

Procedimientos en Microbiología Clínica

Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades
Infecciosas y Microbiología Clínica

Editor: **Juan J. Picazo**

10.

Seguridad
en el Laboratorio de
Microbiología Clínica

2 0 0 0

Coordinador: **Elena Loza Fernández de Bobadilla**

Pedro Alomar Cardell
Ascensión Bernal Zamora
Andrés Harto Castaño
José Luis Pérez Sáenz
Juan J. Picazo de la Garza
M^a Luisa Sarazá Linares

ÍNDICE

1. Introducción
 - 1.1. Manual de Seguridad del Laboratorio de Microbiología Clínica
 - 1.2. Aspectos administrativos. Normas y procedimientos
2. Principios básicos de la Seguridad Biológica
 - 2.1. Definiciones
 - 2.2. Clasificación de los agentes biológicos por grupos de riesgo
 - 2.3. Niveles de contención
3. Normas generales de Seguridad Biológica en el Laboratorio de Microbiología Clínica
 - 3.1. Medidas generales
 - 3.2. Higiene
 - 3.3. Objetos punzantes y cortantes
4. Barreras primarias
 - 4.1. Equipos o prendas de protección personal
 - 4.2. Cabinas de Seguridad Biológica (CSB)
5. Barreras secundarias
6. Normas de utilización de equipos
 - 6.1. Normas generales
 - 6.2. Neveras y habitaciones frigoríficas
 - 6.3. Congeladores
 - 6.4. Estufas e incubadores
 - 6.5. Microondas
 - 6.6. Autoclaves
 - 6.7. Centrífugas
 - 6.8. Miscelánea
7. Normas de protección frente a productos químicos
 - 7.1. Evaluación de riesgos e identificación de productos químicos
 - 7.1.1. Agentes desinfectantes
 - 7.1.2. Disolventes
 - 7.1.3. Colorantes y reactivos
 - 7.1.4. Gases comprimidos
 - 7.1.5. Nitrógeno líquido
 - 7.2. Almacenamiento de compuestos químicos peligrosos
8. Seguridad frente a agentes físicos y malas posturas
 - 8.1. Accidentes
 - 8.2. Electricidad
 - 8.3. Ruido
 - 8.4. Lesiones ergonómicas y por movimientos repetitivos (malas posturas)
 - 8.5. Estrés psicosocial
9. Plan de emergencias del Laboratorio de Microbiología Clínica
 - 9.1. Riesgos no biológicos
 - 9.1.1. Accidentes químicos
 - 9.1.2. Accidentes físicos
 - 9.1.3. Accidentes eléctricos
 - 9.1.4. Fuego
 - 9.2. Riesgos biológicos
 - 9.2.1. Inoculación accidental
 - 9.2.2. Heridas causadas por animales de laboratorio
 - 9.2.3. Ingesta accidental
 - 9.2.4. Derrames y salpicaduras
 - 9.2.4.1. Derrames en la recepción de muestras
 - 9.2.4.2. Salpicaduras en cara y ojos
 - 9.2.4.3. Salpicaduras y contacto directo
 - 9.2.4.4. Salpicaduras en la superficie de trabajo
 - 9.2.4.5. Salpicaduras fuera de la zona de trabajo
 - 9.2.5. Aerosoles
 - 9.2.6. Por el aire
 - 9.2.7. Deliberados y de origen desconocido
 - 9.3. Fumigación

10. Gestión de los residuos en el Laboratorio de Microbiología Clínica
 - 10.1. Generalidades
 - 10.2. Clasificación de los residuos según su peligrosidad
 - 10.3. Gestión de los residuos infecciosos
 - 10.3.1. Definición de residuo infeccioso
 - 10.3.2. Manual de gestión de los residuos infecciosos
 - 10.3.3. Manipulación de los residuos infecciosos
 - 10.4. Gestión de los residuos químicos
 - 10.4.1. Protocolo de gestión de los residuos químicos
 - 10.4.2. Residuos químicos más peligrosos o habituales y su tratamiento
 - 10.5. Residuos radiactivos
 - 10.6. Recomendaciones para la manipulación de residuos
 - 10.7. Normas de actuación en caso de accidente durante la manipulación de residuos
11. Almacenamiento, transporte y envío de material biológico
 - 11.1. Almacenamiento
 - 11.2. Transporte y envío
12. Anexo
13. Bibliografía

10. SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA CLÍNICA 2000

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las bacterias, virus, parásitos, hongos y otros agentes infecciosos que pueden ser patógenos para el hombre, los animales u otras formas de vida comporta riesgos que varían según el agente infeccioso y los procedimientos utilizados. Las normas de Seguridad Biológica pretenden reducir a un nivel aceptable el riesgo inherente a la manipulación de material peligroso y son muy rigurosas para los agentes más peligrosos y menos exigentes para los que causan problemas de menor entidad. Deben ser consideradas como compromisos destinados a conseguir que las personas que trabajan con agentes infecciosos en el Laboratorio de Microbiología estén expuestas al mínimo riesgo posible.

Por otra parte, el personal del Laboratorio de Microbiología está expuesto a riesgos no biológicos (químicos, físicos, eléctricos, etc.) comunes a otros laboratorios.

La actitud y el modo de proceder de aquellos que trabajan en el Laboratorio de Microbiología determinan su propia seguridad, así como la de sus compañeros y la de la colectividad. El equipamiento y el diseño del Laboratorio de Microbiología contribuyen a ésta sólo si las personas que trabajan en él están motivadas, conocen las normas de seguridad y las aplican.

En nuestro país, la protección de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos está regulada por el Real Decreto (RD) 664/97 y la adaptación contenida en la Orden de 25 de marzo de 1998.

El riesgo puede ser alto o muy limitado y depende de la motivación del personal, de la infraestructura y de la metodología. De nada sirven la mejor ingeniería sanitaria, un óptimo diseño arquitectónico o la tecnología más avanzada si el personal desconoce o incumple las medidas establecidas para su seguridad.

La formación es, pues, la clave de la eficacia de los programas de seguridad y ésta debe ser facilitada a todas las personas que están expuestas a los riesgos del laboratorio: personal del laboratorio, de mantenimiento, de limpieza, etc.

Los trabajadores deben responsabilizarse de su propia seguridad y de la de sus compañeros una vez las normas de seguridad han sido establecidas, aprobadas, escritas y asumidas.

Un programa de seguridad gestionado por profesionales bien entrenados, con un alto grado de participación por parte de los trabajadores, puede llevar no sólo a una disminución del número de lesiones y enfermedades, sino también a un incremento de la satisfacción del trabajador y de la productividad. Es necesario por tanto estimular, desarrollar e implantar programas de seguridad y salud efectivos.

1.1. Manual de Seguridad del Laboratorio de Microbiología Clínica

En todo Laboratorio de Microbiología debe existir un Manual de Seguridad porque todo el personal tiene el derecho y el deber de conocer en profundidad los riesgos de su profesión. Es imposible protegerse de lo que se desconoce, de ahí la importancia de este Manual, su revisión anual, su entrega con acuse de recibo a todo el personal del laboratorio, así como su cumplimiento.

1.2. Aspectos administrativos. Normas y procedimientos

1. Deben existir normas escritas sobre salud y seguridad en el lugar de trabajo, incluyendo programas de inspección y monitorización y normas de adiestramiento para trabajar de forma segura.
2. Los trabajadores que estén expuestos a compuestos peligrosos deben formar parte de programas apropiados de reconocimiento médico.

Reconocimiento médico

Los reconocimientos médicos son particularmente importantes para el personal, puesto que los trabajadores pueden estar expuestos a numerosos agentes biológicos y químicos.

Incluirán: Historia clínica y ocupacional previa.

Exámenes físicos previos.

Pruebas fundamentadas.

Plan de seguimiento y reconocimiento.

En definitiva habrán de aplicarse los Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica de los Trabajadores Expuestos a Riesgos Biológicos, elaborados por el Ministerio de Sanidad, como de obligado cumplimiento para todas aquellas empresas o laboratorios que manejen agentes biológicos.

Responsabilidades

De acuerdo con el RD 39/97 sobre "Reglamento de los Servicios de Prevención": *la prevención de los riesgos laborales como actuación a desarrollar dentro de cualquier empresa deberá integrarse en el conjunto de sus actividades y*

decisiones, tanto en los procesos técnicos, en la organización del trabajo y en las condiciones en las que éste se preste, como en la línea jerárquica de la empresa, incluidos todos los niveles de la misma.

Según el RD 664/97, el responsable inmediato de la Seguridad y Condiciones de Trabajo en el Laboratorio de Microbiología Clínica es el Jefe de Servicio o del Laboratorio. Debe supervisar y mantener actualizado el Manual de Seguridad entregado a todos los trabajadores del laboratorio, con constancia por escrito de este hecho.

El Coordinador y/o Supervisor de Seguridad es el responsable del cumplimiento diario de dicho Manual, así como del Registro de todos los incidentes.

Tanto el Jefe del Laboratorio como el Supervisor de Seguridad, deberán tener una estrecha relación con el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y salud de los trabajadores.

2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA SEGURIDAD BIOLÓGICA

2.1. Definiciones

Agentes biológicos (según RD 664/97). Microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Microorganismo (según RD 664/97). Toda entidad microbiológica, celular o no, capaz de reproducirse o de transferir material genético.

Cultivo celular (según RD 664/97). El resultado del crecimiento *in vitro* de células obtenidas de organismos multicelulares.

Peligro. Todo aquello que puede producir un daño o un deterioro de la calidad de vida individual o colectiva de las personas.

Daño. Es la consecuencia producida por un peligro sobre la calidad de vida individual o colectiva de las personas.

Riesgo. Probabilidad de que ante un determinado peligro se produzca un cierto daño, pudiendo por ello cuantificarse.

Desinfección (según la OMS). Eliminación de agentes infecciosos que están fuera del organismo por medio de la exposición directa a agentes químicos o físicos.

Contaminación (según la OMS). Presencia de un agente infeccioso en la superficie del organismo; también en vestimenta, ropa de cama, juguetes, instrumentos quirúrgicos, apósitos u otros objetos inanimados o sustancias, incluyendo el agua y los alimentos.

Esterilización (según la OMS). Destrucción de todas las formas de vida por calor, radiación, gas o tratamiento químico.

Limpieza (según la OMS). Eliminación, mediante fregado y lavado con agua caliente, jabón o un detergente adecuado, o por el empleo de una

aspiradora, de agentes infecciosos y sustancias orgánicas de superficies en las cuales éstos pueden encontrar condiciones adecuadas para sobrevivir o multiplicarse.

2.2. Clasificación de los agentes biológicos por grupos de riesgo

El RD 664/97 clasifica los agentes biológicos en cuatro grupos en función del **riesgo de infección**:

Agente biológico del grupo 1. Aquél que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.

Agente biológico del grupo 2. Aquél que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.

Agente biológico del grupo 3. Aquél que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo frente a él generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.

Agente biológico del grupo 4. Aquél que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente frente a él profilaxis o tratamiento eficaz.

2.3. Niveles de contención

La Seguridad Biológica se fundamenta en tres elementos: 1) Las técnicas de laboratorio, 2) El equipo de seguridad (o barreras primarias) y 3) El diseño de la instalación (o barreras secundarias).

- **Técnicas de laboratorio.** El elemento más importante para contener los riesgos biológicos es el seguimiento estricto de las prácticas y técnicas estándar microbiológicas. Como parte de estas prácticas está el desarrollo o adopción por parte de cada laboratorio de un manual de operaciones (o Manual de Seguridad Biológica) en el que se identifiquen los riesgos que pueda sufrir el personal y que especifique los procedimientos que puedan minimizar esos riesgos.
- **Equipo de seguridad (barreras primarias).** Se incluyen en este apartado tanto dispositivos o aparatos que garantizan la seguridad (por ejemplo, las cabinas de seguridad biológica), como las prendas de protección personal (guantes, mascarillas, batas, calzado...).

- **Diseño y construcción de la instalación (barreras secundarias).** La magnitud de las barreras secundarias dependerá del tipo de agente infeccioso que se manipule en el laboratorio. Dentro de ellas se incluyen la separación de las zonas donde tiene acceso el público, la disponibilidad de sistemas de descontaminación (autoclaves), el filtrado del aire de salida al exterior, el flujo de aire direccional, etc.

El término “**contención**” se emplea para describir los métodos que hacen seguro el manejo de materiales infecciosos en el laboratorio. El propósito de la contención es reducir al mínimo la exposición del personal de los laboratorios, otras personas y el entorno a agentes potencialmente peligrosos.

Se suelen describir cuatro niveles de contención o de seguridad biológica, que consisten en la combinación, en menor o mayor grado, de los tres elementos de seguridad biológica descritos: técnica microbiológica, equipo de seguridad y diseño de la instalación. Cada combinación está específicamente dirigida al tipo de operaciones que se realizan, las vías de transmisión de los agentes infecciosos y la función o actividad del laboratorio.

Nivel de contención 1. Es el nivel de seguridad requerido para los agentes biológicos del grupo 1, es decir, los que no producen enfermedad en el ser humano sano y de susceptibilidad conocida y estable a los antimicrobianos. Es el utilizado habitualmente en los laboratorios de prácticas de universidades o centros docentes donde se emplean cepas no patógenas (*E. coli* K12, *Saccharomyces cerevisiae*, etc.). Ejemplos típicos son todos los microorganismos que se utilizan en la industria de la alimentación para la elaboración de quesos, cerveza, embutidos, etc.

Nivel de contención 2. Es el obligado para agentes del grupo 2 como algunos que, perteneciendo a la propia flora habitual del hombre, son capaces de originar patología infecciosa humana de gravedad moderada o limitada. Deben ser manipulados por personal especializado (técnicos de laboratorio, especialistas en Microbiología) y son los que con más frecuencia se estudian en el Laboratorio de Microbiología Clínica: estafilococos, *Salmonella*, etc.

Nivel de contención 3. Debe utilizarse cuando se manipulan agentes biológicos del grupo 3, microorganismos que cursan con patología grave, de difícil y largo tratamiento, que pueden curar con secuelas y ocasionalmente producir la muerte. El mayor y más frecuente peligro que entrañan éstos es la infección adquirida a través de aerosoles y por fluidos biológicos. Por ello, las principales medidas a tomar en este caso son la correcta manipulación y la

utilización de cabinas de seguridad. En los Laboratorios de Microbiología Clínica los ejemplos más típicos de este tipo de microorganismos son *M. tuberculosis*, *Brucella*, *Coxiella burnetii*, etc. Sólo pueden ser procesados por personal cualificado y en una zona con la infraestructura apropiada para el Nivel de Contención 3, es decir, con aire acondicionado independiente, sin recirculación de aire, con gradiente de presión, cabinas de bioseguridad, etc.

Nivel de contención 4. Nivel requerido cuando se procesa con certeza o se sospecha un agente especialmente patógeno e infectocontagioso, exótico o no, que produce alta mortalidad y para el que no existe tratamiento y/o es poco fiable. Normalmente son microorganismos de dosis infectiva baja y alta contagiosidad. Este nivel también puede utilizarse para trabajar con animales de experimentación infectados por microorganismos del grupo 4. Ejemplos de este nivel son los arenavirus como el que produce la fiebre de Lassa y el virus Machupo, virus Ebola, etc. Además, deben incluirse en este nivel de contención los microorganismos propios del grupo 3 que adquieran propiedades patógenas que los eleven al grupo 4. Un ejemplo sería *Mycobacterium bovis* multirresistente que puede causar fallecimiento por fracaso terapéutico.

