo cual también es de vital importancia protegerse de posibles infecciones adquiridas entre compañeros de trabajo.

El objetivo del presente artículo de revisión es exponer cuáles son las mejores medidas de bioseguridad documentadas para disminuir el riesgo laboral de analistas de laboratorio clínico.

METODOLOGÍA

La revisión bibliográfica se llevó a cabo mediante una búsqueda minuciosa, con la finalidad de identificar y recolectar todos los estudios que contengan información confiable y verificable, además de asegurar que guarden estrecha relación con la bioseguridad y en busca de las estrategias para disminuir el riesgo en los analistas de los laboratorios clínicos. Cada uno de los estudios se obtuvieron de bases de datos electrónicas como PubMed, SciELO, MEDLINE, Elsevier ScienceDirect y Google Académico seleccionando 18 artículos de revisión y 3 estudios transversales de un total de 53 artículos científicos disponibles encontrados empleando operadores booleanos y términos MeSH desde 1986 hasta 2023. Al final, se exponen conclusiones basadas en bibliografía y en el conocimiento profesional por parte de los autores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales enemigos del analista

La protección ante el riesgo para los analistas de laboratorio frente a los más de 40 patógenos potencialmente transmitidos por sangre y otros fluidos a los que están expuestos se consigue con un enfoque integrativo que incluye auto-concientización del riesgo al que se enfrentan mediante entrenamiento y educación; procedimientos seguros para el manejo y desecho de materiales cortopunzantes como agujas hipodérmicas, bisturíes, lancetas y otros materiales cortopunzantes, inmunización por vacunas, uso de equipo de protección personal y medidas de bioseguridad previstas en el lugar de trabajo. El personal del laboratorio debe seguir los procedimientos establecidos de cada laboratorio clínico al igual que los disponibles en guías internacionales para poder identificar y controlar cada situación potencialmente peligrosa para que dicho riesgo pueda ser eliminado o reducido a su mínimo nivel.

El virus de la hepatitis B (HBV), virus de la hepatitis C (HCV) y el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) conforman la mayor parte de infecciones accidentales adquiridas en el laboratorio clínico. En Italia y Francia, según sistemas de seguimiento implementados desde los 90's se ha reportado que la flebotomía es el procedimiento que conlleva mayor riesgo de infección y exposición para VIH y HCV con el 30 – 50% de casos detectados. Las fases preanalítica y analítica son las que conllevan mayor riesgo de accidentes con objetos cortopunzantes. En Estados Unidos se reportó un caso de un analista en un laboratorio de investigación el cual adquirió infección por VIH mientras lavaba una aguja de acero inoxidable que contenía una cantidad concentrada del virus en donde los guantes que estaba usando fueron perforados y el virus fue inoculado.

A nivel mundial, hasta el año 2002 se han reportado 106 casos debidamente documentados correspondientes a infecciones ocupacionales en trabajadores de la salud y 238 infecciones de VIH posiblemente ocupacionales, 39 (11,3%) ocurrieron en flebotomistas. Por otra parte, ya desde finales de la década de los 90 's se reportaba que el riesgo de infección de VIH era de menos del 0.5% para analistas de laboratorio clínico que habían tenido un único contacto directo con sangre de pacientes seropositivos (10). Del 2019 a 2023 durante la pandemia de COVID-19 se observó un repunte en las publicaciones relacionadas a bioseguridad frente a agentes patógenos víricos.

La bioseguridad también implica medidas para prevenir la diseminación de amenazas a la salud pública y no solo hacia los trabajadores del laboratorio. Un ejemplo remarcable es en el país africano de Kenia, en donde en una encuesta nacional dirigida a 84 laboratorios realizada en el 2014, se reportó que la mayoría de los laboratorios permitían el acceso libre a un promedio de 100 personas mensuales a microorganismos disponibles para investigación, diagnóstico y/o enseñanza mientras que otros laboratorios reportaron que más de 300 personas tenían acceso a habitaciones en donde se almacenan agentes biológicos peligrosos. Esta libertad de acceso es un peligro potencial para actividades de bioterrorismo, aunque se necesita conocimiento y habilidades técnicas para poder hacer de un microorganismo una amenaza o arma efectiva para la salud pública.

Medidas al alcance de los laboratorios clínicos

La inmunización contra el virus HBV ha cobrado gran importancia debido a que este microorganismo es bastante asiduo en el ambiente hospitalario en donde los laboratoristas clínicos están más expuestos y es el principal responsable de infecciones virales por problemas en bioseguridad. Además, la inmunización por vacunas se debe llevar a cabo cuando la prevalencia de determinada enfermedad infecciosa en el ambiente inmediato al analista de laboratorio sea tan elevada que la justifique y, por otro lado, cuando las precauciones universales para la prevención de infección por determinado microorganismo sean insuficientes por sí mismas (15–17). El laboratorio debe tener registrado el historial de inmunizaciones del personal constantemente actualizado. En un estudio transversal y observacional realizado en un hospital ecuatoriano se recogieron datos sobre inmunización a 29 analistas de laboratorio clínico en donde apenas el 10% estaba inmunizado de manera efectiva contra el HBV, influenza, COVID-19, difteria y tétanos.

Existen casos en donde aún las medidas más extremas de bioseguridad para analistas no son efectivas para la transmisión de ciertas enfermedades. Por otro lado, la transmisibilidad de este tipo de enfermedades también es bastante compleja. Tal es el caso enfermedades producidas por priones como las encefalopatías espongiformes transmisibles (EET) en la cual el contacto directo con la mucosa conjuntival de fluidos o tejidos infectados con priones demostrables mediante técnicas de alta complejidad como western blot o PCR es efectivo para producir la enfermedad priónica que en la gran mayoría de casos es letal. En este tipo de casos la incineración del material empleado en el tratamiento y diagnóstico de los pacientes es la mejor medida de bioseguridad, sin embargo, hay casos en que el material usado, por el alto coste y tecnología, no puede ser desechado fácilmente. El uso de ácido

fórmico se ha constituido como el segundo mejor método de desinfección después de la incineración mientras que el empleo de autoclave es de gran utilidad en instrumentos de laboratorio reutilizables.

Esfuerzos colectivos para brindar protección

En un intento por reducir los riesgos de bioseguridad a los cuales están sometidos los analistas de laboratorio, en los años setenta las agencias de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Instituto Nacional de Salud (NIH) en Estados Unidos, publicaron un sistema para categorizar los agentes etiológicos en grupos basados en el nivel de gravedad de enfermedad que pudieran causar, transmisión, disponibilidad de tratamiento y de medidas de prevención. Este sistema es revisado y actualizado periódicamente siendo la piedra angular para el desarrollo de guías relacionadas a riesgos de bioseguridad en el laboratorio y es presentado en la Tabla 1 junto con indicaciones para bioseguridad de los analistas.

Tabla 1

Directrices de bioseguridad cumplidas por el laboratorio y por los analistas según los niveles de bioseguridad

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Nivel de amenaza (agente representativo)	Bajo (Bacillus spp.)	Bajo a moderado (HBV, VIH)	Alto (Mycobacterium tuberculosis)	Letal (Ébola)
Tipo de infraestructura	Laboratorios para estudiantes y enseñanza	Laboratorios clínicos, diagnósticos y de enseñanza	Laboratorios clínicos, de enseñanza y/o investigación para agentes respiratorios; laboratorios de producción	Laboratorios especiales diseñados para trabajo con agentes letales
Descontaminación	Diaria y en caso de derrames	Diaria, ante realización de actividades de alto riesgo y en caso de derrames	Diaria, ante realización de actividades de alto riesgo y en caso de derrames	Diaria, ante realización de cualquier actividad y en caso de derrames
Instalaciones para lavado de manos	Requeridas	Requeridas	Requeridas, recomendadas para ser operadas con pies/codos/electrónicamente	Requeridas, operación obligatoria con pies/codos/electrónicamente. Cambio de ropa y tomar un baño para el personal que sale del laboratorio
Ropa de laboratorio	Recomendada	Requerida, se quita cuando se deja el laboratorio	Requerida, ropa desechable con botones frontales o envolvente	Requerida, ropa desechable envolvente
Cabinas de bioseguridad	No requeridas	Cabinas de bioseguridad clase 2 para todas las actividades generadoras de aerosoles	Cabinas de bioseguridad clase 2 o 3 requeridas para toda actividad con materiales biopeligrosos	Cabinas de bioseguridad clase 3
Seguimiento médico al personal (estado serológico)	Requerido cuando sea apropiado	Requerido cuando sea apropiado	Requerido cuando sea apropiado	Requerido
Protección ocular	Ante riesgo anticipado	Ante riesgo anticipado fuera de la cabina de bioseguridad	Ante riesgo anticipado fuera de la cabina de bioseguridad	Ante todas las actividades en la cabina de bioseguridad

Fuente: Modificada de Luebbert P. "Biosafety measures in the clinical laboratory". 2007.