En general, la naturaleza infecciosa del material clínico es desconocida y al Laboratorio de Microbiología suelen remitirse muestras muy diversas. Es responsabilidad del Jefe del Laboratorio el establecimiento de prácticas normalizadas que de forma realista permitan su manipulación. Excepto en casos excepcionales (por ejemplo: sospecha de fiebres hemorrágicas), el procesamiento inicial de los especímenes clínicos y las pruebas serológicas pueden realizarse de forma segura en un nivel 2, que es el nivel recomendado para trabajar con patógenos que se transmiten por vía sanguínea como el virus de la hepatitis B y el VIH, a lo que habría que añadir las precauciones universales que deben ser tomadas con todas las muestras de sangre y otros materiales potencialmente infecciosos.

Los laboratorios que realicen trabajos que impliquen la manipulación de agentes biológicos de los grupos 2, 3 ó 4 con fines de investigación, desarrollo, enseñanza o diagnóstico deberán establecer medidas de contención que se aplicaran según la naturaleza de las actividades, la evaluación del riesgo para los trabajadores y las características del agente biológico de que se trate.

Medidas de contención para los distintos niveles de contención

Observación preliminar. Las medidas que figuran a continuación se aplicarán según la naturaleza de las actividades, la evaluación del riesgo para los

trabajadores y las características del agente biológico de que se trate.

Medidas de contención	Niveles de contención		
	2	3	4
1. El lugar de trabajo se encontrará separado de toda actividad que se desarrolle en el mismo edificio	No	Aconsejable	Sí
2. El aire introducido y extraído del lugar de trabajo se filtrará mediante la utilización de filtros de alta eficacia para partículas en el aire (HEPA) o de forma similar	No	Sí, para la salida de aire	Sí, para la entrada y salida de aire
3. Solamente se permitirá el acceso al personal designado	Aconsejable	Sí	Sí, con esclusa de aire
4. El lugar de trabajo deberá poder precintarse para permitir su desinfección	No	Aconsejable	Sí
5. Procedimientos de desinfección específicos	Sí	Sí	Sí
6. El lugar de trabajo se mantendrá con una presión negativa respecto a la presión atmosférica	No	Aconsejable	Sí
7. Control eficiente de vectores, por ejemplo, roedores e insectos	Aconsejable	Sí	Sí
8. Superficies impermeables al agua y de fácil limpieza	Sí, para banco de pruebas y mesa de trabajo	Sí, para banco de pruebas, mesa de trabajo y suelo	Sí, para banco de pruebas, mesa de trabajo, suelo, paredes y techos
9. Superficies resistentes a ácidos, álcalis, disolventes y desinfectantes	Aconsejable	Sí	Sí
10. Almacenamiento de seguridad para agentes biológicos	Sí	Sí	Sí, almacenamiento seguro
11. Se instalará una ventanilla de observación o un dispositivo alternativo en las zonas de manera que se pueda ver a sus ocupantes	Aconsejable	Aconsejable	Sí
12. Laboratorio con equipo propio	No	Aconsejable	Sí
13. El material infectado, animales incluidos, deberá manejarse en una cabina de seguridad biológica o en un aislador u otra contención apropiada	Cuando proceda	Sí, cuando la infección se propague por el aire	Sí
14. Incinerador para destrucción de animales muertos	Aconsejable	Sí, disponible	Sí, en el mismo lugar

Las actividades que supongan la manipulación de un agente biológico se ejecutarán:

- Únicamente en zonas de trabajo que correspondan por lo menos a un nivel de contención 2 para un agente biológico del grupo 2.
- Únicamente en zonas de trabajo que correspondan por lo menos a un nivel de contención 3 para un agente biológico del grupo 3.
- Únicamente en zonas de trabajo que correspondan por lo menos a un nivel de contención 4 para un agente biológico del grupo 4.

Los laboratorios que manipulen materiales

con respecto a los cuales exista incertidumbre acerca de la presencia de agentes biológicos que puedan causar enfermedad en el hombre, pero que no tengan como objetivo trabajar con ellos como tales, cultivándolos o concentrándolos, deberán adoptar al menos el nivel de contención 2. Deberán utilizarse los niveles 3 ó 4 cuando proceda, siempre que se sepa o sospeche que son necesarios, salvo cuando las líneas directrices establecidas por las autoridades sanitarias indiquen que, en algunos casos, conviene un nivel de contención menor.

3. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD BIOLÓGICA EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA CLÍNICA

La peligrosidad de un agente está directamente relacionada con el tipo de manipulación a la que es sometido. Por ello es básico:

1. Conocer los agentes, sustancias y productos peligrosos que existen en el laboratorio.
2. Conocer la metodología de trabajo del laboratorio.
3. Conocer el equipamiento del laboratorio.
4. Conocer las medidas a tomar en caso de emergencia.
5. Conocer las leyes relacionadas con la Seguridad Biológica.
6. Respetar y hacer cumplir todo lo anterior.

Para que se produzca un accidente por agente biológico deben concurrir básicamente cuatro elementos: un huésped susceptible, un agente infeccioso, una concentración suficiente de éste y una ruta de transmisión apropiada. De todos ellos, el que mejor se puede controlar en el laboratorio es la ruta de transmisión.

Las rutas de transmisión más comunes en el laboratorio son la aérea y la inoculación directa, muy por encima de todas las demás, aunque la oral, la percutánea y el contacto directo con la piel o las mucosas también son posibles.

Siendo imposible determinar a ciencia cierta si cualquier material biológico está contaminado con microorganismos del grupo 2 ó 3, ciertas muestras (respiratorias, etc.) en las que sea posible que exista un microorganismo del grupo 3 deben manipularse rutinariamente en las cabinas de Seguridad Biológica (CSB).

3.1. Medidas generales

Son de obligado cumplimiento en cualquier área del laboratorio.

- El acceso al laboratorio estará limitado al personal autorizado.
- No deben entrar en el mismo familiares ni amigos.
- El personal del laboratorio debe implicarse en el cumplimiento de las normas de seguridad.
- Todas las áreas estarán debidamente marcadas con la señal de riesgo biológico y su nivel de contención.
- Las puertas y ventanas deben permanecer cerradas para mantener la adecuada contención biológica.
- Todas las superficies de trabajo se limpiarán y desinfectarán diariamente y siempre que se produzca un derrame. Los residuos y muestras peligrosas que van a ser incinerados fuera del laboratorio deben ser transportados en contenedores cerrados, resistentes e impermeables siguiendo las normas específicas para cada tipo de residuo.

- El laboratorio debe permanecer limpio y ordenado y no es aconsejable utilizar los pasillos como almacén. Siempre debe quedar un espacio libre no inferior a 120 cm para poder evacuar el laboratorio en caso de emergencia.
- El transporte de las muestras dentro o entre laboratorios se realizará de tal manera que, en caso de caída, no se produzcan salpicaduras. Lo recomendable es hacerlo en cajas herméticas o neveras transportables. Estas cajas o neveras deberán ser rígidas y resistentes a los golpes, contar con materiales absorbentes en su interior y de fácil desinfección. Se etiquetarán o identificarán de forma oportuna y no podrán ser utilizadas para otros fines. Bajo ningún concepto se pueden transportar las muestras a mano.
- La ropa protectora, fácilmente ajustable y confortable, así como guantes, gafas, etc. debe estar disponible en todo momento. La ropa protectora de las áreas con nivel de contención 3 (cubrebatas) nunca debe ser usada fuera del área de trabajo y si se quita debe de ser desechada automáticamente en una bolsa de material contaminado. Jamás debe volver a ser usada.
- Todo el personal debe poner especial cuidado en evitar el contacto de la piel con materiales potencialmente infecciosos. Con este fin deben usarse guantes cuando se manipulen muestras o cultivos que contengan posibles patógenos. Los guantes siempre serán desechados antes de salir del área de trabajo. Jamás se saldrá de la misma con los guantes puestos, ni con ellos se cogerá el teléfono, se tocarán los volantes, etc.
- Tras quitarse los guantes, se realizará un lavado de manos.
- Se usarán gafas protectoras y mascarillas faciales si existe riesgo de salpicaduras y/o aerosoles.
- Se pondrá extremo cuidado en minimizar el riesgo de autoinoculación y de generación de aerosoles.
- Los derrames y accidentes deben ser informados inmediatamente al Supervisor y al Jefe del Laboratorio y hacerse constar por escrito.
- Nadie podrá trabajar en el área de tuberculosis con una prueba de Mantoux negativa.
- Está rigurosamente prohibido pipetear con la boca. Se realizará pipeteo automático con material adecuado y cada trabajador será instruido para manejarlo debidamente.

- En la zona de trabajo no debe colocarse material de escritorio ni libros ya que el papel contaminado es de muy difícil esterilización.
- No deberán usarse lentes de contacto.

3.2. Higiene

- El personal con el cabello largo debe llevarlo recogido.
- Comer, beber, fumar y aplicarse cosméticos esta formalmente prohibido en el área de trabajo del laboratorio, así como el almacenamiento de comida o bebida.
- El personal debe lavarse las manos frecuentemente durante las actividades rutinarias, tras acabar la jornada laboral y siempre antes de abandonar el laboratorio (almorzar). Se usará un jabón antiséptico y el secado se realizará con papel.
- Las heridas y cortes en las manos, si se han producido en el Laboratorio, serán comunicados al responsable de la Sección correspondiente, así como al Supervisor, que lo registrará haciendo constar todas las circunstancias. Las heridas y cortes deben ser convenientemente vendados y después es imprescindible ponerse guantes.

3.3. Objetos punzantes y cortantes

- El uso de agujas hipodérmicas y jeringas debe ser limitado. Sólo deben usarse las unidades ya montadas.
- Nunca se debe volver a poner la capucha a las agujas y éstas no deben ser torcidas ni separadas de la jeringa.
- Las agujas y jeringas usadas, así como los bisturíes, deben ser desechados sólo en contenedores especiales diseñados para este propósito.

4. BARRERAS PRIMARIAS

Tal y como su nombre indica, las llamadas barreras primarias son la primera línea de defensa cuando se manipulan materiales biológicos que puedan contener agentes patógenos. El concepto de barrera primaria podría asimilarse a la imagen de una "burbuja" protectora que resulta del encerramiento del material considerado como foco de contaminación. El ejemplo más claro de contención primaria lo constituyen las cabinas de seguridad biológica.

Cuando no es posible el aislamiento del foco de contaminación, la actuación va encaminada a la protección del trabajador mediante el empleo de prendas de protección personal. En la mayoría de las ocasiones se practica la combinación de ambos tipos

de medidas, tal como puede ser el empleo de la cabina junto con guantes y mascarilla. Todo ello sin olvidar que la máxima contención del riesgo biológico sólo se da cuando, además, se emplean las técnicas de trabajo correctas unidas a un diseño del laboratorio acorde con el nivel de riesgo.

4.1. Equipos o prendas de protección personal

Constituyen otro de los componentes de las llamadas barreras primarias. En el RD 773/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual se define el equipo de protección individual o **EPI** como *cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.*

También establece una serie de **obligaciones** generales del empresario, entre las que se pueden destacar la de *determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual, proporcionar gratuitamente a los trabajadores los equipos de protección individual que deban utilizar, velar por su correcta utilización, así como reponerlos cuando resulte necesario y asegurar su mantenimiento.* Por su parte, los trabajadores están obligados a *utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección individual, a colocarlos después de su utilización en el lugar indicado para ello y a informar de inmediato a su superior jerárquico de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el equipo.*

Siguiendo la nomenclatura empleada en este mismo RD, nos centraremos en los equipos de protección individual que pueden ser necesarios, en algún momento, en un Laboratorio de Microbiología Clínica: los protectores de los ojos y de la cara (gafas de seguridad, pantallas faciales), los protectores de las vías respiratorias (mascarillas, máscaras), los protectores de manos y brazos (guantes, manguitos), los protectores de la totalidad del cuerpo (batas) y los protectores del oído (tapones, cascos).

Es infrecuente que en este ámbito laboral se precise algún tipo de calzado de seguridad, pero sí es necesario conocer que deben evitarse los modelos que no cubran por completo al pie y, además, que esta prenda es una fuente importante de arrastre de contaminación.

Consideraciones generales en torno a los EPI

a) Actualmente existen equipos que ofrecen un altísimo grado de protección, pero eso no significa que el EPI sea un sustituto de una buena práctica de trabajo; b) la utilización de un equipo equivocado creará un riesgo adicional al operario al inspirar en éste un falso sentido de seguridad; c) el EPI se seleccionará en función del máximo nivel de riesgo que se espera encontrar al desarrollar la actividad; d) la prenda ha de ser de una talla/tamaño adecuada a

la del usuario; e) cualquier EPI exige una limpieza y un mantenimiento adecuados: f) sólo pueden emplearse equipos que lleven la marca de conformidad "CE".

Protección de los ojos y de la cara. Las lentillas no proporcionan protección alguna a los ojos, por lo que no se recomienda su utilización durante el trabajo en el Laboratorio de Microbiología. En el caso de que una persona necesitara llevarlas por prescripción facultativa, y no simplemente como corrección de la visión, estaría obligada a llevar también, siempre que estuviera expuesta a un riesgo biológico y/o químico, unas **gafas de seguridad**.

Existen también las denominadas **pantallas faciales**, que ofrecen protección frente a impactos y salpicaduras. Son elementos indispensables para protegerse frente a radiaciones, como es el caso de la luz ultravioleta.

Protección de las manos y los brazos. Los **guantes** son quizás las prendas más empleadas, aunque no siempre se siguen correctamente las normas elementales de uso: a) las manos han de lavarse obligatoriamente al quitarse los guantes; b) el uso de los guantes debe quedar restringido para las operaciones frente a las que es necesario protegerse, de manera que es inadmisibles, por ejemplo, abrir puertas con los guantes puestos, manejar volantes, coger el teléfono; c) cualquier tipo de guante no protege frente a cualquier producto químico, lo que significa que es preciso escoger el modelo según el riesgo al que se está expuesto.

Los guantes tienen un amplio uso en el laboratorio pues, además de contra riesgos biológicos y químicos, también se emplean como protección frente a riesgos físicos, como el calor o el frío en determinadas manipulaciones.

Para la protección de brazos existen los **manguitos**, que resultan interesantes, sobre todo, cuando la ropa que lleva el operario no es de manga larga.

Protección respiratoria. Las **mascarillas** en general tienen utilidad en el Laboratorio de Microbiología especialmente para protección frente a polvo (partículas), aerosoles y gases y vapores químicos. Las conocidas mascarillas tipo "cirujano" no ofrecen protección alguna.

La **máscara**, ya sea media máscara o máscara facial, puede resultar útil en caso de protección frente vertidos accidentales de consideración. Los diferentes filtros que se pueden acoplar hay que desecharlos como material contaminado.

El vestuario como equipo de protección. En principio es imprescindible hacer una clara distinción entre la ropa que es parte de un uniforme y las prendas del vestuario que actúan como elementos de protección individual. Además, existen una serie de recomendaciones generales, como son: a) no es

aconsejable que el personal del Laboratorio de Microbiología que está en contacto con materiales contaminados emplee su ropa de calle; b) la ropa del laboratorio no debe ser nunca lavada fuera del Hospital; c) el usuario debe llevar la prenda de manera que se beneficie de su utilización pero que no resulte un elemento peligroso que arrastre contaminación fuera del laboratorio; d) el vestuario que sirve como protección personal no debe salir nunca del lugar de uso (a la biblioteca, a la cafetería, a la calle); e) en el ambiente de trabajo no se debe llevar ropa de calle que aumente la superficie corporal expuesta (pantalones cortos, sandalias).

Como parte del vestuario de protección se incluyen las **batas** (que se prefieren abrochadas a la espalda y con los puños elásticos) y los **delantales**. A veces, también resultan útiles los **cubrezapatos**.

Protección auditiva. Es la menos considerada en el ambiente de un Laboratorio de Microbiología, siendo habitual que el personal acepte como "normal" un nivel de ruido, procedente de aparatos y/o determinadas operaciones, por encima de los límites tolerables. Una reducción importante de estos niveles se consigue con un buen mantenimiento de los equipos.

4.2. Cabinas de Seguridad Biológica (CSB)

Son cámaras de circulación forzada que, según sus especificaciones y diseño, proporcionan diferentes niveles de protección. Son fundamentales en un Laboratorio de Microbiología Clínica y se clasifican según el nivel y tipo de protección.

En principio es necesario distinguir entre las campanas de extracción de gases, las cabinas de flujo laminar y las cabinas de Seguridad Biológica.

La **campana de gases** (o vitrina extractora de gases) es un recinto ventilado que captura los humos y vapores procedentes de la manipulación de los productos químicos en el laboratorio. Si bien constituye un equipo muy útil en la contención del riesgo químico, no ofrece protección alguna frente a riesgos biológicos.

Las **cabinas de flujo laminar** son recintos que emplean un ventilador para forzar el paso del aire a través de un filtro HEPA (acrónimo del término anglosajón *High Efficiency Particulate Air*) barriendo la superficie de trabajo. El flujo de aire puede ser vertical u horizontal. Estas cabinas ofrecen protección únicamente al material que se maneja en su interior, pero nunca al operador, por lo que no son recomendables para el trabajo en un Laboratorio de Microbiología Clínica. Son, sin embargo, un instrumento de trabajo imprescindible en las denominadas "zonas limpias".

Las **cabinas de Seguridad Biológica** son recintos ventilados diseñados para limitar al máximo

el riesgo del personal de laboratorio expuesto a agentes infecciosos. Ello es especialmente importante si se tiene en cuenta que muchas de las operaciones realizadas en un laboratorio implican la formación de aerosoles. Estos equipos tienen como objetivo principal proporcionar una zona de trabajo que minimice la probabilidad que una partícula transportada por el aire tiene de escapar hacia el exterior de la cabina y contaminar así al operario y a la zona que le rodea. Además, algunas de ellas, ofrecen protección al material que se manipula.

Cuando una CSB es utilizada por personal debidamente formado y consciente de las limitaciones de ésta, se convierte en un equipo de contención muy efectivo para reducir el posible escape de contaminación biológica. Sin embargo, es conveniente tener muy en cuenta que una cabina no es nunca un sustituto de una técnica microbiológica adecuada.

Las CSB disponen de dos sistemas que impiden la salida de contaminación: las barreras de aire y los filtros. Las barreras de aire se crean permitiendo que éste fluya en una sola dirección y a una velocidad constante dando lugar a una verdadera "cortina" de aire que se conoce como flujo de aire laminar. Es, por definición, un flujo con ausencia de turbulencias. Los filtros tienen como finalidad atrapar las partículas contenidas en este flujo de aire y los empleados habitualmente son los HEPA, que retienen con una eficacia del 99,97% partículas de hasta 0,3 micras de diámetro.

Las CSB se dividen en tres categorías: clase I, clase II y clase III.

Cabinas de clase I. Son cámaras cerradas con una abertura al frente para permitir el acceso de los brazos del operador. El aire penetra por este frontal, atraviesa la zona de trabajo y todo él sale al exterior a través de un filtro HEPA. La velocidad del flujo de aire es de unos 0,40 m/s (75 pies/m). Son apropiadas para manipular agentes biológicos de los grupos 1, 2 ó 3. La mayor desventaja que presentan es que no proporcionan protección al material con el que se trabaja, no evitando por lo tanto que éste se pueda contaminar.

Cabinas de clase II. Se diferencian principalmente de las de clase I en que, además de al operario y su entorno, ofrecen protección al producto frente a la contaminación. La superficie de trabajo está bañada por aire limpio que ha atravesado un filtro HEPA. La salida del aire se produce a través de otro filtro HEPA. Son equipos válidos para el manejo de agentes biológicos de los grupos 1, 2 ó 3. Existen varios tipos de cabinas de clase II, **A**, **B1**, **B2** y **B3**, según sus características de construcción, flujo de aire y sistema de extracción.

Una primera diferencia entre tipo A y tipo B es que las de clase II tipo A están diseñadas para que el aire extraído desemboque en el mismo laboratorio o fuera de éste vía una conexión de tipo *canopy* y las de tipo B deben disponer de un conducto hermético

de salida, exclusivo para ellas, con un extractor y un sistema de alarma apropiado. Las IIA y las IIB3 mantienen ambas una velocidad de 0,40-0,50 m/s (75-100 p/m) y en ambas también se recircula un 70% del aire. Cuando la IIB3 se conecta al exterior mediante conducto hermético, entonces se puede emplear para manipulaciones que impliquen muy pequeñas cantidades de productos tóxicos y radionucleidos.

Las restantes cabinas del tipo B, es decir IIB1 y IIB2, se diferencian principalmente en la velocidad del flujo y la proporción de aire que se recircula. En estos dos tipos, la velocidad mínima es de 0,50 m/s (100 p/m), siendo la cantidad recirculada del 30-50% en las de clase II tipo B1 y del 0% en las de tipo B2. Tanto unas como otras son adecuadas para el trabajo con pequeñas cantidades de tóxicos y radionucleidos.

Cabinas de clase III. Constituyen el máximo nivel de seguridad. Son recintos herméticos en presión negativa y, por ello, su interior está completamente aislado del entorno. Se opera en ellas por medio de unos guantes, con trampa para introducir el producto, el aire entra a través de un filtro HEPA y se expulsa al exterior a través de dos filtros HEPA. Se recomiendan para el manejo de agentes de los grupos 1, 2, 3 ó 4.

Hasta el momento, no existe en España ninguna legislación relativa a los requisitos que deben cumplir las cabinas de seguridad biológica, aunque en breve aparecerá una directiva comunitaria en este sentido. La práctica más habitual consiste en exigir de los proveedores correspondientes la declaración de conformidad, bien con la norma británica BS 3928 o con la estadounidense NSF 49. La redacción que está efectuando el comité de expertos seleccionado por la UE se basa principalmente en tres normas europeas que no difieren mucho entre sí, la citada norma británica más otras similares alemana y francesa.

CSB. Recomendaciones generales

Instalación de la cabina:

1. Debe situarse lo más lejos posible de las rejillas de aire acondicionado, campanas de gases, puertas y zonas de mucho tráfico de personas, que claramente interfieren en el flujo laminar.
2. Las ventanas del laboratorio han de permanecer siempre cerradas.
3. Debe existir al menos 0,3 m entre la salida de aire de la cabina y el techo del laboratorio.
4. Se instalará sobre una superficie sólida y nunca móvil. Si es posible, en un recinto cerrado o en una zona de acceso restringido.

Al iniciar el trabajo:

1. Poner en marcha la cabina durante 5-10 minutos, a fin de purgar los filtros y "lavar" la zona protegida.

2. Comprobar que el manómetro situado en la parte superior del frontal se estabiliza e indica la presión adecuada (varía con el modelo de cabina).
3. Apagar la luz ultravioleta (si estuviera encendida) y encender la luz fluorescente.
4. Limpiar la superficie de trabajo con un producto adecuado (por ejemplo, alcohol etílico al 70%).
5. Antes y después de haber trabajado en una cabina deberían lavarse con cuidado manos y brazos, prestando especial atención a las uñas
6. Se aconseja emplear batas de manga larga con bocamangas ajustadas y guantes de látex. Esta práctica minimiza el desplazamiento de la flora bacteriana de la piel hacia el interior del área de trabajo, a la vez que protege las manos y brazos del operario de toda contaminación
7. En determinados casos, además es recomendable el empleo de mascarilla.

Durante la manipulación:

1. Todo el material a utilizar (y nada más) se sitúa en la zona de trabajo antes de empezar. De esta forma se evita tener que estar continuamente metiendo y sacando material durante el tiempo de operación.
2. Es aconsejable haber descontaminado el exterior del material que se ha introducido en la cabina.
3. Este material se coloca con un orden lógico, de manera que el material contaminado se sitúa en un extremo de la superficie de trabajo y el no contaminado ocupa el extremo opuesto de la misma.
4. Según el tipo de manipulación y el modelo de la cabina, la zona de máxima seguridad dentro de la superficie de trabajo varía. En general, se recomienda trabajar a unos 5-10 cm por encima de la superficie y alejado de los bordes de la misma. Especial atención se prestará a no obstruir las rejillas del aire con materiales o residuos.
5. Una vez que el trabajo haya comenzado y sea imprescindible la introducción de nuevo material, se recomienda esperar 2-3 minutos antes de reiniciar la tarea. Así se permite la estabilización del flujo de aire. Es conveniente recordar que cuanto más material se introduzca en la cabina, la probabilidad de provocar turbulencias de aire se incrementa.
6. Mantener al mínimo la actividad del laboratorio en el que se localiza la cabina en uso, a fin de evitar corrientes de aire que perturben el flujo. El flujo laminar se ve fácilmente alterado por las corrientes de aire ambientales provenientes de puertas o ventanas abiertas, movimientos de personas, sistema de ventilación del laboratorio...
7. Evitar los movimientos bruscos dentro de la cabina. El movimiento de los brazos y manos será lento, para así impedir la formación de corrientes de aire que alteren el flujo laminar.

8. Al igual que en el resto del laboratorio, no debe utilizarse el mechero Bunsen, cuya llama crea turbulencias en el flujo y además puede dañar el filtro HEPA.
9. Cuando deban emplearse asas de platino es aconsejable el incinerador eléctrico o, mejor aún, asas desechables.
10. Si se produce un vertido accidental de material biológico se recogerá inmediatamente, descontaminando la superficie de trabajo y todo el material que en ese momento exista dentro de la cabina.
11. No se utilizará nunca una cabina cuando esté sonando alguna de sus alarmas.

Al finalizar el trabajo:

1. Limpiar el exterior de todo el material que se haya contaminado.
2. Vaciar la cabina por completo de cualquier material.
3. Limpiar y descontaminar con alcohol etílico al 70% o producto similar la superficie de trabajo.
4. Dejar en marcha la cabina durante al menos 15 minutos.
5. Conectar si fuera necesario la luz ultravioleta (UV). Conviene saber que la luz UV tiene poco poder de penetración por lo que su capacidad descontaminante es muy limitada.

Limpieza y desinfección de la CSB

1. Se llevará a cabo una desinfección completa en las siguientes situaciones: a) en caso de que se haya producido un vertido importante; b) antes de cualquier reparación; c) antes de iniciarse los chequeos periódicos; d) siempre que se cambie el programa de trabajo; e) cuando se substituyan los filtros HEPA y f) al cambiarla de lugar (incluso dentro del mismo laboratorio).
2. Se realizará con vapores de formaldehído y siempre por personal debidamente entrenado y con las prendas de protección personal adecuadas.
3. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que una buena limpieza de la zona de trabajo es una garantía de ausencia de polvo y otros contaminantes. La limpieza tiene por objeto eliminar la suciedad que se halla adherida a las superficies y que sirve de soporte a los microorganismos. Al limpiar se elimina también la materia orgánica, contribuyendo de forma decisiva a la eficacia de la posterior descontaminación.
4. Es conveniente una vez a la semana levantar la superficie de trabajo y limpiar y descontaminar por debajo de ella.
5. Nunca se debe utilizar la cabina como almacén transitorio de equipo o material de laboratorio. Esta mala práctica conduce a una acumulación de polvo totalmente innecesaria.

6. Evitar introducir en la cabina materiales que emitan partículas fácilmente como algodón, papel, madera, cartón, lápices...

Mantenimiento de la CSB

1. Semanalmente se limpiará la superficie de trabajo y el resto del interior de la cabina.
2. Semanalmente se pondrá en marcha a fin de comprobar la medida que da el manómetro.
3. Mensualmente, con un paño mojado, se limpiarán todas las superficies exteriores con objeto de eliminar el polvo acumulado.
4. Mensualmente se revisará el estado de las válvulas interiores con que vaya equipada.
5. Anualmente se certificará por una entidad cualificada.

Usos de la CSB en el Laboratorio de Microbiología

1- Control de aerosoles infecciosos. Se generan en el procesamiento de muestras o cultivos como:

- a.- Manipulación de microorganismos del grupo de riesgo 3.
- b.- Machacamiento de tejidos.
- c.- Descontaminación de muestras para cultivo de Micobacterias.
- d.- Procedimientos de identificación de hongos.
- e.- Utilización del Vortex para mezclar muestras con microorganismos del grupo de riesgo 3.
- f.- Decantación de líquidos en muestras con microorganismos del grupo de riesgo 3.

2- Protección de muestras o materiales de la contaminación externa:

- a.- Procesamiento de líquidos orgánicos estériles con microorganismos del grupo de riesgo 3.
- b.- Cultivos celulares.
- c.- Preparación de soluciones de medios y reactivos que deban ser estériles.

5. BARRERAS SECUNDARIAS

El diseño y construcción de un laboratorio (lo que en Seguridad Biológica se conoce como "barreras secundarias") contribuye a la protección del propio personal del laboratorio, proporciona una barrera para proteger a las personas que se localizan fuera del laboratorio (es decir, aquéllas que no están en contacto con los materiales biológicos como, por ejemplo, personal administrativo del laboratorio, enfermos y visitantes del Hospital) y protege a las personas de la comunidad frente a posibles escapes accidentales de agentes infecciosos.

Las exigencias de cada nivel de contención se han enumerado ya, siguiendo al RD 664/97, pasando ahora a comentar con más detalle algunas

de ellas, junto con otras consideraciones que, si bien no son obligatorias por ley, sí deberían ser tenidas en cuenta a la hora de la evaluación del riesgo.

1. **Localización.** Es aconsejable que el Laboratorio de Microbiología Clínica se localice fuera del tráfico del Hospital y que no sea un lugar de paso para otras dependencias en las que no exista restricción para su acceso (cafeterías, almacenes, bibliotecas, aparcamientos).
2. **Acceso de personal.** En general, debe ser restringido a las personas formadas para el manejo de agentes infecciosos. Para un nivel 2 de contención es suficiente que la puerta del laboratorio pueda cerrarse con llave, mientras que para el nivel 3 la puerta ha de ser doble además de recomendarse un cambio de ropa.
3. **Lavabo.** Debe existir uno en el mismo laboratorio. Estará dotado de grifos que puedan accionarse sin utilizar las manos y situado preferiblemente cerca de la puerta de salida.
4. **Lavaojos.** Se recomienda que exista uno dentro del laboratorio como equipo de emergencia.
5. **Superficies interiores.** Los suelos, paredes y techos deben ser impermeables al agua y resistentes a diferentes productos químicos, de forma que permitan una limpieza a fondo y una posterior descontaminación. En el nivel 3 de contención, además, todas las penetraciones deben ir selladas.
6. **Superficies de trabajo.** Las mesas y bancos de trabajo deben ser resistentes al calor moderado, a disolventes orgánicos, ácidos y álcalis.
7. **Señalización.** Siempre que el trabajo esté en marcha, debe colocarse en la puerta del laboratorio la señal reglamentaria de peligro biológico.
8. **Presión negativa.** Se recomienda que el laboratorio se mantenga a una presión negativa con respecto al exterior del mismo, es decir, con respecto a los pasillos u otras zonas del edificio, de manera que exista un flujo de aire desde las zonas menos contaminadas hacia las de mayor riesgo de contaminación. Las puertas y ventanas del laboratorio han de permanecer cerradas si se quiere mantener esa presión negativa. No es aconsejable la recirculación de aire.
9. **Filtros HEPA.** No existe legislación en España en cuanto a sistema y frecuencia para su comprobación pero, siguiendo directrices de otros países, parece aconsejable hacerla cada 6 meses o, al menos, no dejar pasar más de 14 meses. Deberá realizarla siempre una empresa especializada.
10. **Residuos.** Además de la normativa general que el Hospital establezca, en función de la legislación vigente, en materia de residuos biosanitarios, en un nivel 3 se recomienda que en el mismo laboratorio (o dentro de la instalación) exista algún sistema (por ejemplo, esterilización por autoclave) para el tratamiento de los residuos producidos. De no ser así, el transporte de estos

residuos ha de realizarse en envases sellados (ver más adelante el apartado específico).

11. **Nivel 4 de contención.** Las características de diseño enumeradas se hacen obligatorias en el caso del nivel 4 de contención, además de otras, como el empleo de cabinas de clase III (o equipo de protección similar para los operarios), filtro HEPA a la entrada del aire, doble filtro HEPA a la salida del aire, etc.

6. NORMAS DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS

6.1. Normas generales

- Los equipos y aparatos nunca deben colocarse en zonas de paso, en particular en los pasillos del laboratorio.
- Todos los aparatos con toma eléctrica deberán cumplir las normativas de seguridad correspondientes. Nunca deben utilizarse en zonas mal aisladas y expuestas a la humedad.
- Las fuentes de calor (calentadores, termobloques, etc.), sobre todo si se alcanzan temperaturas elevadas, deberán estar debidamente señalizadas para evitar quemaduras accidentales.
- Todos los procedimientos de utilización de aparatos deberían contar obligatoriamente con apartados relativos a su utilización segura.

6.2. Neveras y habitaciones frigoríficas

Un adecuado mantenimiento, limpieza y desinfección sistemáticos de los aparatos reduce considerablemente los riesgos asociados a su utilización. Sin embargo, aun en estas condiciones, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- No deben almacenarse cultivos de microorganismos patógenos por inhalación en recipientes que no estén convenientemente cerrados, especialmente si la cámara tiene un sistema de circulación de aire.
- No deben almacenarse reactivos que contengan compuestos volátiles inflamables (éter etílico, por ejemplo) en neveras que no posean un sistema de protección antideflagración. En los aparatos de tipo doméstico que se utilizan en el laboratorio debe anularse la lámpara de la luz.

6.3. Congeladores

La congelación es un proceso que mantiene la viabilidad de muchos agentes infecciosos, de ahí un potencial riesgo y las siguientes recomendaciones:

- Tratar de identificar en ficheros, listas, etc. el contenido de lo almacenado y sus riesgos potenciales.
- El material potencialmente infeccioso debe colocarse en tubos, recipientes, etc. bien cerrados. No se llenarán completamente, para

evitar que rebosen por efecto del aumento de volumen tras la congelación.

- Descongelar periódicamente, limpiar y desinfectar si fuese procedente.
- Utilizar guantes para manipular el contenido. Si la temperatura es baja (por ejemplo -70°C o inferior), los guantes representan una protección adicional.

6.4. Estufas e incubadores

La limpieza y la desinfección, periódicas y sistemáticas, son el método recomendable para reducir los riesgos derivados de la contaminación accidental del personal del laboratorio.

6.5. Microondas

Los microondas cada vez son más populares en el Laboratorio de Microbiología y constituyen una nueva fuente de accidentes, entre los más frecuentes las explosiones cuando se usan para calentar medios con agar, ya que la diferencia de velocidad de calentamiento produce burbujas que pueden estallar.

- Las botellas o matraces deben tener el tapón aflojado, ya que si está cerrado estallan fácilmente.
- Estar siempre presente, con la ropa y pantalla facial adecuadas, y controlar la intensidad del aparato, que sólo puede ser la máxima con agua y la mínima si se usa con agar.
- Deberá existir una tabla bien visible de los tiempos en cada posición del potenciómetro y de las cantidades a emplear.
- Los microondas interfieren con los marcapasos. No deben ser colocados a una distancia inferior a 2 m de las personas que sean portadoras de uno de estos dispositivos.

6.6. Autoclaves

Los autoclaves deben poseer manómetro y termostato, así como válvula de seguridad, sistema de desconexión rápido y la purga del vapor ha de realizarse a un recipiente estanco y con agua, jamás directamente al exterior.

- No deben usarse si no se conocen perfectamente todos los mandos y su fundamento.
- Usar guantes especiales para protegerse del calor.
- No abrir jamás si el manómetro no está a "0" y la purga no ha sido abierta.
- Controlar una vez al mes su capacidad de desinfección mediante esporas, no siendo suficiente el método químico. El uso de registros de presión y temperatura de cada proceso y la instauración de un programa de mantenimiento también puede ser una alternativa válida al control mediante esporas. El agua debe ser cambiada regularmente.

6.7. Centrífugas

Los mayores riesgos derivan, sobre todo, de la contaminación por los aerosoles generados durante la centrifugación de materiales biológicos y, en menor medida, de los traumatismos accidentales. Se recomienda:

- Cuando se centrifugue material biológico potencialmente infeccioso deben utilizarse tubos cerrados; la centrífuga debe disponer de rotores o cestillos de seguridad que protejan al operador de los posibles aerosoles.
- La rotura accidental de un tubo y su vertido en la cubeta representa una incidencia importante que debe ser comunicada inmediatamente al Supervisor o responsable, de forma que se proceda a la desinfección segura del aparato.
- No se deben utilizar centrífugas antiguas que no posean sistema de cierre de seguridad, del que disponen todos los aparatos actuales, ni manipular éstas de forma que permitan su apertura mientras están en funcionamiento.
- Si el laboratorio dispone de ultracentrífugas, el equilibrado cuidadoso del rotor es fundamental.

6.8. Miscelánea

- Las bombas de vacío y los aspiradores deberán contar con las correspondientes trampas y filtros.
- Los baños de agua ("baños maría") deberán contener un desinfectante adecuado, ser limpiados una vez a la semana y desinfectados con periodicidad mensual.
- En la zona de trabajo no debe colocarse directamente material de escritorio ni libros, ya que el papel contaminado es de difícil esterilización o desinfección.

7. NORMAS DE PROTECCIÓN FRENTE A PRODUCTOS QUÍMICOS

Los trabajadores del Laboratorio de Microbiología Clínica están expuestos a una serie de riesgos como consecuencia de la presencia de agentes químicos en su labor diaria.

Estos riesgos pueden afectar a su seguridad al producirse accidentes durante la manipulación, trasvase o almacenamiento de ciertos productos químicos.

Una forma de identificar el riesgo de una sustancia o preparado químico en origen es la **etiqueta**, donde el fabricante o proveedor, de acuerdo con la legislación existente, debe identificar las sustancias peligrosas que lo componen e informar de los riesgos (frases R) y los consejos de prudencia (frases S). Además, junto con el producto, debe adjuntarse la **ficha de datos de seguridad** en la que se amplía la información y se detallan los riesgos en

cuanto a su utilización y las medidas de seguridad a adoptar.

La **exposición** a los compuestos químicos puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades. Estos efectos son función directa de la toxicidad del agente químico, la dosis absorbida y la vía de entrada al organismo: por inhalación (vía principal), dérmica (a través de las mucosas o piel intacta), digestiva o percutánea.

7.1. Evaluación de riesgos e identificación de productos químicos peligrosos

Para controlar la exposición a agentes químicos, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T.) ha establecido valores límite ambientales de exposición diaria (VLA), referidos a jornadas de 8 horas (VLA-ED), o de corta duración, referidos a exposiciones de 15 minutos (VLA-EC) por, como límites de exposición profesional a la que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

Estas mediciones ambientales deben ser realizadas por personal cualificado.

Un pequeño porcentaje de trabajadores con problemas médicos o físicos preexistentes (EPOC, enfermedad hepática crónica, sensibilizaciones, embarazo, etc.) pueden no estar protegidos adecuadamente de los efectos adversos para su salud con estos valores límite, siendo el médico de Medicina Preventiva el que debe evaluar la protección adicional que requieren estos trabajadores.

7.1.1. Agentes desinfectantes

Hipoclorito sódico

Los desinfectantes que contienen hipoclorito sódico (lejía de uso doméstico) son potentes agentes oxidantes que liberan Cl_2 (gas cloro). La exposición al cloro produce irritación de mucosas y del tracto respiratorio superior. El VLA-EC para el cloro es 1 p.p.m. Las salpicaduras en los ojos pueden provocar daños permanentes (irreversibles) y el contacto de la lejía con la piel produce irritaciones.

En las áreas en las que se manipulen estos productos deberá existir una adecuada ventilación y deben usarse guantes resistentes, protectores oculares y ropa adecuada (batas).

Yodo

La excesiva exposición a soluciones que contienen yodo (VLA-EC 0,1 p.p.m) puede provocar irritación de mucosas y ojos o dificultades respiratorias. De nuevo, el uso de protectores personales tales como gafas protectoras, máscaras y guantes resistentes es muy recomendable.

Compuestos de amonio cuaternario

Incorporados a múltiples soluciones desinfectantes, son generalmente menos cáusticos (lesivos) que muchos otros desinfectantes. Aún así se debe tener cuidado con su manipulación ya que es conocida su capacidad para irritar la piel y producir alergias.

Formaldehído y glutaraldehído

Son compuestos altamente tóxicos (VLA - EC 0,3 p.p.m. para el formaldehído y VLA-EC 0,05 p.p.m. para el glutaraldehído). El formaldehído puede estar presente en laboratorio en forma gaseosa, líquida (solución de formalina) o sólida (paraformaldehído).

Se sospecha que son agentes carcinogénicos en humanos y es conocido su poder para generar irritaciones oculares y del tracto respiratorio por exposición aguda y dermatitis y alergias en la piel y tracto respiratorio tras exposiciones crónicas. Ambos compuestos deben ser manipulados sólo en campana de gases y con protectores de ojos impermeables.

7.1.2. Disolventes

Una amplia variedad de disolventes se usa en el Laboratorio de Microbiología y aunque generalmente sólo se hace en pequeñas cantidades, es prudente manipular estos compuestos con precaución por sus efectos adversos para la salud.

Los disolventes son fácilmente absorbibles a través de la piel y los pulmones y pueden causar irritación de estos órganos. La exposición crónica puede causar daños en el sistema nervioso central y en el hígado. Deben usarse guantes y gafas resistentes cuando se manipulen estos compuestos.

7.1.3. Colorantes y reactivos

Son utilizados habitualmente en el Laboratorio de Microbiología, aunque en cantidades muy pequeñas. No obstante, se deben tomar precauciones para evitar la exposición a éstos. Algunos colorantes como los derivados del benceno, acridina, y generalmente aquellos que se unen al ADN, son carcinogénicos. Los más conocidos son la auramina, la rodamina y el naranja de acridina. El bromuro de etidio es un poderoso mutágeno de efecto acumulativo utilizado en técnicas de biología molecular. Debe evitarse estrictamente el contacto con estas sustancias utilizando guantes, etc.

7.1.4. Gases comprimidos

Los cilindros deben estar situados en un lugar adecuado y ser transportados en carros. Hay que asegurarse de que permanezcan lejos de llamas y superficies calientes.

Para evitar potenciales explosiones deben utilizarse los reguladores adecuados. Antes de ser

usados, el contenido debe ser comprobado interpretando cuidadosamente la etiqueta.

7.1.5. Nitrógeno líquido

El nitrógeno es, químicamente, un gas muy estable e inerte y no está considerado peligroso. Sin embargo, en su forma líquida, el N₂ tiene varios peligros: a) quemaduras por congelación, b) riesgo de asfixia por desplazamiento del oxígeno y c) posibilidad de rotura de los contenedores por exceso de temperatura. De todos ellos, el peligro más real en el Laboratorio de Microbiología lo representan las quemaduras por frío.

El N₂ licuado tiene un punto de ebullición de -196°C y la fase de vapor de los contenedores suele estar a una temperatura inferior a -180°C. La exposición de la piel y mucosas puede provocar lesiones graves, similares a las quemaduras, por lo que debemos manipular este producto adecuadamente. Las normas básicas de protección son:

- No se manipulará nunca el N₂ líquido con partes del cuerpo descubiertas. Se deberá utilizar siempre un equipo de protección personal.
- La ropa debe estar limpia y seca, y no estar ceñida al cuerpo, sino holgada.
- Los brazos y manos deben estar cubiertos por guantes aislantes, de un material que no se resquebraje por acción de la temperatura.
- Las piernas han de estar protegidas. Hay que usar un calzado cerrado, en buen estado, con suelas gruesas.
- Se utilizará un protector facial; las gafas se consideran una protección incompleta.
- Si se produce la exposición accidental, nunca debe aplicarse agua caliente o calor directo sobre la zona expuesta; es mejor llevar al accidentado a una habitación caldeada y aplicar **agua tibia**. Si la exposición es grave, puede requerir tratamiento médico especializado.

La falta de oxígeno, desplazado por los gases criogénicos, como el N₂ líquido, es un peligro recalado por todas las normativas de seguridad y que generalmente se menosprecia. Un litro de este líquido puede generar casi 700 de gas. Una atmósfera con un contenido de oxígeno inferior al 15% puede producir asfixia. En consecuencia, los recipientes y contenedores de N₂ líquido deben estar siempre colocados en una zona bien ventilada.

Por último, aunque el N₂ no es inflamable ni explosivo, la exposición de los contenedores y recipientes al calor directo puede originar una sobrepresión que rompa bruscamente las paredes, con el consiguiente riesgo de vertido accidental y salpicaduras. En consecuencia, los recipientes deben estar lejos de cualquier fuente de calor y nunca debe colocarse objetos pesados encima de las tapas de estos recipientes.

7.2. Almacenamiento de compuestos químicos peligrosos

La primera actuación para el correcto almacenamiento de los compuestos químicos será la separación entre familias de productos incompatibles. Se separarán ácidos de bases, oxidantes de inflamables, venenos activos, sustancias cancerígenas, peroxidables, etc. Los envases más pesados se colocarán en las baldas o estantes inferiores, así como los ácidos y bases fuertes, de manera que las sustancias más agresivas ocupen los lugares a más bajo nivel.

Los productos peroxidables (éter etílico, éter isopropílico, etc.) pueden provocar detonaciones al contacto con el aire o incluso por choque o fricción. Por ello, una vez abiertos no deben almacenarse más de 6 meses, a no ser que contengan un inhibidor eficaz. En el etiquetado deberá figurar la fecha de recepción y la de apertura del envase.

Ciertos productos como los venenos activos, productos cancerígenos y productos inflamables requieren un almacenamiento especial en armarios específicos convenientemente rotulados y bajo llave. El control del stock debe ser riguroso y es conveniente guardarlos en un doble recipiente para evitar dispersiones o derrames.

Las sustancias inflamables que requieran refrigeración deben almacenarse en armarios frigoríficos especiales, no siendo recomendables los de uso doméstico. En todos los casos, los armarios frigoríficos se colocarán en lugares con buena ventilación.

Los envases de todos los compuestos químicos deberán estar claramente etiquetados con el nombre químico y los riesgos que produce su manipulación. Es obligación de todo el personal leer y seguir estrictamente las instrucciones del fabricante.

8. SEGURIDAD FRENTE A AGENTES FÍSICOS Y MALAS POSTURAS

8.1. Accidentes

Resbalones, caídas, lesiones de espalda, cortes etc. La mayoría de las veces ocurren cuando hay "masificación", escasa limpieza, almacenamiento inadecuado y/o pobre iluminación.

Las áreas masificadas deben ser rediseñadas y hay que prestar especial atención a una limpieza adecuada.

Los dolores de espalda, pueden ser prevenidos (evitados) enseñando a los trabajadores métodos correctos de elevación de cargas.

El uso de zapatos (calzado) cerrado y de tacón bajo se recomienda para prevenir lesiones de espalda y caídas. Todos los accidentes deben ser investigados (aclarados) para evitar reincidencias y mejorar las condiciones de trabajo.

8.2. Electricidad

Todo el equipo eléctrico en el Laboratorio de Microbiología, debe mantenerse en buenas condiciones de trabajo, con instrumentos anclados y adecuadas salidas y circuitos eléctricos.

Los cables no deben pasar por debajo de pilas u otras piezas de equipamiento (mejor no visibles) y el uso de cables alargadores no es recomendable.

La caja de circuitos debe estar correctamente etiquetada (señalada), con un fácil acceso y un correcto y continuo mantenimiento.

8.3. Ruidos

De acuerdo con el RD 1316/89 sobre "Protección de los Trabajadores frente a los Riesgos derivados de la Exposición al Ruido durante el Trabajo", en los puestos de trabajo en los que el nivel diario equivalente supere los 60 decibelios, deberán adoptarse las medidas establecidas.

La exposición a niveles de ruido por encima de los 85 decibelios podría conducir a la pérdida de audición, efectos adversos para la salud (presión arterial alta), accidentes y disminución de la capacidad para desarrollar el trabajo correctamente. Es necesario, por tanto, que sean realizados todos los esfuerzos para minimizar los niveles de ruido en el Laboratorio.

Las ondas de alta frecuencia pueden ser también dañinas y deben usarse protectores auditivos cuando se utilizan aparatos como el sonicador.

Si el ambiente laboral parece ruidoso, y particularmente si existe una gran dificultad para oír a alguien hablar en un tono normal a una distancia de un metro, los niveles de ruido deben ser comprobados por un experto con el adecuado medidor homologado.

8.4. Lesiones ergonómicas y por movimientos repetitivos (malas posturas)

Se pueden producir lesiones en el Laboratorio por un diseño inadecuado del lugar de trabajo, de los complementos o de los asientos, que dan lugar a malas posturas. Una altura y posición adecuadas de las banquetas y las sillas es esencial a la hora de reducir las lesiones de espalda.

Algunos movimientos repetitivos requieren la flexión de muñeca, por ejemplo el pipeteado, que pueden producir lesiones (Síndrome del túnel carpiano).

Los Laboratorios de Microbiología utilizan ordenadores con monitores y, aunque sus potenciales efectos adversos para la salud no son bien conocidos, parece que su uso excesivo puede conducir al estrés físico y psíquico. Las pausas periódicas del uso de los terminales pueden ser beneficiosas y es importante que haya una buena luminosidad. En definitiva, deben seguirse las recomendaciones fijadas en el RD 488/97 sobre "Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al Trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización".

Se pueden conseguir grandes mejoras en el aspecto de las malas posturas con simples cambios en el lugar o en las prácticas de trabajo.

8.5. Estrés psicosocial

Las grandes cargas de trabajo pesado y rutinario pueden generar estrés en los trabajadores. Los síntomas asociados al estrés psicosocial son depresión, ansiedad, insatisfacción laboral, así como manifestaciones somáticas tales como acidez de estómago, presión arterial alta, dolor de cabeza, etc.

El estrés psicosocial puede llevar en último término a la adicción al alcohol y/o a las drogas.

La presencia de supervisores bien adiestrados, un óptimo ambiente y entorno de trabajo y la participación activa del trabajador pueden ayudar a prevenir su desmotivación.

9. PLAN DE EMERGENCIAS DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA CLÍNICA

Los riesgos en el Laboratorio de Microbiología se dividen en riesgos no biológicos, comunes a otros laboratorios, y riesgos biológicos o específicos. Los no biológicos pueden ser químicos, físicos, eléctricos o fuego.

Entre los riesgos biológicos no se hace referencia a las infecciones adquiridas en el laboratorio, ya que la mayoría son un proceso que pasa inadvertido. La exposición se centrará en la actuación cuando se produce un accidente.

Lo más importante ante un accidente en el laboratorio es tenerlo previsto, simular uno como mínimo una vez al año, discutir las medidas a tomar y sacar las conclusiones pertinentes; en definitiva no dejar nada a la improvisación y disponer del material necesario para actuar. Es recomendable contar con Estaciones de Seguridad, del mismo modo que existen los extintores.

El Supervisor de Seguridad llevará un registro de accidentes, donde se anotarán todos los detalles del percance, así como las medidas practicadas, las personas involucradas en el accidente y los procedimientos de actuación.

Estaciones de Seguridad

Son unidades estratégicamente situadas en las que debe encontrarse, a la vista y fácilmente accesible (previa ruptura de su correspondiente precinto), el material necesario para actuar inmediatamente ante un accidente de laboratorio. Es conveniente que se coloquen junto a la ducha de emergencia y los extintores. Deberán contener:

- Botiquín de primeras curas.
- Manta apagafuegos.
- Equipo de vestir completo con guantes resistentes, botas impermeables, gafas de protección, gorros, mascarillas y cubretodos impermeables ajustados en las muñecas.

- Papel absorbente y almohadillas absorbentes.

- Pala, cepillo, pinzas.

- Bolsas de autoclave y específicas de tipo III (Norma UNE 53-147-85 de 60 l como máximo y galga 400 como mínimo).

- Material absorbente inerte específico para productos químicos.

Además, existirá un equipo de limpieza de doble cubo sin usar.

9.1. Riesgos no biológicos

9.1.1. Accidentes químicos

Por inhalación

Se producen por no usar (o usar inadecuadamente) las vitrinas de gases o por accidentes.

Si es grave, como la fuga de gases tóxicos:

1º. Dar la voz de alarma.

2º. No intentar socorrer a los afectados sin usar máscara de gases (para sacar al paciente de la zona).

3º. Cerrar la zona, y, si es posible, ventilarla.

4º. Conducir al afectado al Servicio de Urgencias y, si es necesario, iniciar procedimientos de reanimación.

Por deglución

Se producen si se cometen errores básicos de pipeteo o cuando se utilizan incorrectamente envases de refrescos o bebidas para guardar productos químicos (lo que está formalmente prohibido). Se acudirá al Servicio de Urgencias inmediatamente y como emergencia se usará una solución de carbón activado o el antídoto conocido.

Por contacto

Los más frecuentes son las salpicaduras por ácidos, álcalis, sustancias tóxicas o cancerígenas, etc. Debe existir una ducha de seguridad y se respetará lo prescrito en el manual de seguridad referente al transporte, almacenamiento y manejo de todo tipo de productos utilizados en el laboratorio. Consultando las fichas de datos de seguridad de los productos es posible conocer los riesgos inherentes a cada uno de ellos, así como las normas de seguridad a seguir (uso en campana de extracción, empleo de guantes, gafas o pantalla facial, máscaras, etc.).

9.1.2. Accidentes físicos

Los más frecuentes son las heridas causadas por objetos punzantes o cortantes (pinchazo y herida sangrante). En este caso se deberán aplicar las medidas bien detalladas en los **Protocolos de actuación después de una exposición accidental a**

productos biológicos probablemente contaminados perfectamente descritos en los protocolos específicos de hepatitis y SIDA de la SEIMC.

Las centrifugas actuales tienen mecanismos básicos de seguridad, pero no es infrecuente encontrar todavía algunas que, debido a lo antiguo de su diseño, permiten ser abiertas antes de su parada completa, hecho inaceptable con las normativas actuales. Así pues se pueden producir accidentes al frenarlas manualmente, con el consiguiente riesgo de lesión por la enorme fuerza centrífuga de las mismas.

El manejo y transporte de las bombonas de gases debe ser realizado por personal especializado. Estarán bien ancladas para evitar que se caigan.

En general, no debe utilizarse la luz UV porque no es esterilizante, sino sólo descontaminante y produce una falsa sensación de seguridad. En la CSB no se puede trabajar con ella encendida ya que puede dar lugar a una quemadura corneal tremendamente dolorosa. Si ello ocurre, se consultará con el Servicio de Oftalmología.

Las quemaduras por vapor procedente de los autoclaves, así como las producidas por salpicaduras de los microondas, se tratarán tópicamente.

9.1.3. Accidentes eléctricos

Se evaluará su gravedad y se decidirá si se traslada al accidentado al servicio de urgencias o si hay que practicar maniobras de reanimación.

Jamás se intentará apartar al afectado de la fuente eléctrica con las manos, sino a través de un objeto no conductor y, si es posible, siempre se cortará primero el suministro (todos los cuadros han de estar debidamente señalizados).

9.1.4. Fuego

Merece consideración específica, ya que todavía, desgraciadamente, no es infrecuente el uso de mecheros Bunsen en muchos Laboratorios de Microbiología. Todo el utillaje eléctrico, en conjunción con el gran uso que se hace de productos inflamables, hace que la posibilidad del fuego haya de ser tenida muy en cuenta. En el supuesto de un fuego, una actuación correcta inicialmente puede decidir el resultado final.

Consideraciones generales ante el fuego:

Para que exista un fuego como tal, hace falta que se mantenga el tetraedro del fuego, a saber: material combustible, oxígeno, temperatura y reacción en cadena (producción de radicales libres). Si se dan los cuatro requisitos se produce un fuego con llama, si falla la reacción en cadena se produce un fuego sin llama. Según el material que arde, el fuego se clasifica en:

- A. ALFA. Cuando arde material sólido.
- B. BRAVO. Cuando arde material líquido.
- C. CHARLIE. Cuando arde material gaseoso.

D. DELTA. Cuando arden metales.

E. ECHO. Cuando arde material eléctrico.

En el Laboratorio de Microbiología se pueden producir los cinco tipos de fuego. Los mecanismos básicos para actuar contra el fuego son los que inciden sobre alguno de sus pilares básicos tales como:

- Temperatura. Mediante enfriamiento con agua, CO₂.

- Oxígeno. Mediante sofocación, espuma, manta, polvo, CO₂.

- Material. Si es posible, se tira o confina lo que está ardiendo (por ejemplo una gasa, un papel, etc.). Cualquier tipo de extintor es válido para estos fuegos.

- Reacción en cadena. Impedir la formación de radicales libres enfriando y sofocando.

La extinción se lleva a cabo mediante extintores, que básicamente son de:

- Agua: Chorro o niebla (actúa por enfriamiento).

- Espuma: Especialmente indicados para líquidos (sofocación).

- Polvo seco: Actúa por sofocación.

- Gas inerte (CO₂): Actúa por sofocación y enfriamiento.

Los extintores siempre actúan sobre uno o más de los componentes del tetraedro del fuego, pero hay que elegir el adecuado según el tipo de fuego. Generalmente, el de CO₂ es el de elección para un Laboratorio de Microbiología.

Para apagar la ropa ardiendo del personal, lo mejor es utilizar la ducha de emergencia o la manta apagafuegos.

En el caso de los líquidos que arden en su superficie, se procurará usar la sofocación para evitar que se produzcan salpicaduras del líquido inflamable que arde. Muchos extintores salen a tanta presión que si inciden sobre la superficie del líquido ardiendo, pueden dar lugar a un efecto contraproducente.

Actualmente son frecuentes las quemaduras por líquidos o medios de cultivo calentados en el microondas. Jamás debe usarse éste sin tabla de tiempos o sin vigilancia. No debe utilizarse para fundir medios que contengan agar porque se producen salpicaduras fácilmente.

9.2. Riesgos biológicos

Los accidentes biológicos se producen generalmente por:

1. Inoculación accidental.
2. Heridas causadas por animales de laboratorio.
3. Ingesta accidental.
4. Derrames y salpicaduras:

Derrames en la recepción de muestras.

Salpicaduras en cara y ojos.

Salpicaduras y contacto directo.

Salpicaduras en la superficie de trabajo.

Salpicaduras fuera de la zona de trabajo.

5. Aerosoles.
6. Por el aire.
7. Deliberados y de origen desconocido.

9.2.1. Inoculación accidental

Como ya se ha comentado, están perfectamente protocolizadas y se han establecido normas de actuación en protocolos específicos de la SEIMC. Igualmente ocurre con las heridas sangrantes.

9.2.2. Heridas causadas por animales de laboratorio

Se tratarán como cualquier otra herida. Además, según la especie e historial del animal, se actuará en consecuencia.

9.2.3. Ingesta accidental

Se produce cuando se cometen errores básicos de pipeteo, por comer, beber o fumar en el área de trabajo y al ingerir erróneamente caldos dispensados en envases de refrescos o bebidas. Según el agente biológico de que se trate se acudiría al Servicio de Enfermedades Infecciosas. Se cultivaría el líquido o sólido en cuestión para aislar el microorganismo. Como emergencia, se puede utilizar una solución de carbón activado y se decidiría el inicio de tratamiento específico o profiláctico.

9.2.4. Derrames y salpicaduras

Es uno de los apartados más importantes por su frecuencia y porque las medidas a tomar son responsabilidad exclusiva del Laboratorio de Microbiología y bajo ningún concepto del personal de limpieza. El procedimiento empleado, bien protocolizado, debe estar contemplado en el Manual de Seguridad. Los derrames y salpicaduras pueden ser de muchos tipos: por pérdida de los diferentes envases, generalmente porque estén mal cerrados (ya que se supone que son los adecuados), por rotura de los mismos, vuelco, etc. y son muy frecuentes en la zona de recepción de muestras. Para actuar correctamente son muy recomendables las Estaciones de Seguridad.

Lavado. Primero se eliminan los restos groseros de cristal, plástico, agar, etc., después se lava con abundante agua y un detergente acuoso y a continuación se inicia la desinfección. Hay que tener en cuenta que cualquier sustancia orgánica (agar sangre, restos de peptona, etc.) es extraordinariamente bloqueante de la capacidad oxidativa del hipoclorito sódico y de la capacidad de actuación de los iodóforos; por ello, la norma es primero limpiar y después desinfectar.

Desinfección. Se empleará un desinfectante preferentemente líquido. Los más útiles en el laboratorio son:

1. Hipoclorito sódico. De elección para suelos, cerámica, etc. No debe usarse en superficies metálicas. Se utiliza a la dilución pertinente para conseguir 50000 p.p.m. de cloro libre. Se vierte haciendo un círculo alrededor del derrame, o mejor sobre papel absorbente, y se deja actuar 20 minutos.
2. Iodóforo. Se utiliza a la dilución indicada por el fabricante. Adecuado en superficies metálicas.
3. Alcohol etílico al 70%.
4. Productos detergentes desinfectantes. Agentes como Virkon® (peróxido tamponado con surfactante), de fácil manejo, no corrosivo, no irritante, especialmente activo en presencia de materia orgánica y que cambia de color cuando deja de ser activo.

9.2.4.1. Derrames en la recepción de muestras

Son muy frecuentes, casi siempre por estar mal cerrados los diferentes envases. Es preceptivo trabajar con guantes y cerca de una estación de seguridad. En cada caso concreto habrá que decidir si se traslada parte o todo el material a una CSB para que en la misma se pueda intentar recuperar parte del material (por ejemplo, un lote de muestras que se ha contaminado por la rotura o pérdida de una de ellas). Se desinfecta por el mismo procedimiento descrito para las superficies.

9.2.4.2. Salpicaduras en cara y ojos

Si el accidentado no lleva lentillas, lavar con abundante agua durante mucho tiempo y sólo después evacuar al Servicio de Oftalmología con la referencia del agente y con el Supervisor de Seguridad. Si lleva lentillas (lo que está formalmente prohibido), lavar con agua abundante e intentar quitárselas. Si no es posible, recurrir de inmediato al Servicio de Oftalmología.

9.2.4.3. Salpicaduras y contacto directo

Generalmente suele ser el propio accidentado el encargado de su neutralización. Si tiene dudas debe avisar al Supervisor de Seguridad. La actuación jamás se dejará en manos de personal no cualificado (personal de limpieza).

Sobre piel descubierta. Lavado con abundante agua el tiempo que sea necesario. Jamás se intentará neutralizar cáusticos con bases, ya que se genera mucho calor y las consecuencias son peores. Se deberá consultar con el Supervisor de Seguridad para medidas específicas.

Sobre la ropa. Valorar si se debe y puede cambiar o si se requiere ducha de emergencia. Proceder según el producto y la decisión del Supervisor de Seguridad.

9.2.4.4. Salpicaduras en la superficie de trabajo

a) En la Cabina de Seguridad Biológica (CSB)

1º. Riesgo alto (derrames de gran volumen y que pasan a la bandeja inferior).

A. Desinfección de la CSB.

No parar la cabina, debe continuar trabajando durante todo el proceso.

Con guantes y bata protectora, extender un desinfectante (por ejemplo, Virkon®) en cantidad suficiente para empapar toda la superficie de trabajo e inundar la cubeta inferior.

En estas circunstancias no se recomienda el uso de alcohol ya que, debido al gran volumen que se necesita, puede existir peligro de incendio.

Dejar que actúe el desinfectante antes de recogerlo todo y empezar la limpieza de la cabina. Depositar todo lo recogido en una bolsa de autoclave, incluidos los guantes utilizados y la bata protectora. Dejar funcionando la CSB durante 10 m más y, a continuación:

B. Limpieza de la CSB.

Con alcohol etílico al 70% retirando todos los restos de desinfectante.

2º. Riesgo moderado. (Salpicadura que queda limitada a la superficie de trabajo o que ha sido absorbida por el papel secante).

A. Desinfección de la CSB.

Exclusivamente de la zona de trabajo con Virkon®. A continuación se limpia.

B. Limpieza de la CSB.

Con alcohol etílico al 70% retirando todos los restos de Virkon®.

A criterio del responsable, si es necesario, se practicará una descontaminación general de la CSB, incluidos los filtros. Esta acción se realiza en función de la peligrosidad del agente y del volumen del vertido (seguir las normas de descontaminación de la CSB).

b) En la poyata de trabajo

Si hay presión negativa respecto a las áreas adyacentes:

Dar la voz de alarma para que nadie más entre en la zona, mantener la puerta cerrada y comenzar el proceso quitándose la ropa usada (desechándola en una bolsa de autoclave) y vistiéndose de acuerdo con la gravedad del accidente. A continuación:

1º. Neutralizar el derrame (toalla absorbente, polvos, papel secante, etc.), limpiar con agua y detergente la zona con el equipo de seguridad, desecharlo a bolsa de autoclave.

2º. Desinfectar la zona de trabajo (superficies metálicas con Virkon® y suelos con hipoclorito sódico) y dejar actuar durante 20 m.

3º. Limpiar la zona de trabajo.

La presión negativa da un margen de unos 30 m. para que la misma ventilación anule el peligro del aerosol formado.

Si no hay presión negativa respecto a las áreas adyacentes:

Dar la voz de alarma, empezar el proceso de vestirse con lo mínimo imprescindible e inmediatamente:

1º. Neutralizar el derrame (toalla absorbente, polvos, papel secante, etc.). Acabar de vestirse adecuadamente.

2º. Desinfectar la zona de trabajo (superficies metálicas con Virkon® y suelos con hipoclorito sódico) y dejar actuar durante 20 m.

3º. Limpiar la zona de trabajo.

9.2.4.5. Salpicaduras fuera de la zona de trabajo

Pasillos, suelos

En los pasillos se aplican las mismas medidas que en las zonas que no tienen presión negativa. En el suelo como en la poyata de trabajo y como en las zonas sin presión negativa. Se usan mochos nuevos y técnica de doble cubo, que se desecha al acabar como residuo tipo III.

Tubos rotos dentro de la centrífuga

Se exigirá siempre la presencia del Supervisor de Seguridad. En ocasiones se puede detectar el accidente antes de abrir la centrífuga, si se ha estado presente durante el proceso de centrifugación, por el cambio de ruido en el funcionamiento de la máquina. Como esto no siempre sucede, deberá existir un entrenamiento para cuando se observe el accidente al abrir la centrífuga: cerrar la centrífuga y hacer salir inmediatamente a todo el personal prescindible del área. Vestirse como en el caso de las salpicaduras (el aerosol puede ser importante), cerrar la habitación y:

1º. Desinfectar la centrífuga por fuera.

2º. Esperar 20 m.

- 3º. Abrir la centrífuga muy suavemente.
- 4º. Colocar todas las muestras no rotas en una gradilla o recipiente hermético (bolsa de autoclave) y llevarlas a una CSB para manipularlas allí.
- 5º. Limpiar, sacar los restos con guantes adecuados y meterlos en bolsas de autoclave o de tipo III. Llevar las cubetas o cestillos con Virkon® y el rotor, si es posible, al autoclave.
- 6º. Desinfectar la centrífuga por dentro con iodóforo o Virkon® y dejar actuar 20 m.
- 7º. Limpiar la cuba con alcohol etílico al 70%.

9.2.5. Aerosoles

Los aerosoles son la causa más frecuente e importante de accidente biológico y su origen es muy variado. Muchas veces pasan inadvertidos, por lo que siempre hay que dar por hecho que existen cuando se producen derrames o salpicaduras.

La mala práctica es la fuente más común de los aerosoles: enfriar asas calientes hundiéndolas en el agar, utilizar centrifugas no herméticas, centrifugar con tubos abiertos o mal cerrados, agitar cultivos con el asa dentro del tubo, pipetear con demasiada fuerza, oler las placas, etc.

Las medidas a tomar para evitar los aerosoles son cambiar los hábitos. Deben anotarse todos los incidentes y decidir con el Supervisor de Seguridad si se toman medidas de profilaxis sobre la supuesta contaminación.

En accidentes en los que se presume la formación de aerosol, proceder siempre con protección del aparato respiratorio.

9.2.6. Por el aire

Se producen por fallos en el sistema de aire acondicionado y se detectan por criterios epidemiológicos tales como el número de afectados, la coincidencia en el área de trabajo, etc. Las medidas son difíciles de implementar porque deben incluir necesariamente la revisión del sistema de aire acondicionado.

9.2.7. Deliberados y de origen desconocido

En los deliberados, sólo si el inculpado lo comunica se podrá actuar al respecto.

9.3. Fumigación

En ocasiones puede ser necesaria la descontaminación de laboratorios, cámaras frías o cabinas de seguridad biológica cuando, por ejemplo, ha ocurrido un gran derrame de material infeccioso o tras determinadas manipulaciones de mantenimiento (cambio de filtros HEPA de las cabinas). La fumigación debe ser siempre un proceso planificado y llevado a cabo únicamente por personal con la formación necesaria. El formaldehído es el producto

más empleado, existiendo varias maneras de generar sus vapores, pero teniendo todas ellas como exigencia el mantenimiento de una humedad relativa en torno al 70%.

También existen en el mercado aparatos de nebulización y vaporización de diversos desinfectantes que pueden ser una alternativa a la descontaminación con formaldehído. Estos productos presentan un espectro de actuación mucho más restringido que el formaldehído, por lo que resultan útiles más para el mantenimiento de un ambiente "limpio" en un determinado local (laboratorio, quirófano) que para una eficaz desinfección.

10. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA CLÍNICA

10.1. Generalidades

La gestión de residuos debe ser considerada como una parte muy importante de la seguridad en el Laboratorio de Microbiología. Muchos de los desechos que se generan pueden estar contaminados por microorganismos o contener sustancias químicas tóxicas y peligrosas. En menor medida, el personal del laboratorio puede estar expuesto a los efectos de las radiaciones ionizantes.

Los casos de infecciones o intoxicaciones en el laboratorio son conocidos desde antiguo, lo que hace obligada la adopción de medidas de protección para la persona que trabaja en este ámbito. La protección debe ampliarse con prácticas tendentes a preservar la salud de los compañeros de trabajo. Además, aunque la visión que aquí se pretende dar está sobre todo encaminada a la protección del personal de los laboratorios, no debemos olvidar que las actividades que en ellos se realizan pueden afectar a la salud comunitaria.

La mejor manera de racionalizar los residuos es mediante una gestión integrada cuyos pilares básicos son la minimización, la segregación y la eliminación controlada (disposición). El personal del laboratorio debe ser consciente de que la puesta en marcha de normas de buena práctica en la gestión de los residuos repercute poderosamente sobre su salud y la de los que lo rodean, a la vez que contribuye a la reducción de costes.

10.2. Clasificación de los residuos según su peligrosidad

No existe una clasificación universalmente aceptada. En nuestro ámbito, las Comunidades Autónomas disponen de reglamentaciones más o menos elaboradas, por lo general inspiradas en Directivas de la Comunidad Europea. A modo de orientación, en el cuadro que figura al final del epígrafe se ofrece un resumen de las normas legales actuales. Dicho resumen no es necesariamente exhaustivo y algunas de las disposiciones pueden

estar modificadas por normas posteriores. Se remite al lector para que contacte con sus autoridades para recabar información más precisa. Desde un punto de vista general, los residuos sanitarios, incluyendo los que se generan en un Laboratorio de Microbiología pueden agruparse en residuos inespecíficos y en residuos de riesgo o específicos. En la mayoría de las ocasiones suelen dejarse al margen los residuos radiactivos, objeto de normas muy particulares. Una clasificación aceptable podría ser:

- **Residuos inespecíficos**

- **Grupo I:** residuos sanitarios asimilables a los municipales como cartón, papel, material de oficina, basura orgánica, etc.
- **Grupo II:** residuos inertes que se generan con la actividad sanitaria, como la ropa de un solo uso manchada con sangre o secreciones, los apósitos, etc., siempre que no estén incluidos dentro de las categorías de riesgo. Implican la adopción de medidas especiales de manipulación tan sólo en el ámbito del propio centro sanitario (bolsas diferenciadas de galga superior a la habitual, etc.)

- **Residuos de riesgo o específicos**

- **Grupo III:** residuos especiales que por sus riesgos sobre la salud laboral o comunitaria requieran unas medidas especiales de prevención, recogida, almacenamiento, transporte y eliminación, dentro y fuera del ámbito sanitario. Aquí están incluidos muchos residuos que se generan en el laboratorio como, por ejemplo, los cultivos y reservas de agentes infecciosos, la sangre y hemoderivados en forma líquida, las agujas y el material punzante o cortante, los procedentes de pacientes con enfermedades infecciosas potencialmente transmisibles, los animales de laboratorio infectados, etc.
- **Grupo IV:** residuos de alto riesgo no incluidos en el grupo III y citostáticos. Están tipificados en normativas singulares y deben ser eliminados mediante procedimientos especiales. Incluyen compuestos con propiedades cancerígenas, mutagénicas, teratogénicas o de elevada toxicidad, así como al material que está en contacto con ellos. Un ejemplo en el Laboratorio de Microbiología es el bromuro de etidio, pero aquí también podríamos incluir los termómetros de mercurio, las pilas "de botón" con metales pesados, etc.

10.3. Gestión de los residuos infecciosos

10.3.1. Definición de residuo infeccioso

De una forma conceptual, podemos considerar que un residuo infeccioso es todo aquel material capaz de producir una enfermedad infecciosa. Sin embargo, a diferencia de los residuos químicos y radiactivos, los desechos infecciosos y sus riesgos asociados no pueden ser identificados de una forma objetiva. La posibilidad de contraer infecciones en el laboratorio a través de los cultivos microbiológicos desechados o tras una punción o herida accidental es algo bien conocido. No ocurre lo mismo a la hora de evaluar el riesgo que las actividades del laboratorio puedan tener sobre la salud de la comunidad. Por ejemplo, no existen evidencias epidemiológicas que asocien las infecciones en la comunidad con los residuos hospitalarios, de la misma manera que no se ha demostrado que los desechos de los hospitales tengan más capacidad infecciosa que los residuos urbanos generales. Es necesario tener en cuenta aspectos epidemiológicos como la vía de transmisión, la puerta de entrada, la virulencia del patógeno y la susceptibilidad del huésped, entre otros. A pesar de todo, la mayor extensión y gravedad de hipotéticos brotes, la alarma social que crearía y razones de tipo estético obligan a un tratamiento particularizado de los residuos infecciosos antes de ser eliminados como residuos urbanos.

10.3.2. Manual de gestión de los residuos infecciosos

Todo Laboratorio de Microbiología debería elaborar un manual o protocolo para la gestión de estos residuos, siguiendo las directrices generales contenidas en el Plan de Residuos de cada institución. Esta recomendación puede ser norma obligada en el caso de que el laboratorio pretenda certificarse o acreditarse. Entre los diferentes aspectos que debe contener dicho manual se pueden citar los siguientes:

- Estrategias de minimización de los residuos, incluyendo la reducción en origen.
- Segregación de los residuos infecciosos de los no infecciosos.
- Identificación y tipificación de los residuos infecciosos y su riesgo relativo. Algunas Comunidades Autónomas disponen de reglamentaciones que pueden ser orientativas.
- Normas de señalización, rotulación, almacenamiento y transporte.
- Plan de formación de todas las personas expuestas a estos residuos.
- Normas de actuación en caso de vertidos o roturas accidentales.
- Plan de contingencia ante el fallo de las medidas de contención habituales.

10.3.3. Manipulación de los residuos infecciosos

Residuos líquidos

La sangre, líquidos orgánicos, secreciones, etc. pueden eliminarse directamente por el desagüe con agua abundante, según aceptan diversas reglamentaciones específicas y los manuales generales. Por lo que se refiere a los líquidos infecciosos que genera el propio laboratorio, como los sobrenadantes de los cultivos, etc., es aconsejable recogerlos en un recipiente que contenga una solución de hipoclorito sódico recién preparada. Debe calcularse el volumen máximo aceptable para asegurar la eficacia del desinfectante. Luego podrían ser eliminados por los desagües. No obstante, muchos laboratorios someten a los residuos líquidos, sangre incluida, a un tratamiento en el autoclave, lo que es de mayor importancia si se trata de residuos procedentes de las áreas de micobacteriología o virología.

Residuos sólidos

Las formas más frecuentes de tratamiento de los residuos sólidos son la incineración y la esterilización por autoclave. Por lo que respecta a la incineración realizada en los propios hospitales, es una actividad cada vez más restringida, debido a la contaminación que origina en las zonas urbanas donde están implantados. Más frecuente es transferir los residuos a empresas autorizadas, lo que debe hacerse en recipientes rígidos que deberán ser transportados de forma regulada.

La esterilización en autoclave es la manera más común de tratar este tipo de residuos en el propio laboratorio que los genera. Hay que asegurarse que el ciclo del autoclave permite la esterilización en toda la masa de los residuos. Los programas para materiales limpios no sirven para los desechos, siendo aconsejable prolongar el tiempo y aumentar la presión del proceso de autoclavado. La utilización de indicadores químicos no es suficiente para el control de la eficacia, que dependerá del tipo de material, volumen, etc. Las suspensiones de esporas de *Bacillus* tampoco pueden asegurar en todas las circunstancias que el tratamiento térmico es suficiente en las zonas más internas de la masa de material a esterilizar, pues muchas veces no pueden ser colocadas en el lugar que sería apropiado. Algunos expertos recomiendan no utilizarlas, para evitar una falsa seguridad; alternativamente, consideran más apropiado el control riguroso sistemático en cada proceso (por ejemplo, registros de presión y temperatura) y el mantenimiento apropiado del autoclave.

Objetos punzantes y cortantes

Constituyen un claro riesgo de inoculación accidental de microorganismos. Todos estos materiales deben depositarse en recipientes específicos que sean resistentes a la punción y con

un cierre seguro. Una vez llenos, se depositan en los recipientes rígidos destinados a los residuos sólidos.

10.4. Gestión de los residuos químicos

Aunque los agentes químicos parecen menos importantes que los residuos infecciosos desde el punto de vista de la exposición de las personas que trabajan en el Laboratorio de Microbiología, esta apreciación no es del todo acertada. Constituyen la segunda fuente de riesgo y, cuantitativamente, sus efectos negativos deben ser tenidos muy en cuenta para adoptar medidas de prevención, no sólo para el operador sino también para los compañeros de su entorno. Además, y a diferencia de los residuos infecciosos, sí se ha demostrado que los residuos químicos tienen un efecto negativo sobre la salud comunitaria. En España sigue vigente el RD 833/88 sobre residuos tóxicos y peligrosos.

La buena gestión de estos residuos se fundamenta en los mismos principios generales ya enunciados. Esta gestión es, probablemente, una asignatura pendiente en muchos centros sanitarios y, como cabe esperar, también en los Laboratorios de Microbiología. Aunque algunas de las recomendaciones puedan parecer exageradas o difíciles de poner en práctica, muchas veces más por una falta de conciencia sobre el problema que por su dificultad intrínseca, no es menos cierto que la tendencia va en la dirección de tener que cumplir con normativas cada vez más restrictivas.

10.4.1. Protocolo de gestión de los residuos químicos

Al igual que con los residuos infecciosos, se recomienda abiertamente la elaboración de manuales, procedimientos o protocolos destinados a la gestión de los residuos químicos. Deberán ser acordes y formar parte del Plan de Gestión de Residuos de cada institución. Antes de su elaboración, debe hacerse una auditoría interna del laboratorio para identificar todos aquellos residuos peligrosos que sean susceptibles de atención. A modo de ejemplo, algunos de los aspectos a considerar en el manual podrían ser:

- Enumeración de los residuos químicos peligrosos, resultado de la encuesta previa.
- Descripción individualizada de su peligrosidad.
- Métodos para reducir su producción.
- Sistemas de eliminación controlada.
- Normas de actuación en situaciones accidentales.
- Plan de formación del personal.

10.4.2. Residuos químicos más peligrosos o habituales en el Laboratorio de Microbiología y su tratamiento

El Laboratorio de Microbiología no es un generador de grandes cantidades de residuos químicos, salvo casos concretos, aunque algunos de ellos pueden ser nocivos y peligrosos. En otras ocasiones el peligro viene por situaciones accidentales. Se recomienda disponer en la Estación de Seguridad de material absorbente inerte específico para productos químicos.

En general, el tratamiento de estos residuos por parte del propio laboratorio no suele ser aplicable por razones prácticas, siendo materia de especialistas (gestores). En ocasiones forman parte de reactivos comerciales, por lo que deben leerse con atención los prospectos y las fichas de seguridad respectivas. Las más de las veces pueden eliminarse después de un sencillo tratamiento en el propio laboratorio. Cuando no es posible, debe consultarse a las autoridades locales para su vertido controlado. Seguidamente, exponemos algunos ejemplos que pueden plantearse en el Laboratorio de Microbiología.

Ácidos inorgánicos

Salvo roturas accidentales, no suele ser frecuente tener que eliminar ácidos concentrados (HCl, HNO₃, H₂SO₄, etc.), aunque sí soluciones diluidas. Como norma aproximada, no deben eliminarse directamente aquellas soluciones cuya concentración sea mayor de 1N. Los ácidos más concentrados se diluyen con agua al 1:5 (atención con el ácido sulfúrico), se neutralizan a pH 6,8 con soluciones de hidróxido sódico, se vuelven a diluir al 1:10 en agua y ya pueden eliminarse por los desagües. Las soluciones más diluidas se neutralizan con sosa, se diluyen con agua y se eliminan.

Bases inorgánicas, sales básicas y disoluciones básicas

Rige un procedimiento paralelo al de los ácidos. Las bases y sales básicas se neutralizan con ácido sulfúrico diluido. Si son muy concentradas, se diluyen previamente con agua al 1:5. Una vez neutralizadas se vuelven a diluir con agua (1:10) y se eliminan directamente.

Fenoles

El fenol y sus derivados son irritantes y tóxicos. No deben eliminarse a través de los desagües, ni siquiera diluidos. Los procedimientos de destrucción química están fuera de las posibilidades de los laboratorios. Lo más aconsejable es separarlos en recipientes específicos y transferirlos a un gestor autorizado de residuos.

Azida sódica

Está presente en muchos reactivos comerciales como conservante. Nunca debe eliminarse directamente por desagües de plomo pues se forman derivados altamente explosivos. Además, la azida sódica es altamente tóxica y un poderoso agente mutágeno. Es conveniente contactar con las autoridades locales o gestores autorizados para recabar normas específicas, pues la destrucción química con nitrito sódico no resulta práctica en los laboratorios diagnósticos.

Aldehídos, cetonas y disolventes orgánicos

El residuo más importante dentro de este grupo que puede ser generado en el laboratorio de microbiología es el formaldehído. No debe ser eliminado directamente por los desagües. Conviene almacenarlo en recipientes seguros para luego ser eliminado de forma controlada. La destrucción con permanganato potásico es compleja. La eliminación controlada también es aconsejable para los diversos disolventes orgánicos (acetona, cloroformo, xileno y otros derivados bencénicos, etc.) utilizados en el Laboratorio de Microbiología.

Bromuro de etidio

Es un poderoso mutágeno de efecto acumulativo utilizado en técnicas de biología molecular. Deben seguirse de forma estricta los procedimientos de manipulación que eviten el contacto del usuario con esta sustancia (guantes, etc.), así como la exposición del resto de trabajadores del laboratorio. Los geles teñidos con bromuro de etidio no deben eliminarse como una basura convencional, sino a través de los sistemas de eliminación de mutágenos y citostáticos propios de cada hospital. Los tampones de electroforesis que lo contienen no deben eliminarse por los desagües, sino que deben tratarse con carbón activo (100 mg por cada 100 ml de solución), filtrar la suspensión formada a través de un filtro de papel y depositar el conjunto en el cubo de eliminación de citostáticos. Las superficies pueden descontaminarse aplicando una papilla de carbón activo: dejarla actuar, retirarla y depositar los restos en el cubo de eliminación de citostáticos.

Colorantes utilizados en las tinciones de Gram, Giemsa, Papanicolau y similares

No deben ser eliminados directamente por los desagües. Se recomienda efectuar las tinciones en cubetas que drenen sobre botellas o bidones y entregarlos a un gestor de residuos autorizado.

Tinción de auramina

Cabe aplicar las mismas recomendaciones que con las otras tinciones, si bien aquí la recomendación es más rigurosa.

Naranja de acridina

También es un mutágeno. Es recomendable almacenar los restos en recipientes adecuados y eliminarlos a través de un gestor autorizado.

Metales pesados, mercurio y compuestos organomercuriales

Se incluyen dentro de este grupo las pilas y elementos afines, para los que ya existen planes locales de recogida controlada. Por otra parte, es difícil que se generen en el laboratorio otros residuos que contengan estos metales, pero hay que recalcar que nunca deben eliminarse a través de los sistemas de desagüe.

La rotura de termómetros y manómetros puede ser una causa de exposición al mercurio. Se recomienda recoger los restos más visibles y depositarlos en un recipiente cerrado. Los menos visibles pueden recogerse con ayuda de polvo absorbente o azufre y guardar el conjunto en otro envase. Entre los derivados organomercuriales que podemos encontrar en el Laboratorio de Microbiología destaca el mertiolato. Los residuos deben ser almacenados y eliminados de forma controlada.

10.5. Residuos radiactivos

No es necesario insistir en sus peligros. En los Laboratorios de Microbiología se generan residuos radiactivos de moderada o baja intensidad, y cada vez hay mayor tendencia a sustituir las técnicas radiométricas por métodos alternativos. La eliminación debe hacerse de acuerdo con el plan específico de cada institución. La recogida y gestión de los residuos radiactivos es competencia exclusiva de la empresa ENRESA.

10.6. Recomendaciones para la manipulación de residuos

- La mejor prevención es la educación. El laboratorio deberá contar con manuales o protocolos de gestión de los residuos (biológicos y químicos), como se indica en los apartados 10.4.1. y 10.3.2. de esta monografía. Dichos documentos deberán contar con normas específicas de actuación en caso de accidentes y establecer un plan de formación del personal.
- Es obligado que todos los trabajadores del laboratorio conozcan y entiendan su contenido. El laboratorio debería entregar un ejemplar a cada nuevo trabajador en el momento de su incorporación.
- Los recipientes para desechar los residuos de riesgo o específicos (grupos III y IV) en el área de trabajo deben ser rígidos, impermeables, resistentes a ácidos y álcalis, de cierre hermético y homologados para ser incinerados. Así está ya establecido en la reglamentación de algunas Comunidades Autónomas.

- Los residuos sanitarios que genera el laboratorio deberán identificarse y segregarse en concordancia con las normas generales del Plan de Residuos de cada centro, con especial atención a los residuos grupos III y IV.
- El almacenamiento y transporte deberán hacerse en condiciones seguras. Deberán existir zonas acotadas para su almacenamiento intermedio, específicas para esta función si los residuos son de riesgo (grupos III y IV).
- El tiempo de almacenamiento en el laboratorio (almacenamiento intermedio) no debería superar las 24 h. El tiempo se cuenta una vez el recipiente se ha llenado y cerrado.
- Los recipientes con residuos nunca se apilarán o se colocarán en zonas elevadas, tanto durante su almacenamiento intermedio como durante el transporte.
- Los residuos que puedan originar tóxicos volátiles se almacenarán en un área bien ventilada.
- Deberá evitarse la proximidad de los residuos inflamables a cualquier fuente de calor. Si, además, son volátiles, se almacenarán en una habitación bien ventilada.
- El transporte fuera del laboratorio debería estar encomendado a personas con formación específica y con los medios adecuados, por lo general dentro del contexto de la gestión general de residuos de cada centro sanitario.
- Para los residuos no específicos se utilizarán bolsas diferenciadas (colores) de galga superior a 200. Si los residuos son punzantes o cortantes deberán utilizarse recipientes rígidos resistentes a la perforación cuyo volumen no supere los 2 L. Los residuos de las clases III y IV se transportan en los propios recipientes en los que se depositan. No se recomiendan recipientes de un volumen superior a los 60 L.
- El transporte puede efectuarse en carros específicamente destinados a tal fin. No se transportarán a la vez residuos de riesgo junto con residuos no específicos. Si los recipientes son los adecuados y se manipulan correctamente, no es necesario establecer circuitos especiales, aunque muchas veces sea recomendable por razones estéticas.
- Deberá evitarse originar aerosoles durante el transporte de los residuos biológicos, muy en especial de aquellos que contengan patógenos cuya vía de transmisión sea la aérea. Los recipientes que los contengan se manipularán sin hacer movimientos bruscos. Como resulta obvio, no es apropiada la utilización de bajantes para el transporte de los residuos de riesgo o específicos.

10.7. Normas de actuación en caso de accidente durante la manipulación de residuos

Los residuos deben considerarse, a todos los efectos, como un producto más del laboratorio, por lo que se aplica aquí todo indicado en los capítulos 7 (Normas de protección frente a productos químicos) y 9 (Plan de Emergencias) de esta monografía. Por lo que respecta a los accidentes con riesgo de exposición a los productos químicos contenidos en los residuos, los mayores peligros se producen por inhalación o por contacto. Los riesgos biológicos derivan de la manipulación inadecuada y se producen por inoculación accidental, rotura, derrames y salpicaduras de agentes infecciosos.

Como normas prácticas de tipo general, hay que tener presente lo siguiente:

- El vertido, rotura o cualquier otra exposición accidental a los efectos nocivos de los residuos se considera una situación que debe ser

comunicada siempre al Supervisor o al Jefe del Laboratorio. Además de una actuación racional en cada caso concreto, se persigue el identificar situaciones repetidas para introducir las medidas correctoras oportunas.

- Los residuos deben segregarse de acuerdo con sus características y sus riesgos respectivos. De esta forma, cada persona será consciente del peligro que entraña una hipotética situación accidental.
- Ante una situación de este tipo hay que procurar mantenerse sereno. Si se es consciente de un peligro grave, hay que dar la alarma para avisar al resto del personal.

Algunas disposiciones legales relacionadas con la gestión de residuos.

Comunidad	Normativa	Publicado en:
Andalucía	Decreto 283/1995 de 21 de noviembre	BOJA 9/12/1995
Aragón	Decreto 29/1995 de 21 de febrero	BOA 6/3/1995
Cantabria	Decreto 22/1990 de 7 de mayo	BOC 25/5/1990
Castilla León	Decreto 204/1994 de 15 de septiembre	BOC y L 21/9/1994
Cataluña	Decreto 300/1992 de 24 de noviembre	DOGC 30/12/1992
Cataluña	Decreto 71/1994 de 22 de febrero	DOGC 13/4/1994
Extremadura	Decreto 135/1996 de 3 de septiembre	DOE 14/9/1996
Galicia	Decreto 460/1997 de 21 de noviembre	DOGA 19/12/1997
La Rioja	Decreto 51/1993 de 11 de noviembre	BOR 16/11/1993
Madrid	Decreto 83/1999 de 3 de junio	BOCM 14/6/1999
Navarra	Decreto 181/1994 de 3 de octubre	BON 19/10/1994
Valencia	Decreto 240/1994 de 22 de noviembre	DOGV 5/12/1994
País Vasco	Decreto 313/1996 de 24 de diciembre	BOPV 21/1/1997

11. ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y ENVÍO DE MATERIAL BIOLÓGICO

11.1. Almacenamiento

El material infeccioso debería almacenarse en zonas de acceso restringido para minimizar la posibilidad de contaminación del personal o el ambiente.

El almacenamiento de material en congeladores, especialmente en los de nitrógeno líquido, presenta una problemática especial. Debido a las bajas temperaturas, si los viales que se utilizan para el envasado no son de la calidad adecuada, pueden romperse, originando el derrame del material en el nitrógeno líquido, con la consiguiente contaminación del recipiente. En el caso de que esto ocurra debe vaciarse el recipiente, dejar que el nitrógeno líquido se evapore y proceder a su limpieza y desinfección. Asimismo, cuando se maneja el material almacenado en este tipo de contenedores de congelación, siempre se deberán utilizar gafas o mascarillas de protección para evitar salpicaduras del nitrógeno líquido.

11.2. Transporte y envío

No existen regulaciones o recomendaciones específicas para el transporte seguro de microorganismos patógenos, genéticamente modificados o no. Sin embargo, si ampliamos la definición de estos organismos y los consideramos como "mercancías peligrosas" o "sustancias infecciosas", hay varios documentos internacionales relacionados con el tema, como los de la Unión Postal Universal (UPU), la Organización Internacional de Aviación (OIA) y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA).

A nivel europeo se han publicado, o van a ser publicadas próximamente, varias Directivas sobre la normativa para el transporte de mercancías peligrosas en/entre los Estados Miembros. Estas Directivas, y en general todos los documentos internacionales relacionados, están basadas en un texto único común, las Recomendaciones del Comité de Expertos de las Naciones Unidas para el Transporte de Artículos Peligrosos (UN).

Estas recomendaciones clasifican las mercancías peligrosas en varias clases, dos de las cuales están relacionadas con los microorganismos patógenos, genéticamente modificados o no: clase

6.2 (sustancias infecciosas) y clase 9 (sustancias peligrosas misceláneas y artículos). En la clase 6.2 están incluidas las sustancias que contienen, o razonablemente se espera que contengan, microorganismos viables, incluyendo bacterias, virus, rickettsias, parásitos, hongos, recombinantes híbridos o mutantes, de los que se conoce o razonablemente se cree que pueden producir enfermedad en humanos o animales expuestos a ellos.

En la clase 9 se incluyen microorganismos modificados, no peligrosos para humanos o animales, pero que podrían dar lugar a cambios en animales, plantas, sustancias microbiológicas, así como en el ecosistema. También se incluyen microorganismos peligrosos para el ambiente, los cuales deben de ser transportados en condiciones especificadas por las autoridades competentes del país de origen.

Sistema básico de embalaje. De una manera general, para el embalaje y transporte de material biológico y teniendo en cuenta las peculiaridades en función de los microorganismos, un sistema básico de embalaje se compone de:

Recipiente primario estanco, a prueba de filtraciones, etiquetado, que contiene la muestra. El recipiente debe envolverse en material absorbente.

Recipiente secundario estanco, a prueba de filtraciones, que encierra y protege el recipiente primario. Se pueden colocar varios recipientes primarios envueltos en un recipiente secundario. Se debe usar suficiente material absorbente para proteger a todos los recipientes primarios y evitar choques entre ellos.

Recipiente externo de envío. El recipiente secundario se coloca en un paquete de envío que protege al recipiente secundario y su contenido de los elementos externos, tales como daño físico y agua.

Los formularios con datos, cartas y otras informaciones de identificación de la muestra deben colocarse pegados con cinta adhesiva en el exterior del recipiente secundario.

La Guía para el transporte de sustancias infecciosas y especímenes diagnósticos, publicada por la OMS en 1997, permite un conocimiento detallado de los requerimientos específicos para las diferentes situaciones que se pueden plantear ante el envío de cualquier tipo de material biológico, algunos de los cuales se exponen a continuación:

1. Cantidad de sustancias infecciosas que pueden enviarse en un paquete.
2. Tipos de etiquetas de riesgo para sustancias infecciosas y para microorganismos genéticamente modificados.
3. Tipos de etiquetas de riesgo para microorganismos no infecciosos.
4. Etiquetas para envío con dióxido de carbono (hielo seco).
5. Información que debe figurar en la etiqueta.

6. Normas para envío con refrigerantes (dióxido de carbono y nitrógeno líquido).

7. Ejemplos de formato de los documentos de envío (los originales pueden obtenerse de la compañía transportadora).

En los vuelos internacionales está estrictamente prohibido que los pasajeros transporten sustancias infecciosas con ellos o en su equipaje de mano. Igualmente está prohibida la utilización del correo diplomático para el transporte de este tipo de material.

Otras posibilidades de transporte de material biológico incluyen el traslado de muestras dentro de un hospital o centro, de un laboratorio a otro, de un hospital a otro de la misma ciudad o a otra ciudad. Los principios en los que se basa un transporte seguro son los mismos en todos los casos y su finalidad es que la muestra no tenga ninguna posibilidad de salirse del embalaje en las circunstancias normales de transporte.

El transporte de material biológico requiere una buena colaboración entre el remitente, la compañía de transporte y el destinatario, y cada uno debe asumir sus responsabilidades para garantizar que el producto llega a su destino oportunamente y en buenas condiciones.

12. ANEXO

AGENTES BIOLÓGICOS DEL GRUPO 1

Incluye microorganismos que es improbable que causen enfermedad en trabajadores sanos.

AGENTES BIOLÓGICOS DEL GRUPO 2 Bacterias, Chlamydias, Mycoplasmas y Rickettsias

Actinobacillus spp.
Actinomadura pelletieri
Actinomyces spp.
Bacillus cereus
Bacteroides spp.
Bartonella spp.
Bordetella pertussis (V), *B. parapertussis*, *B. bronchiseptica*
Borrelia spp.
Campylobacter spp.
Cardiobacterium hominis
Chlamydia pneumoniae, *C. psittaci* (cepas no aviares), *C. trachomatis*
Clostridium botulinum (T), *C. chauvoei*, *C. difficile*, *C. haemolyticum*, *C. histolyticum*, *C. novyi*, *C. perfringens*, *C. septicum*, *C. sordellii*, *C. tetani* (T,V)
Corynebacterium diphtheriae (T,V), *C. minutissimum*, *C. pseudotuberculosis*
Edwardsiella tarda
Ehrlichia spp.
Eikenella corrodens
Enterobacter spp.

Enterococcus spp.
Erysipelothrix rhusiopathiae
Escherichia coli (excepto las cepas no patógenas)
Flavobacterium spp.
Francisella tularensis (tipo B), *F. novocida*
Fusobacterium spp.
Gardnerella vaginalis
Haemophilus spp.
Helicobacter pylori
Klebsiella spp.
Legionella spp.
Leptospira interrogans
Listeria monocytogenes
Mycobacterium spp. (excepto *M. tuberculosis*, *M. bovis* (no BCG), *M. africanum*, *M. leprae*, *M. microti* y *M. ulcerans*)
Mycoplasma spp.
Neisseria gonorrhoeae, *N. meningitidis* (V)
Nocardia asteroides, *N. brasiliensis*, *N. farcinica*
Pasteurella spp.
Peptostreptococcus spp.
Plesiomonas shigelloides
Porphyromonas spp.
Prevotella spp.
Proteus spp.
Providencia spp.
Pseudomonas aeruginosa, *Pseudomonas* spp.
Rhodococcus equi
Rickettsia spp.
Salmonella paratyphi A, B, C (V),
Salmonella spp. (excepto *S. typhi*)
Serpulina spp.
Shigella boydii, *S. dysenteriae* (excepto tipo 1), *S. flexneri*, *S. sonnei*
Staphylococcus aureus
Streptobacillus moniliformis
Streptococcus spp.
Treponema carateum, *T. pallidum*, *T. vincentii*
Ureaplasma urealyticum
Vibrio cholerae, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *Vibrio* spp.
Yersinia enterocolitica, *Y. pseudotuberculosis*

Hongos

Aspergillus fumigatus (A)
Candida albicans (A), *Candida* spp.
Cryptococcus neoformans (A)
Emmonsia parva
Epidermophyton floccosum (A)
Fonsecaea spp.
Madurella spp.
Microsporium spp. (A)
Neotestudina rosatii
Penicillium marneffeii (A)
Scedosporium apiospermum,

S. prolificans
Sporothrix schenckii
Trichophyton spp.

Virus

Adenoviridae:

Adenovirus

Arenaviridae:

Complejos virales LCM-Lassa: virus de la coriomeningitis linfocítica (cepas no neurotrópicas), virus Mopeia, otros complejos virales LCM-Lassa.
 Complejos virales Tacaribe: otros complejos virales Tacaribe.

Astroviridae

Bunyaviridae:

Virus Bunyamwera
 Virus de la encefalitis de California
 Virus Germiston
 Virus Bhanja

Hantavirus

Virus Puumala
 Virus Prospect Hill
 Otros hantavirus
 Nairovirus
 Virus Hazara
 Flebovirus
 Virus de los flebotomos
 Virus Toscana
 Otros bunyavirus de patogenicidad conocida

Caliciviridae:

Virus Norwalk
 Otros *Caliciviridae*

Coronaviridae

Herpesviridae:

Citomegalovirus
 Virus Epstein-Barr
 Herpes simplex virus tipos 1 y 2
 Herpes varicella-zoster
 Virus linfotrópico humano B (HBLV-HHV6)

Herpes virus humano 7
 Herpes virus humano 8 (D)

Orthomyxoviridae:

Virus de la influenza tipos A, B y C [V (c)]
 Ortomixovirus transmitidos por garrapatas: virus Dhori y Thogoto

Papovaviridae:

Virus BK y JC [D (d)]
 Virus del papiloma humano [D (d)]

Paramyxoviridae:

Virus del sarampión (V)
Virus de las paperas (V)
Virus de la enfermedad de Newcastle
Virus de la parainfluenza tipos 1 a 4
Virus respiratorio sincitial

Parvoviridae:

Parvovirus humano (B 19)

Picornaviridae:

Virus de la conjuntivitis hemorrágica
(AHC)

Virus Coxsackie

Virus Echo

Virus de la hepatitis A (enterovirus
humano tipo 72) (V)

Poliovirus (V)

Rinovirus

Poxviridae:

Buffalopox virus (e)

Cowpox virus

Elephantpox virus (f)

Virus del nódulo de los ordeñadores

Molluscum contagiosum virus

Orf virus

Rabbitpox virus (g)

Vaccinia virus

Yatapox virus (Tana & Yaba)

Reoviridae:

Coltivirus

Rotavirus humanos

Orbivirus

Reovirus

Rhabdoviridae:

Virus de la estomatitis vesicular

Togaviridae:

Alfavirus

Virus Bebaru

Virus Onyong-nyong

Virus del río Ross

Virus del bosque Semliki

Virus Sindbis

Otros alfavirus conocidos

Rubivirus (rubeóla) (V)

Toroviridae

Parásitos

Protozoos:

Acanthamoeba castellani

Babesia microti

Babesia divergens

Balantidium coli

Cryptosporidium spp.

Entamoeba histolytica

Giardia lamblia

Leishmania spp. (excepto *L. brasiliensis* y *L.*

donovani)

Naegleria fowleri

Plasmodium spp. humano y simico (excepto
P. falciparum)

Pneumocystis carinii

Sarcocystis sui hominis

Toxoplasma gondii, *T. spiralis*

Trypanosoma brucei brucei, *T. brucei*
gambiense

Helmintos:

Nematodos

Ancylostoma duodenale

Angiostrongylus spp.

Ascaris lumbricoides (A), *A. suum* (A)

Brugia spp.

Capillaria philippinensis

Dracunculus medinensis

Loa loa

Mansonella ozzardi

Necator americanus

Onchocerca volvulus

Strongyloides spp.

Toxocara canis

Trichinella spp.

Trichuris trichiura

Wuchereria bancrofti

Cestodos

Hymenolepis diminuta, *H. nana*

Taenia saginata

Trematodos

Clonorchis sinensis, *C. viverrini*

Fasciola hepatica, *F. gigantica*

Fasciolopsis buski

Opisthorchis spp.

Paragonimus westermani

Schistosoma haematobium, *S.*

intercalatum, *S. japonicum*, *S.*

mansonii, *S. mekongi*

AGENTES BIOLÓGICOS DEL GRUPO 3

Bacterias, Chlamydias y Rickettsias

Bacillus anthracis

Brucella spp.

Burkholderia mallei, *B. pseudomallei*

Chlamydia psittaci (cepas aviares)

Coxiella burnetii

Escherichia coli (cepas

verocitotóxicas como O157:H7 u

O103) (T)

Francisella tularensis tipo A

Mycobacterium tuberculosis (V), *M.*

africanum (V), *M. bovis* (excepto la

cepa BCG) (V), *M. leprae*, *M. microti*

(*), *M. ulcerans* (*)

Rickettsia akari (*), *R. canada* (*), *R.*

montana (*), *R. conorii*, *R. mooseri*, *R. prowazekii*, *R. rickettsii*, *R. tsutsugamushi*
Salmonella typhi [V (*)]
Shigella dysenteriae (tipo 1) [T (*)]
Yersinia pestis (V)

Hongos

Blastomyces dermatitidis
Cladophialophora bantiana
Coccidioides immitis (A)
Histoplasma capsulatum
Paracoccidioides brasiliensis

Virus

Arenaviridae:

Complejos virales LCM-Lassa: virus de la coriomeningitis linfocítica (cepas neurotrópicas)
Complejos virales Tacaribe: virus

Flexal

Bunyaviridae:

Virus Oropouche
Virus de la encefalitis de California
Virus Belgrade
Virus sin nombre (antes Muerto

Canyon)

Hantavirus

Virus Hantaan (fiebre hemorrágica de Corea)

Virus Seoul

Flebovirus

Virus de la fiebre del valle Rift (V)

Caliciviridae:

Virus de la hepatitis E (*)

Flaviviridae:

Virus de la encefalitis del valle Murray
Virus de la encefalitis de las garrapatas de Europa Central [V (*)]
Virus Absettarov
Virus Hanzalova
Virus Hypr
Virus Kumlinge
Virus del Dengue tipos 1-4
Virus de la hepatitis C [D (*)]
Virus de la hepatitis G [D (*)]
Virus de la encefalitis B japonesa (V)
Virus del bosque de Kyasamur (V)
Virus del mal de Louping (*)
Virus Omsk [V (a)]
Virus Powassan
Virus Rocio
Virus de la encefalitis de primavera-verano rusa [V (a)]

Virus de la encefalitis de St. Louis
Virus Wesselsbron (*)
Virus del Nilo occidental
Virus de la fiebre amarilla (V)

Hepadnaviridae:

Virus de la hepatitis B [V, D (*)]
Virus de la hepatitis D [V, D (b) (*)]

Herpesviridae:

Herpesvirus simiae (virus B)

Poxviridae:

Monkeypox virus (V)

Retroviridae:

Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) [D (*)]
Virus de las leucemias humanas de células T (HTLV) tipos 1 y 2 [D (*)]
Virus S1V [(h) (*)]

Rhabdoviridae:

Virus de la rabia [V (*)]

Togaviridae:

Alfavirus
Virus de la encefalomiелitis equina americana oriental (V)
Virus de la encefalomiелitis equina americana occidental (V)
Virus Chikungunya (*)
Virus Everglades (*)
Virus Mayaro
Virus Mucambo (*)
Virus Ndumu
Virus Tonate (*)
Virus de la encefalomiелitis equina venezolana (V)

Virus no clasificados

Virus de la hepatitis todavía no identificados [D (*)]

Agentes no clasificados asociados a encefalopatías espongiiformes transmisibles (TSE):

Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob [D (d) (*)]
Variante de la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (CJD) [D (d) (*)]
Encefalopatía espongiiforme bovina (BSE) y otras TSE de origen animal afines [D (d,i) (*)]
Síndrome de Gerstmann-Sträussler-Scheinker [D (d) (*)]
Kuru [D (d) (*)]

Parásitos

Echinococcus granulosus (*), *E. multilocularis* (*), *E. vogeli* (*)

Leishmania brasiliensis (*), *L. donovani* (*)
Plasmodium falciparum (*)
Taenia solium (*)
Trypanosoma brucei rhodesiense (*),
T. cruzi

Junin, virus Machupo, virus Sabia, virus Guanarito

Bunyaviridae:

Nairovirus

Virus de la fiebre hemorrágica de Crimea/Congo

Filoviridae:

Virus Marburg

Virus Ebola

Flaviviridae:

Virus Kyasanur

Poxviridae:

Variola (major & minor) virus
"Whitepox" virus (variola virus)

Virus no clasificados

Morbillivirus equino

Parásitos

Ninguno

AGENTES BIOLÓGICOS DEL GRUPO 4

Bacterias, Chlamydias, Mycoplasmas y Rickettsias

Ninguno

Hongos

Ninguno

Virus

Arenaviridae:

Complejos virales LCM-Lassa: virus de Lassa

Complejos virales Tacaribe: virus

A. Posibles efectos alérgicos.

D. La lista de los trabajadores expuestos al agente debe conservarse durante más de diez años después de la última exposición.

T. Producción de toxinas.

V. Vacuna eficaz disponible.

(*). Normalmente no infeccioso a través del aire.

"spp". Otras especies del género, además de las explícitamente indicadas, pueden constituir un riesgo para la salud.

(a) Encefalitis vehiculada por la garrapata.

(b) El virus de la hepatitis D precisa de otra infección simultánea o secundaria a la provocada por el virus de la hepatitis B para ejercer su poder patógeno en los trabajadores.

La vacuna contra el virus de la hepatitis B protegerá, por lo tanto, a los trabajadores no afectados por el virus de la hepatitis B contra el virus de la hepatitis D (Delta).

(c) Sólo por lo que se refiere a los tipos A y B.

(d) Recomendado para los trabajos que impliquen un contacto directo con estos agentes.

(e) Se pueden identificar dos virus bajo este epígrafe: un género "buffalopox" virus y una variante de "vaccinia" virus.

(f) Variante de "cowpox".

(g) Variante de "vaccinia".

(h) No existe actualmente ninguna prueba de enfermedad humana provocada por otro retrovirus de origen símico. Como medida de precaución, se recomienda un nivel 3 de contención para los trabajos que supongan una exposición a estos retrovirus.

(i) No hay pruebas concluyentes de infecciones humanas causadas por los agentes responsables de las TSE en los animales. No obstante, para el trabajo en laboratorio se recomiendan medidas de contención para los agentes clasificados en el grupo de riesgo 3 (*) como medida de precaución, excepto para el trabajo en laboratorio relacionado con el agente identificado de la tembladera (*scrapie*) de los ovinos, para el que es suficiente un nivel 2 de contención.

32. The World Health Organization (WHO).
"Guidelines for the Safe Transport of Infectious
Substances and Diagnostic Specimens". 1997.
33. The World Health Organization (WHO).
"Laboratory Biosafety Manual". 1993.