El reto de establecer un protocolo de bioseguridad efectivo

Una de las mejores estrategias para construir un programa eficaz de bioseguridad en el laboratorio es el que propone Pentella en el cual se definen 7 “paradas” dentro de un mapa rumbo al mejor protocolo de bioseguridad:

Evaluación del riesgo en donde se recoge toda la información disponible acerca de un agente biopeligroso y se la evalúa para determinar los posibles riesgos asociados a su exposición. Adicionalmente, se define procedimientos que pueden presentar riesgo a exposición como, por ejemplo, la centrifugación, uso de vórtex y jeringas.

Selección de prácticas seguras para prevenir un puerto de entrada en donde se mitigan los riesgos identificados en la primera parada. El riesgo siempre se puede reducir, pero nunca a llegar hasta cero. Estas medidas de mitigación de riesgos se documentan en el manual de procedimientos.

Seleccionar e incorporar competencias de bioseguridad en donde se evalúe las habilidades del personal dentro del laboratorio para poder escoger aquel talento que sea más ideal para determinadas tareas biopeligrosas. Se debe revisar estas competencias que desempeña cada analista de manera anual y modificarlas en base a las carencias e incidencias detectadas en el laboratorio.

Educación y entrenamiento al inicio de las funciones del analista dentro del laboratorio y durante toda su estancia laboral. Cuando un nuevo patógeno de trascendencia emerge es una perfecta oportunidad para que el personal de laboratorio se actualice en materia de bioseguridad y la dirección del laboratorio ofrezca todos los recursos para poder contribuir a esta generación de conocimiento.

Auditorías, monitoreo y comités de bioseguridad brindan una oportunidad para la mejora inmediata mediante la aplicación de medidas correctivas y la prevención de problemas potenciales. Auditorías internas y externas son valiosas para la mejora continua de procedimientos de bioseguridad además de reportes de comités de bioseguridad hacia el director del laboratorio.

Un programa de salud ocupacional evalúa la ocurrencia de incidentes, exposiciones y la correcta selección de vacunas; todo esto adaptado a la realidad interna de cada laboratorio clínico. Para esto, un médico ocupacional es de vital importancia entre el personal de la institución. Cuando un laboratorista sigue un protocolo definido en el programa de salud ocupacional luego de una exposición biopeligrosa inmediatamente notifica a su correspondiente supervisor, es menos posible que un segundo analista incurra en la exposición o que tenga consecuencias del incidente.

Crear una cultura de bioseguridad en donde el personal de laboratorio esté consciente de su rol y responsabilidad para mantener un entorno bioseguro es un esfuerzo continuo. El programa de bioseguridad deberá ser revisado íntegramente de manera anual.

Tabla 2

Protocolo de bioseguridad efectivo

Puntos para tomar en cuenta para el protocolo de bioseguridad
Evaluación del riesgo
Selección de prácticas seguras para prevenir un puerto de entrada
Seleccionar e incorporar competencias de bioseguridad
Educación y entrenamiento
Auditorías, monitoreo y comités de bioseguridad
Programa de salud ocupacional
Crear una cultura de bioseguridad

Fuente: Pentella 2020.

Herramientas de nueva generación

La bioseguridad en los laboratorios se basa en dos aspectos fundamentales: la seguridad de las personas que trabajan en el laboratorio clínico o están relacionadas con el personal del laboratorio; y la seguridad del medio ambiente.

El sistema de información de laboratorio (SIL) es una herramienta computarizada que permite recolectar, procesar y almacenar las actividades del laboratorio clínico la cual se ha establecido como una herramienta indispensable en los laboratorios de diagnóstico en las últimas décadas. En los laboratorios dedicados exclusivamente a investigación, los protocolos de experimentación cambian continuamente y un único procedimiento de bioseguridad administrado por el SIL no es suficiente para mantener las actividades del laboratorio seguras y exitosas. Por el contrario, en los laboratorios clínicos el SIL puede gestionar de manera satisfactoria todos los procedimientos de bioseguridad una vez que el proceso diagnóstico o analítico ha sido establecido debido a que el flujo de información de este tipo de laboratorios usualmente es lineal. Las habilidades y condiciones de salud del personal del laboratorio, las cuales incluyen tanto condiciones físicas como mentales, y deben estar almacenadas en el SIL para que estén disponibles siempre que se requieran. Por lo tanto, mantener seguros tanto al personal como al medio ambiente antes, durante y después de los respectivos análisis es fundamental y se puede lograr con la implementación del sistema de gestión de información diseñado específicamente para laboratorios de bioseguridad.

CONCLUSIÓN

El mantener la seguridad en el laboratorio clínico es un proceso activo y en constante evolución, que implica una inspección y actualización continua en lugar de ser un evento único. Los responsables y el personal del laboratorio deben ser conscientes de esta realidad y estar preparados para enfrentar nuevos desafíos, manteniendo siempre un alto nivel de alerta frente a todos los riesgos conocidos.

La búsqueda de nuevas estrategias para disminuir al máximo los riesgos a los que están expuestos los analistas de laboratorio clínico se debe basar en la búsqueda continua de literatura especializada y en la identificación constante de riesgos y consecuentes oportunidades de mejora. La mejor alternativa es un enfoque integrativo que incluye auto-concientización del riesgo al que se enfrentan, entrenamiento y educación; mejora continua con los resultados de auditorías internas y externas, procedimientos seguros para el manejo y desecho de materiales biopeligrosos y otros materiales cortopunzantes, inmunización por vacunas, uso de equipo de protección personal y medidas de bioseguridad previstas en el lugar de trabajo. Además, se recomienda que cada institución de diagnóstico clínico ofrezca a sus trabajadores las mejores alternativas para evitar que el riesgo de bioseguridad sea alto.

REFERENCIAS

Scapaticci M, Bartolini A, Da Rin G. The role of laboratory medicine in managing biological risk: Proposal for a simple and easy-to-follow protocol for occupational accidents at risk of bloodborne infection. *Infezioni in Medicina* [Internet]. 2020;28(4):516-24. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097035196&partnerID=40&md5=da7962ce058918a1fc063ba880ea396d>

World Health Organization. Biorisk management: laboratory biosecurity guidance. 2006; Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69390>

Sun D, Wu L, Fan G. Laboratory information management system for biosafety laboratory: Safety and efficiency. *J Biosaf Biosecur* [Internet]. 2021;3(1):28-34. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85121575460&doi=10.1016%2fj.jobb.2021.03.001&partnerID=40&md5=d25d345cd56afbd265b5cb67e645bcee>

Alfonso G, Zumbado H. Medidas de bioseguridad que aplica el personal de laboratorio clínico en la atención al paciente. *Hospital del Niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante*. San Gregorio. junio de 2021;1(50):86-99.

Beltrón F. Riesgos biológicos en laboratorios clínicos de la ciudad de Portoviejo mediante el método Biogaval. *San Gregorio* [Internet]. 2020 [citado 29 de agosto de 2023];1(40):118-31. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072020000300118&lang=es

Ramírez R, Pérez M, Dorantes G, Rivera C, Meléndez-Herrada E. El trabajador de la salud y el riesgo de enfermedades infecciosas adquiridas. Las precauciones estándar y de bioseguridad. *Facultad de Medicina UNAM*. julio de 2014;57(4):34-42.

Conte J. Infection with Human Immunodeficiency Virus in the Hospital. *Ann Intern Med* [Internet]. 1 de noviembre de 1986;105(5):730-6. Disponible en: <https://www.acpjournals.org/doi/abs/10.7326/0003-4819-105-5-730>

De Carli G, Abiteboul D, Puro V. The importance of implementing safe sharps practices in the laboratory setting in Europe. *Biochem Med (Zagreb)* [Internet]. 2014 [citado 29 de agosto de 2023];24(1):45-56. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.are.uab.cat/24627714/>

Munir N, Shahid F, Iftikhar I, Rehman HM, Javaid S, Fatima M, et al. Biosecurity and Biosafety concerns of Research and diagnostic Laboratory under International Guidelines. *Adv Life Sci* [Internet]. 2022;9(2):151-6. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85141772236&partnerID=40&md5=016a002acc504fafdcbea202a8414242>

Petrosillo N, Puro V, De Carli G, Ippolito G. Risks faced by laboratory workers in the AIDS era. *J Biol Regul Homeost Agents*. 1 de julio de 2001; 15:243-8.

Blacksell SD, Dhawan S, Kusumoto M, Le KK, Summermatter K, O'Keefe J, et al. The Biosafety Research Road Map: The Search for Evidence to Support Practices in the Laboratory-SARS-CoV-2. *Appl Biosaf* [Internet]. 1 de junio de 2023 [citado 29 de agosto de 2023];28(2):87-95. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.are.uab.cat/37342515/>

Peng H, Bilal M, Iqbal HMN. Improved Biosafety and Biosecurity Measures and/or Strategies to Tackle Laboratory-Acquired Infections and Related Risks. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2018;15(12). Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/12/2697>

Ndhine EO, Slotved HC, Osoro EM, Olsen KN, Rugutt M, Wanjohi CW, et al. A Biosecurity Survey in Kenya, November 2014 to February 2015. *Health Secur* [Internet]. 2016;14(4):205-13. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85018284539&doi=10.1089%2fhs.2016.0009&partnerID=40&md5=726fdc7d31b6fa586709b8debf9a7ee0>

Artika IM, Ma'Roef CN. Current laboratory biosecurity for handling pathogenic viruses. *Am J Biochem Biotechnol* [Internet]. 2018;14(2):108-16. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049524388&doi=10.3844%2fajbbbsp.2018.108.116&partnerID=40&md5=1015ad7ec1a2ec0417d47de166d3fa99>

Artika IM, Ma'roef CN. Laboratory biosafety for handling emerging viruses. *Asian Pac J Trop Biomed* [Internet]. 2017;7(5):483-91. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2221169116306414>

Perkins D, Danskin K, Rowe AE, Livinski AA. The Culture of Biosafety, Biosecurity, and Responsible Conduct in the Life Sciences: A Comprehensive Literature Review. *Applied biosafety*. 2019;24(1):34-5.

Cornish NE, Anderson NL, Arambula DG, Arduino MJ, Bryan A, Burton NC, et al. Clinical Laboratory Biosafety Gaps: Lessons Learned from Past Outbreaks Reveal a Path to a Safer Future. *Clin Microbiol Rev* [Internet]. 2021;34(3):10.1128/cmr.00126-18. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/cmr.00126-18>

Gile TJ. Safety never takes a holiday. *Clinical Leadership and Management Review* [Internet]. 2004;18(6):342-8. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-10644259574&partnerID=40&md5=bda5e49ce0a2475e3ebac68b90389fb0>


Hernández A, Céspedes G. Medidas de bioseguridad para el manejo clínico y de laboratorio de pacientes con enfermedades priónicas. *Gac Med Caracas* [Internet]. 2002 [citado 29 de agosto de 2023];110(3):318-27. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0367-47622002000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Pedrosa PBS, Cardoso TAO. Viral infections in workers in hospital and research laboratory settings: a comparative review of infection modes and respective biosafety aspects. *International Journal of Infectious Diseases* [Internet]. junio de 2011 [citado 29 de agosto de 2023];15(6):366-76. Disponible en: </pmc/articles/PMC7110847/>

Luebbert PP. Biosafety measures in the clinical laboratory. *Lab Med* [Internet]. 2001;32(8):435-9. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034884151&partnerID=40&md5=d4f8c0d6e650574293bbd855a7094382>

Pentella MA. Update on Biosafety and Emerging Infections for the Clinical Microbiology Laboratory. *Clin Lab Med* [Internet]. 2020;40(4):473-82. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272271220300597>

International Organization for Standardization. ISO 15189:2022 Medical laboratories – Requirements for quality and competence. ISO. Geneva: ISO; 2022.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .