

AGENTES BIOLÓGICOS

Dr. Arturo Canga Alonso

Especialista en Medicina del Trabajo y Técnico Superior de Prevención
Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Universidad de Oviedo

I.- MARCO LEGAL

- Real Decreto 664/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo y modificación posterior por Orden de 25/3/98 (BOE de 30/3).
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Cuadro de Enfermedades Profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Ley 31/95, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/97 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 822/1993 de 28 de mayo sobre: Buenas prácticas de laboratorio BPL
- Real Decreto 2043/1994 de 14 de Octubre: Inspección y verificación de las BPL

II.- INTRODUCCIÓN

Entendemos como **riesgo biológico laboral** “aquel que puede generar peligros de infección, intoxicación o alergia sobre el trabajador derivado de la actuación de **contaminantes biológicos**”¹, entendiéndose como tales los “*microorganismos, incluyendo los que han sufrido manipulaciones genéticas, los cultivos de células y los endoparásitos humanos multicelulares*”².

Se entiende por **contaminación biológica** “*la invasión de un área, superficie o lugar por microorganismos o sustancias indeseables*”, que resulta de una desaparición o ausencia de protección apropiada frente a la recepción del material contaminado; de su tratamiento en el laboratorio y de la manipulación directa o indirecta de los objetos contaminados³. El poder de contaminación depende del grado de virulencia del microorganismo y el de infección depende, a su vez de la resistencia de cada individuo.

El hecho de que los contaminantes biológicos sean seres vivos y por tanto capaces de reproducirse y que en una misma especie bacteriana existan cepas con distinto poder patógeno o que factores tales como la temperatura y la humedad ambientales puedan condicionar su presencia no permite establecer unos “*valores máximos permitidos*” generalizados y válidos para cualquiera que sea la situación problema planteada.

Algunos aspectos de las técnicas que se emplean en los laboratorios de investigación son susceptibles de aumentar los riesgos de contaminación de los manipuladores por lo que en tal caso, deben incrementarse los niveles de protección teóricamente determinados por la clase de microorganismo. En este caso, es el responsable del laboratorio quien debe tomar la iniciativa del cambio de clasificación y de sus consecuencias para la prevención del personal; estas modificaciones deben ser aprobadas por los miembros del laboratorio (Comité de Seguridad y Salud, en su caso) el médico de empresa y los técnicos del servicio de prevención.

Son **factores que pueden incrementar el riesgo**³:

- La presencia de numerosas personas en el laboratorio, con múltiples idas y venidas.
- La experimentación animal.

- La manipulación de cultivos celulares.
- La multiplicidad de agentes con diferente potencial patógeno.
- La manipulación de cepas resistentes a los antibióticos y de esporas (levaduras, hongos y bacterias), que son las formas de resistencia de los microorganismos.
- La producción de grandes cantidades de toxinas purificadas.
- La manipulación de grandes volúmenes o concentraciones de microorganismos: Si el inóculo es importante, puede desbordar las defensas inmunitarias, incluso en un individuo correctamente vacunado y, especialmente, en el caso de gérmenes que son infecciosos con poca cantidad de unidades infectantes, como por ejemplo la *Salmonella tyhi*. Debe tenerse en cuenta que ninguna protección biológica es absoluta; la vacunación no hace más que reforzar las defensas inmunitarias específicas del individuo.
- La producción de aerosoles, entendiendo cómo tales, de acuerdo con HERNÁNDEZ, A.⁴ **“los contaminantes ambientales de procedencia biológica (bioaerosoles) constituidos por las partículas, las moléculas de tamaño grande o los compuestos orgánicos volátiles que están vivos o que proceden de un organismo vivo”**. En los bioaerosoles se pueden encontrar microorganismos (cultivables, contables), microorganismos muertos y fragmentos, toxinas y partículas producto de los desechos de todo tipo, cuyo origen es la materia viva. Su tamaño oscila desde un diámetro inferior a 0,1 µm a más de 100 µm, debiendo darse para su producción las siguientes condiciones:
 - Presencia de un reservorio
 - Capacidad de diseminación
 - Proceso de amplificación

considerándose operaciones generadoras de aerosoles las siguientes:

- Pipeteo, apertura de recipientes
- Centrifugación de muestras biológicas
- Flameado de asas, agitación, trituración

El riesgo de contaminación por aerosoles está en función del tamaño de las partículas emitidas, de su sedimentación más o menos rápida, de la viabilidad del microorganismo en el aire, de la concentración del cultivo y, finalmente, del volumen del aerosol formado.

Procede, en este momento, establecer las definiciones contempladas en el **artículo 2** del Real Decreto 664/1997⁵ como sigue:

- ❖ **Agentes biológicos:** Son microorganismos con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección alérgica o toxicidad.
- ❖ **Microorganismo:** Es toda entidad microbiológica celular o no, capaz de reproducirse o de transferir material genético.
- ❖ **Cultivo celular:** Es el resultado del crecimiento “in vitro” de células obtenidas de organismos multicelulares.

III.-CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS AGENTES BIOLÓGICOS

1. Características de los agentes biológicos más comunes².

Virus

Son las formas de vida más simples, están constituidas únicamente por material genético: ADN (Acido desoxirribonucleico) o ARN (Acido ribonucleico) y una cápside o cubierta protéica.

Son parásitos obligados es decir, precisan de un huésped para poder reproducirse.

La infección la llevan a cabo inyectando su material genético en las células del huésped. Una vez en su interior se sirven de la maquinaria biológica del huésped para producir copias de si mismos hasta lograr su total recomposición y en un número tal que rompe las membranas celulares pasando así a infectar nuevas células.

Bacterias

Son organismos más complejos que los virus y a diferencia de ellos son capaces de vivir, en un medio adecuado, sin la necesidad de un huésped para completar su desarrollo. De todos modos un buen número de ellas son patógenas para el hombre.

Es de destacar la capacidad de elaborar esporas que presentan algunas bacterias. Las esporas no son más que formas de vida resistentes a condiciones adversas. Pueden resistir durante años incluso, altas temperaturas, sequedad, falta de nutrientes, etc. recuperando su estado normal y capacidad infectiva al entrar en contacto con un medio adecuado para su desarrollo.

Protozoos

Son organismos unicelulares siendo algunos de ellos parásitos de los vertebrados. Su ciclo vital es complejo, necesitando, en algunos casos, de varios huéspedes para completar su desarrollo. La transmisión de un huésped a otro la realizan habitualmente insectos.

Hongos

Son formas complejas de vida, que presentan una estructura vegetativa denominada micelio que está formada por **hifas** (estructuras filiformes por las que circula el citoplasma plurinucleado). Esta estructura vegetativa surge de la germinación de sus células reproductoras o esporas. Su hábitat natural es el suelo, pero algunos componentes de este grupo son parásitos tanto de hombres y animales como de vegetales.

Helmintos

Son organismos pluricelulares con ciclos vitales complejos y con diversas fases en su desarrollo. Así, es frecuente que completen cada una de sus fases de desarrollo (huevo-larva-adulto) en diferentes huéspedes (animales/hombre), y que la transmisión de un huésped a otro sea realizada por diferentes vectores (agua/alimentos/insectos/roedores).

Artrópodos

Son organismos pluricelulares con ciclos vitales complejos y con diversas fases en su desarrollo, (huevo/larva/adulto), fases que pueden ser completadas en diversos huéspedes siendo transmitidas de unos a otros por varios vectores. Algunas especies de artrópodos son endoparásitos, es decir, atraviesan la superficie del cuerpo. Otras especies no penetran en el organismo sino que viven temporalmente sobre él, pudiendo causar el efecto adverso para la salud al inocular en el huésped toxinas que producen diversas modificaciones patológicas.

2. Factores que pueden influenciar la acción de los agentes biológicos

La supervivencia, reproducción y dispersión al aire de los contaminantes biológicos depende, en gran medida, de las condiciones del entorno en que se encuentran; y así, factores tales como la **temperatura**, la **humedad relativa**, el **movimiento del aire**, la **luz**, las **fuentes de alimento** van a determinar el grado en que los contaminantes biológicos se encontrarán en un ambiente.

En general, las temperaturas bajas inhiben el crecimiento de muchos microorganismos; no obstante, algunos de ellos (por ejemplo, mohos y levaduras), se desarrollan bien en ambientes fríos. Otras especies microbianas (por ejemplo, *Aspergillus*, *Legionella pneumophila*, etc.) alcanzan su desarrollo óptimo a temperaturas elevadas.

Los ambientes muy húmedos favorecen el desarrollo de los hongos, de las bacterias y de los ácaros del polvo doméstico. El movimiento del aire contribuye al transporte, mantenimiento y paso al aire de los contaminantes biológicos procedentes del exterior o contenidos en un reservorio del interior.

El grado y tipo de luz también pueden favorecer o inhibir el desarrollo de los microorganismos. Por ejemplo, la luz ultravioleta inhibe dicho crecimiento y la ausencia de luz impide la formación de esporas de algunos hongos (*Alternaria* sp.).

Los organismos vivos precisan de nutrientes para su supervivencia y desarrollo; éstos son muy variados pero, resumiendo, se podría decir que el agua y la materia orgánica son los dos recursos principales de que se sirven estos organismos para vivir.

Una vez que los microorganismos se han asentado en un substrato (reservorio) e iniciado su desarrollo (amplificación), su paso al aire (diseminación), estará condicionado por varios factores, como pueden ser: su arrastre provocado por el movimiento del aire, de las personas o de la maquinaria; la alteración del reservorio debida principalmente, a obras de demolición, al movimiento de tierras o a las operaciones de limpieza.

3. Vías de entrada

La exposición y subsiguiente infección de un individuo por un agente biológico puede tener lugar por varias vías:

- A través del *aparato respiratorio*, con un poder epidemiológico importante, como por ejemplo el bacilo de Köch (también puede serlo por vía digestiva), el de la difteria, el *citomegalovirus*, los *rinovirus* y las esporas de hongos.
- A través de la *piel o de las mucosas*. Esta penetración se ve muy favorecida si el estado de integridad de la piel es deficiente, existiendo cortes y heridas.
- A través del *aparato digestivo* (enterovirus, enterobacterias, helmintos y protozoos), por una inadecuada limpieza de las manos, onicofagia, consumir bebidas y comidas y fumar en el lugar de trabajo. El virus de la hepatitis A, por ejemplo, se transmite principalmente por la vía fecal-oral, a través de alimentos y bebidas contaminadas al ser excretado por el organismo por vía fecal.
- *Vía parenteral* generalmente de forma accidental como sucede con los arbovirus, *Brucella* y el virus causante de la rabia, entre otros, a través de pinchazos con agujas o bisturíes contaminados con sangre de pacientes infectados, en partes de la piel donde existan pequeños cortes o abrasiones y por contacto con las prendas o equipos contaminados con sangre fresca.
- *Por vía ocular (conjuntiva)*. La contaminación se produce por la proyección de aerosoles (salpicaduras) infectados sobre la mucosa ocular, a través de los oculares de los microscopios u otros aparatos ópticos contaminados, así como por la proyección de gotas de medios de cultivo infecciosos.
- *Por vectores específicos* en la transmisión de determinados gérmenes, como por ejemplo arbovirus, protozoos, se hace posible que resulten infectados individuos de la población general. Estos vectores, esenciales para la multiplicación y mantenimiento de algunos gérmenes, hacen posible su transmisión indirecta.

4. Principales procesos transmisibles según sus vías de entrada.

Nos limitaremos a considerar solamente las vías mas habituales^{6,7}.

4.1. Procesos transmitidos por vía aérea:

4.1.1. Procesos a partir de animales:

- a) Víricos: enfermedad de Newcastle, enfermedades por Poxvirus, Enterovirus y Arbovirus.
- b) Bacterianos: brucelosis.

4.1.2. *Propagación aérea de virus por aerosoles en los laboratorios*, además de la transmisión a partir de animales de laboratorio enfermos, de las inoculaciones accidentales y del contacto con especímenes contaminados.

4.1.3. *Contagios interhumanos, desde pacientes atendidos por trabajadores sanitarios o a partir de compañeros de trabajo:*

- a) Viriasis de pacientes asistidos en hospitales hacia al personal que los atiende. Especial riesgo suponen las viriasis de las enfermedades exantemáticas para las mujeres, por los efectos que pueden producirse sobre el feto en caso de gestación.
- b) Entre los procesos bacterianos destaca la tuberculosis por inhalación entre profesionales sanitarios.

4.1.4. *Inhalación de polvo con hongos, sin que necesariamente haya una fuente animal o humana de partida:* reacciones de hipersensibilidad alérgica a esporas.

4.2. Procesos transmitidos por contacto cutáneo o heridas en la piel

4.2.1. *Por heridas e inoculaciones producidas por animales.*

- a) Víricos: rabia, enfermedad por arañazo de gato.
- b) Bacterianos: tétanos.

4.2.2. *Por contacto directo o por agresiones de animales:*

- a) Víricos: enfermedad por arañazo de gato, nódulo de los ordeñadores.
- b) Bacterianos: introducidos a través de lesiones cutáneas contaminadas: brucelosis.
- c) Dermatofitosis o tiñas, por hongos superficiales.
- d) Procesos parasitarios: equinococosis o quiste hidatídico y toxoplasmosis.

4.2.3. *Procesos de origen animal mediados por materiales contaminados:*

- a) Bacterianos: tétanos, leptospirosis.
- b) Dermatofitosis.

4.2.4. *Por contacto con el agua o la tierra (aparte de varias del grupo anterior):*

- a) Inoculación de hongos de ubicación subcutánea a partir de la tierra, micetoma, esporotricosis y cromoblastomicosis.
- b) Enfermedades parasitarias debidas a gusanos: esquistosomiasis o prurito del nadador, anquilostomiasis, ascaridiasis.

4.2.5. *Transmitidos por artrópodos:*

- a) Ya de por si constituyen enfermedad las agresiones de los ácaros, niguas y garrapatas, en forma de ectoparásitos.
- b) Procesos bacterianos: fiebre botonosa mediterránea y fiebre maculosa de las Montañas Rocosas (debidas a Rickettsias), turalemia, peste.

4.2.6. *A partir de reservorios o fuentes humanas:*

- a) Víricos: hepatitis víricas tipos B y C, infección por VIH.
- b) Bacterianos, por dermatitis escoriativas, heridas y abrasiones de la piel, contaminada, por lo general, por estafilococos y estreptococos, micobacterias a modo de lesión local cutánea.
- c) Procesos por hongos: dermatofitosis de reservorios humanos con manifestaciones variadas (pie de atleta, localizaciones en uñas, inguinal, cuerpo, cuero cabelludo, etc.), candidiasis.

4.3. **Patógenos transmitidos por la sangre**

Nos referiremos exclusivamente al VIH, VHB y VHC y de acuerdo con MARTÍ SOLÉ y cols.⁷ los colectivos laborales que pueden verse mas expuestos se establecen en la siguiente lista abierta, que podrá ser objeto de revisión cuando se disponga de nuevos criterios de valoración del riesgo:

- **Profesionales de la salud y trabajadores que realizan su actividad laboral en las instituciones de la red sanitaria:** Bancos de Sangre, centros de atención primaria, Hospitales, cuidado de la salud a domicilio.
- **Trabajadores de instituciones cerradas:** Cárceles, centros de rehabilitación de toxicómanos, centros de acogida.
- **Trabajadores que pueden prestar primeros auxilios:** Socorristas, agentes de seguridad, bomberos, conductores de ambulancias.
- **Trabajadores de diferentes profesiones:** Trabajadores de centros docentes con riesgo puntual, investigadores y científicos, forenses, funcionarios de aduana, empleados de los servicios funerarios, lavanderías, limpieza doméstica, viaria, edificios públicos, trabajadores de alcantarillas, empleados de recogida de basuras especialmente sanitarias.

5. **Clasificación de los agentes biológicos**

De acuerdo con lo establecido en el **artículo 3** del ya mencionado Real Decreto⁵ y con MARTÍ SOLÉ y cols.³; HERNÁNDEZ, A.⁴ y CONSTANS AUBERT⁸ podemos clasificar los agentes biológicos en función del riesgo de infección, en los **4 grupos** que aparecen en la tabla siguiente:

| CATEGORÍA | DEFINICIÓN | EJEMPLOS |
|-----------|---|--|
| GRUPO 1 | Agente biológico que resulta poco probable que cause enfermedad en el hombre | La clasificación comunitaria no incluye los agentes biológicos del grupo 1. El hecho de que un agente biológico no esté clasificado en los grupos de riesgos 2 a 4 de esta clasificación no significa que estén implícitamente clasificados en el grupo 1. |
| GRUPO 2 | Agente patógeno que reúne las siguientes características: * puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, es poco probable que se propague a la colectividad, existen generalmente profilaxis o tratamientos eficaces | Bacterias: Legionella pneumophila Virus: virus de la gripe Hongos: Penicillium sp. |
| GRUPO 3 | Agente patógeno que: *pueda causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, existe el riesgo de que se propague a la colectividad, pero existen generalmente profilaxis o tratamientos eficaces. | Bacterias Mycobacterium tuberculosis. Virus: virus de la Hepatitis B Hongos: Histoplasma capsulatum |
| GRUPO 4 | Agente patógeno que: * causa una enfermedad grave en el hombre y suponga un serio peligro para los trabajadores, existen muchas probabilidades de que se propague en la colectividad, no existen generalmente profilaxis o tratamiento eficaces. | Bacterias: No hay ninguna clasificada en este grupo. Virus:virus de Ebola Hongos: No hay ninguno clasificado en este grupo. |

El **Anexo II** presenta una lista de agentes biológicos de los grupos 2,3, ó 4 proporcionando, además las siguientes indicaciones adicionales bajo la consiguiente simbología:

A: posibles efectos alérgicos.

D: la lista de los trabajadores expuestos al agente debe conservarse durante más de 10 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.

V. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS PROCESOS DE ORIGEN BIOLÓGICO EN EL MEDIO LABORAL.

Los procesos transmitidos en el medio profesional suelen vehicularse por estos mecanismos⁶:

1. En muchas ocasiones son *zoonosis*, enfermedades condicionadas por la existencia de un animal superior que hace el papel de huésped, a partir del cual se propagan al nuevo huésped que es el trabajador que tiene algún tipo de relación con ese animal o sus productos derivados.
2. En muchos casos, aunque no siempre las *zoonosis* se propagan por *artrópodos* que actúan como vectores o huéspedes intermediarios entre el animal y el trabajador, tomando el agente del primero e inoculándolo en el segundo.
3. En otras ocasiones se trata de una transmisión a partir de otros *seres humanos* huéspedes del agente en cuestión. Fundamentalmente la transmisión se produce por medio del aire o por utensilios o dispositivos de

uso personal y de uso compartido. Los contagiantes pueden ser compañeros de trabajo portadores del agente aunque aparentemente sanos y otras veces personas enfermas atendidas por los mismos trabajadores.

4. Otra fuente de riesgos es la *manipulación de productos contaminados*, llegando los seres vivos al organismo del manipulador por contacto, heridas o simple desprendimiento al aire ambiente.

Se encuentran especialmente predispuestos a sufrir enfermedades infecciosas y parasitarias aquellos que no están previamente inmunizados, como es el caso de trabajadores procedentes de zonas geográficas diferentes a aquellas a las que fueron a desarrollar su trabajo, y que por ello no tuvieron ocasión hasta entonces de contactar con el agente e inmunizarse.

Las reacciones tóxicas y alérgicas pueden producirse cuando el operario se expone a los productos causantes en lugares como laboratorios, factorías que procesan productos orgánicos o en el medio agropecuario.

También en el trabajo agrario y con animales es donde se da la ocasión a agresiones animales.

VI. PATOLOGÍA LABORAL PRODUCIDA POR AGENTES BIOLÓGICOS

Procede en este momento hacer referencia al Anexo I del Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre⁹ en el que se establece el **Cuadro de Enfermedades Profesionales**, clasificando en el Grupo 3 las causadas por Agentes Biológicos en cuatro grupos, como sigue:

1. *Enfermedades infecciosas causadas por el trabajo de las personas que se ocupan de la prevención, asistencia médica y actividades en las que se ha probado un riesgo de infección (excluidos aquellos microorganismos incluidos en el grupo 1 del R.D. 664/1997, de 12 de mayo regulador de la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo).*
2. *Enfermedades infecciosas o parasitarias transmitidas al hombre por los animales o por sus productos y cadáveres.*
3. *Paludismo, amebiasis, tripanosomiasis, dengue, fiebre amarilla, fiebre papataci, fiebre recurrente, peste, leishmaniosis, pian, tifus exantemático, borrelias y otras rickettsiosis.*
4. *Enfermedades infecciosas y parasitarias no contempladas en otros apartados: micosis, legionella y helmintiasis.*

Las **actividades** consideradas **con riesgo biológico** que aparecen en el **Anexo I** del Real Decreto⁵ que estamos considerando y son las siguientes:

- Trabajos en centros de producción de alimentos.
- Trabajos agrarios.
- Actividades en las que existe contacto con animales o con productos de origen animal.
- Trabajos de asistencia sanitaria, comprendidos los desarrollados en servicios de aislamiento y de anatomía patológica.
- Trabajos en laboratorios clínicos veterinarios, de diagnóstico y de investigación, con exclusión de los laboratorios de diagnóstico microbiológico.
- Trabajos en unidades de eliminación de residuos.
- Trabajos en instalaciones depuradoras de aguas residuales.

VII. EL RIESGO BIOLÓGICO EN EL AMBITO SANITARIO – INVESTIGACION BIOLÓGICA.

Como punto de partida estableceremos algunas definiciones¹⁰:

- *Fuente*: Persona potencialmente infectada por alguno de los agentes patógenos transmisibles.
- *Trabajador sanitario*: Cualquier persona cuyo trabajo, retribuido o no, se desarrolla en el campo de la atención sanitaria, en contacto directo con el paciente, con tejidos o fluidos corporales, o con aparatos, equipos o superficies posiblemente contaminados; incluye pues personal médico, de enfermería, técnico y auxiliar y personal de farmacia tanto en hospitales y consultas como en laboratorio, así como limpiadores, celadores, estudiantes, familiares del enfermo y colaboradores voluntarios de organizaciones no gubernamentales.
- *Exposición ocupacional (EO)*: Acto de exponer (se) un trabajador sanitario, en su ocupación laboral, al contacto con sangre, tejidos o fluidos potencialmente contaminados con VIH, VHB o VHC, a través de una lesión percutánea (pinchazo o corte), o de mucosas o piel (intacta o no).

Son considerados como fluidos potencialmente infecciosos, además de la sangre, el líquido cefalorraquídeo, el pleural, el peritoneal, el pericárdico, el amniótico y el sinovial. La saliva, el esputo, el sudor, las lágrimas, la orina, las heces y el vómito no son considerados como potencialmente infecciosos, a menos que sean claramente hemáticos¹⁰.

Los laboratorios que, por su función, aíslan, caracterizan o estudian cepas de bacterias o de virus, conocen los riesgos a que están expuestos como ocurre con los laboratorios de microbiología. Este conocimiento de los riesgos permite la adquisición de material apropiado, el diseño de procedimientos seguros y la formación técnica específica de los trabajadores, tanto la permanente como la de los recién llegados al laboratorio. Todo ello minimiza los factores de riesgo, aunque por descontado, no los elimina totalmente ya que todas las tareas que se realizan en los laboratorios de microbiología desde la recepción de muestras hasta la eliminación de éstas o de sus cultivos entrañan *riesgos de infección* para el personal que manipula estos materiales y, a veces para el resto del personal del establecimiento si bien estos no son iguales para todo el personal, afectándose más frecuentemente enfermeras, técnicos de laboratorio y facultativos, ni en todos los laboratorios dependiendo de la peligrosidad de los gérmenes con que trabajen¹¹.

a. Laboratorios de análisis clínicos

En este tipo de laboratorios podemos encontrar exposición a riesgos biológicos inesperados, ya que cualquier muestra biológica que reciben puede ser portadora de cualquier agente biológico. La variedad de muestras y el proceso de su clasificación pueden provocar un aumento del riesgo de infección si no se trabaja con las precauciones adecuadas. Por esto es muy importante sentar el principio de que *todas las muestras biológicas deben manejarse como si fueran infecciosas*.

b. Laboratorio clásico de bacteriología

Se entiende como tal aquel en donde se realizan básicamente trabajos de diagnóstico, aislamiento y producción bacteriana.

Se pueden distinguir dos tipos de laboratorios:

- ❖ *Laboratorios de investigación que tratan agentes infecciosos enteros e intactos:*

Para evaluar los posibles riesgos es necesario conocer la secuencia de manipulación. Los **riesgos** que nos podemos encontrar son:

- Proyecciones al flamear el asa de platino y durante la congelación-descongelación.
- Ruptura de la cadena de esterilidad con el consiguiente riesgo de contaminación, debiendo tenerse particular atención en la manipulación con los tipos de centrifugas, los tubos utilizados, el aislamiento de la sala, los métodos de apertura de centrifugas y tubos, etc.
- Los aerosoles

El peligro de contaminación bacteriológica desaparece en el momento de la *esterilización* del residuo, siempre que se haga correctamente.

- ❖ *Laboratorios que no utilizan agentes infecciosos intactos:* Pueden aparecer otros riesgos como:
 - Los ligados a las técnicas clásicas del estudio bioquímico de las proteínas, en particular a las toxinas bacterianas.
 - El ligado a la infectividad de los ácidos nucleicos virales purificados.

c. Laboratorios no expertos en microbiología.

- ❖ *Ingeniería genética y biotecnología*

Hay que tener en cuenta que se trata de laboratorios en principio no especializados en la manipulación de agentes patógenos.

Los **factores de riesgo** se podrían resumir en los 2 grupos siguientes:

- Investigación de células aptas para la producción de alguna sustancia en particular, pudiendo tratarse de bacterias, virus, hongos o bien de cultivos de células vegetales, animales o humanas.
 - Utilización de vectores muy potentes a menudo derivados de virus oncogenes.
- ❖ *Otros laboratorios en los que la actividad que se realiza no entraña la intención deliberada de manipular o utilizar agentes biológicos como son:*
 - Laboratorios de análisis.
 - Laboratorios relacionados con centros de producción de alimentos y productos de origen animal.
 - Laboratorios relacionados con trabajos agrarios.
 - Laboratorios veterinarios.
 - Laboratorios relacionados con la eliminación de residuos.
 - Laboratorios de instalaciones depuradoras de aguas residuales.
 - Laboratorios de Anatomía patológica y relacionados.

d. Experimentación animal

Pueden ser clasificados en 2 grupos según su origen:

- i. Los procedentes de los propios animales, portadores de una contaminación y
- ii. Los resultantes de la investigación realizada con estos animales.

Se suelen derivar de la ruptura en la esterilidad en los procesos de trabajo a diversos niveles:

- Durante la inoculación de los animales mediante jeringas y agujas con riesgo de pinchazos, proyecciones o formación de aerosoles.
- Ligados al propio animal contaminado: zarpazos, mordeduras, expectoraciones, etc.
- A partir de animales no inoculados pero portadores de parásitos, virus o bacterias.
- Ligados a la manipulación de desechos, deyecciones, establos contaminados, jaulas, etc.
- Desconocimiento de la forma de contaminación del animal al hombre.

Debe considerarse tanto las enfermedades de los animales transmitidas al hombre como la alergia a animales de experimentación con prevalencias entre el 10 y 35% de los trabajadores de laboratorio.

e. Riesgos relacionados con los cultivos celulares

Pueden afectar tanto a los propios trabajadores como a su entorno creando así nuevos problemas. Se pueden citar los siguientes riesgos:

- Uso de medios de cultivo, factores de crecimiento o sueros.
- Los asociados a la extracción de las células de los organismos y los derivados de las consecuencias de la conservación de las cepas.

Una vez revisados, someramente los riesgos biológicos en distintos tipos de laboratorios estamos en condiciones de presentar en la Tabla 1, la clasificación de laboratorios por niveles de riesgo².

| Grupo de riesgo | Clasificación del laboratorio | Ejemplos de laboratorio | Ejemplos de microorganismos |
|---|--|--|--|
| I. Escaso riesgo individual y comunitario | Básico | Enseñanzas básicas | Bacillus subtilis Escherichia coli K12 |
| II. Riesgo individual moderado y comunitario limitado | Básico (con cámaras de bioseguridad o si es necesario, otros dispositivos apropiados de protección personal o contención física) | Servicios primarios de salud, hospital de nivel primario, consultorios de médicos, laboratorio de diagnóstico, enseñanza universitaria, laboratorio de salud pública | Salmonella typhi Virus de la Hepatitis B <i>a</i>) Mycobacterium tuberculosis <i>b</i> Virus CML |
| III. Riesgo individual elevado y comunitario escaso | Contención | Laboratorios de diagnóstico especializados | Brucella spp. Virus de la fiebre de Lassa Histoplasma capsulatum |
| IV. Elevado riesgo individual y comunitario | Contención máxima | Laboratorios que trabajan con agentes patógenos peligrosos | Virus de Marburg Virus de la fiebre aftosa |

a-Cuando se utilizan grandes cantidades o concentraciones elevadas o cuando las técnicas conllevan la producción de aerosoles, éstos y otros agentes deben trasladarse al Grupo de Riesgo III.
b-Comprende laboratorios de investigación en el nivel apropiado del grupo de riesgo

Tabla 1: Clasificación de laboratorios por niveles de riesgo¹²

VII. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

Para evaluar el riesgo de biocontaminación deben tenerse en cuenta esencialmente las características del microorganismo que se está manipulando como son³:

Patogenicidad y virulencia

Los microorganismos **patógenos** son aquellos que son capaces de producir una enfermedad y **virulencia** es el número mínimo de gérmenes necesarios para producir una infección en un organismo sano (inmunocompetente). Son ejemplos de diferentes niveles de virulencia los siguientes: los arbovirus responsables de la encefalitis infectan con una unidad (un virus es suficiente para producir una patología), mientras que en la tularemia, causada por *Francisella tularensis*, son necesarias 10 unidades infectantes para aparecer clínicamente la enfermedad, y para que se produzca la salmonelosis de los mineros, se necesitan 105 unidades para producir la infección.

Estabilidad biológica

Capacidad de mantenerse en el ambiente y resistencia a la desecación, al calor, al frío y a los antisépticos. Por ejemplo el virus de la hepatitis B puede

sobrevivir varias semanas en el ambiente y resiste el calor hasta 60° C durante 10 horas.

Formas de transmisión

Ya tratado con anterioridad al hablar de vías de entrada.

Endemicidad

Grado de implantación de ciertas enfermedades infecciosas en determinadas áreas geográficas y épocas fijas.

Posibilidades de tratamiento:

Así mismo, hay que considerar la posibilidad de tratamiento eficaz, que es más difícil para las infecciones víricas que para las bacterianas; si bien, actualmente existe vacunación efectiva frente un importante número de gérmenes.

Hechas estas consideraciones y retomando la legislación vigente, es claro que *la evaluación de riesgos constituye una obligación del empresario* según establece el **artículo 16** de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales¹³ que en el caso que nos ocupa se recoge en el **Artículo 4** (1, 2 y 3) del mencionado Real Decreto⁵ que se reproduce y comenta a continuación.

Artículo 4. Identificación y evaluación de riesgos.

1. De acuerdo con lo dispuesto en el **Artículo 2 del Real Decreto 39/1997**, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, identificados uno o más riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, se procederá, para aquellos que no hayan podido evitarse, a evaluar los mismos determinando la naturaleza, el grado y duración de la exposición de los trabajadores.

Cuando se trate de trabajos que impliquen la exposición a varias categorías de agentes biológicos, los riesgos se evaluarán basándose en el peligro que supongan todos los agentes biológicos presentes.

La identificación y evaluación del riesgo por exposición a agentes biológicos conlleva una serie de estudios y actuaciones que se pueden agrupar en dos etapas sucesivas:

- Identificación teórica de los riesgos, lo que supone la recogida general de información científica.
- Evaluación de los puestos de trabajo con riesgo y de los trabajadores expuestos.

Dada la gran influencia de las características individuales del trabajador la evaluación de puestos de trabajo, como grupos “homogéneos”, es problemática y no debería contemplarse en ningún caso.

➔ Dentro de la primera etapa de la identificación teórica de los riesgos, se deberían incluir los puntos que mejor permitan la identificación de al menos, los citados a continuación:

- Identificación teórica de los agentes biológicos más probables, considerando sus fuentes de exposición, reservorios, información científica y posibles estudios epidemiológicos.
- El grado de virulencia, expresado como dosis infectiva mínima (DIM) que representa la cantidad más pequeña de agente biológico necesaria para provocar una infección, facilidad de propagación, gravedad de las infecciones así como eventuales tratamientos profilácticos y curativos.

Dado que la clasificación de los agentes biológicos, recogida en el **Anexo II**, se ha establecido según estos criterios, debe tomarse como referencia. La adscripción de un agente biológico en un determinado grupo, establece una valoración del riesgo intrínseco del microorganismo.

Puesto que la clasificación de los agentes no ha tenido en cuenta más que el riesgo infeccioso, y la evaluación ha de tener en cuenta el efecto global, se deben considerar también los posibles efectos inmunoalérgicos y tóxicos de los agentes biológicos como riesgo adicional a los mismos.

- Conocimiento de los modos de transmisión: aerosoles, por contacto directo e indirecto, lesiones, vectores, huéspedes intermediarios.
- Vías de entrada: respiratoria, digestiva, a través de la piel o mucosas, por heridas, parenteral.
- Cantidad, volumen o concentración del agente en el material que se maneja.
- Datos epidemiológicos: presencia y grado de propagación del agente, frecuencia de infecciones, inmunización de la población y papel de los reservorios.
- Conocimiento de enfermedades que puedan ser contraídas como consecuencia de la actividad laboral, así como en concreto las enfermedades detectadas en el trabajo directamente relacionados con él, o la inclusión de dichas enfermedades en la lista de Enfermedades Profesionales⁽⁹⁾ ya citadas con anterioridad.
- Resistencia del agente biológico, supervivencia en las condiciones ambientales de trabajo (radiación ultravioleta, desecación).
- Posibilidad de presentación de cepas multirresistentes.
- Posibilidad de desinfección.

➔ La segunda etapa sería la evaluación del puesto de trabajo y del trabajador expuesto. Esto implica un estudio preciso de dicho puesto que incluiría:

- Descripción del puesto de trabajo.
- Probabilidad de diseminación del material infectado tanto en el proceso habitual, como si ocurre un accidente.
- Vías de penetración: a través de heridas, contacto por proyección de líquidos contaminados, inhalación de aerosoles.
- Frecuencia de la exposición.
- Factores relativos a la organización y procedimientos de trabajo.
- Conocimiento de los posibles riesgos por parte del trabajador, según su formación inicial y la recibida sobre su puesto de trabajo.
- Posibilidad de establecimiento de medidas preventivas, así como del seguimiento de su aplicación.
- Posibilidad de evaluación de los niveles de exposición, en aquellos casos en que sea posible la medida o identificación del agente biológico en el puesto de trabajo.

En relación con el **riesgo de transmisión ocupacional del VIH, VHB y VHC**, cabe señalar que¹⁰:

- El riesgo de transmisión del VIH en una exposición ocupacional en trabajadores sanitarios depende de la situación serológica del trabajador, del tipo de exposición y del estado virológico de la fuente; así como del tiempo transcurrido desde la exposición; existiendo relación directa entre la magnitud del accidente (volumen de sangre y carga viral que puede recibirse) y la posibilidad de seroconversión. Por otra parte, el riesgo es mayor cuando la fuente es un paciente en seroconversión ó en fase avanzada.

Otros factores relacionados con mayor riesgo de infección serían la presencia de sangre visible en la aguja implicada en el accidente o el haber penetrado en vena ó arteria. Se estima que después de una exposición percutánea el riesgo medio de transmisión es de un 0,3% (IC 95%: 0,2%-0,5%)⁸ y después de una exposición por vía mucosa en un 0,09% (IC 95%: 0,006%-0,5%)¹⁴. A la hora de evaluar el riesgo hay que tener en cuenta varios factores que pueden estar relacionados con el accidente¹⁰, cómo son:

- **Profundidad del pinchazo:**
 - Superficial (erosión)
 - Profundidad intermedia (aparición de sangre)
 - Profundo
- **Existencia de factores de barrera:**
 - La utilización de guantes disminuye el 50% el volumen inyectado
 - Piel y mucosas intactas
- **Tipo de fluido al que se ha expuesto el trabajador:**
 - Mayor potencial infeccioso:
 - Sangre (mayor potencial infeccioso si está visible en el dispositivo.)
 - Potencial infeccioso desconocido:
 - LCR
 - Líquidos serosos (pleural, peritoneal)
- **Tipo de material utilizado:**
 - Aguja hueca (mayor riesgo)
 - Aguja maciza
 - Bisturí
- Menor potencial infeccioso^(*):
 - Vómitos
 - Heces
 - Saliva
 - Sudor
 - Lágrimas
 - Orina
 - Esputo

(*) a menos que contenga sangre visible

El riesgo se puede calificar cómo¹⁰:

- **Muy alto:** Cuando estamos ante un accidente con gran volumen de sangre (pinchazo profundo con aguja que se ha utilizado en un acceso vascular del paciente) y que contenga carga viral VIH elevada (seroconversión del paciente o fase avanzada de la enfermedad).
- **Alto:** Si se trata de un accidente con alto volumen de sangre o con sangre que contiene carga viral de VIH elevada.
- **No alto:** Cuando no hay exposición a alto volumen de sangre ni a sangre con carga viral de VIH elevada (pinchazo con aguja de sutura a partir de un paciente en fase asintomática de la infección por VIH con carga viral baja o indetectable)
 - El VHC no se transmite de manera eficaz a través de exposición ocupacional a sangre. La incidencia media de seroconversión después de una exposición percutánea con una fuente positiva al VHC es del 1,8% (rango: 0%-7%)¹⁵⁻¹⁸.
 - La infección accidental por el VHB constituye un riesgo laboral bien establecido para los profesionales sanitarios que depende de la intensidad y del tipo de contacto (fuente) y del estado inmunológico del trabajador.

El riesgo de transmisión también depende del tipo de exposición, del paciente fuente y de las características de la persona expuesta.

La evaluación de la exposición de riesgo es la misma en cuanto a la forma y el tipo de exposición.

Además se debe evaluar la susceptibilidad del trabajador expuesto. Se considera que es **susceptible** de infección por el VHB cuando presente HBsAg negativo, anti-HBc negativo y anti-HBs < 10 mUI/ml.

Métodos de identificación y evaluación de agentes biológicos en el puesto de trabajo¹⁹:

La investigación de la exposición a agentes biológicos en el lugar de trabajo puede ser relativamente simple si se conoce la naturaleza de los mismos, o muy compleja en especial para aquellas actividades en las que la exposición a dichos agentes no se produce de forma intencionada como sería el caso de la agricultura, trabajos en unidades de eliminación de residuos, tratamiento de aguas residuales, ya que pueden formarse mezclas complejas de diferentes microorganismos. En estos casos el procedimiento a seguir para la identificación de los mismos podría

efectuarse utilizando el estudio de indicadores que, de forma gradual (de globales a individuales), pongan de manifiesto la exposición a agentes biológicos.

- **Indicadores globales (IGL)** por ejemplo: recuento total de bacterias u hongos/levaduras viables o totales que mediante determinaciones analíticas sencillas y poco costosas dan idea de la carga *microbiológica* total permitiendo en su caso la identificación de agentes biológicos.
- **Indicadores de grupo (IGR)** por ejemplo: endotoxinas, enterobacterias actinomycetes, como grupos homogéneos de agentes biológicos y/o productos derivados de los mismos.
- **Indicadores específicos (IES)** para lugares de trabajo o tareas concretas está indicado el estudio de agentes biológicos o familias específicas directamente relacionadas con los ya citados lugares investigados.
- **Indicadores individuales (IIN)** para problemas específicos que se hayan encontrado en relación con agentes biológicos concretos puede establecerse cuando ello sea posible, una investigación de especies individuales, por ejemplo *Pseudomona aeruginosa*.

En la Tabla 2 se recoge, a modo de ejemplo, un listado de las actividades laborales y los parámetros de medición a examinar.

El estudio de los posibles indicadores propuestos para la evaluación de los riesgos asociados a agentes biológicos implicará, como paso previo, **una toma de muestra de los mismos** bien para su **determinación directa** como bioaerosoles, bien como **contaminantes superficiales** o para la medida cuantitativa de productos componentes o metabolitos de los agentes biológicos cuya concentración sea representativa de la carga biológica global a valorar.

Se pueden tomar por lo tanto tres opciones para la medida de agentes biológicos:

- a) **Métodos que van a poner de manifiesto el número total de agentes y/o el número de microorganismos cultivables** entendiendo como tales aquellos capaces de formar colonias en un medio de cultivo adecuado.
- b) **Métodos que ponen de manifiesto la presencia de elementos celulares provenientes de los agentes biológicos** como pueden ser, por ejemplo las endotoxinas y glucanos.
- c) **Métodos que cuantifican metabolitos tanto primarios** (por ejemplo: ATP), **como secundarios** (por ejemplo: micotoxinas), que pueden servir de marcadores de la actividad vital de los agentes biológicos, o encontrarse en los bioaerosoles muestreados.

Tabla 2: Actividades laborales y parámetros de medición a examinar¹⁹:

| ACTIVIDAD LABORAL | POSIBLES INDICADORES ESTUDIADOS |
|---|--|
| Plantas de clasificación de residuos sólidos/compostaje | IGL: Bacterias/hongos y levaduras Bacterias IGR: Gram(+) Gram(-) Endotoxinas: Bacterias formadoras de esporas: Actinomycetes. IIN: Aspergirus fumigatus |
| Plantas de tratamiento de aguas residuales | IGL: Bacterias IGR: Bacterias Gram(+). Endotoxinas IIN: Leptospira interrogans. E. Coli. |
| Eliminación de residuos | IGL: Bacterias. Hongos IGR: Bacterias (aerobias y anaerobias) |
| Biotecnología | IIN: Agentes biológicos específicos del proceso, p. Ej.: <ul style="list-style-type: none"> • Productos farmacéuticos y biológicos: E. Coli k-12 • Cephalosporium spp: Streptomyces spp: Cultivos celulares de ovario de hámster. • Penicillium crysogenum • Bebidas alcohólicas: Sacharomyces cerevisae • S. Ovarium • Enzimas industriales: Bacilus licheniformis; Bacilus subtilus; A. oryzae; Mucor spp. • Rhizopus spp.; Clostridium spp • Alimentos: Streptococcus termophilus; Lactobacillus bulgaricus; Penicillum roqaeforti • P. camembertii; Propionobacterium shermanii |
| Mantenimiento sistemas de acondicionamiento de aire/ humidificadores / torres | IGL: Bacterias, Hongos IGR: Actinomycetes, Pseudomonas, Endotoxinas IIN: Legionella pneumophila; Gérmenes específicos (filtros) |
| Tratamiento de metales (fluidos de corte) | IGL: Bacterias, Hongos, Levaduras IGR: Enterobacteriaceas, Endotoxinas IES: Pseudomonas |
| Descontaminación de suelos | IGR: Bacterias Gram(+) y Gram (-) IES: Pseudomonas, Nocardia spp. |
| Venta al por mayor/almacenes | IGL: Hongos IGR: Actinomycetes |
| Industria forestal | IIN: Ag. Biológicos origen de patologías específicas p. Ej.: <ul style="list-style-type: none"> • Amebiasis (Entamoeba histolyticum) • Leptospirosis (Leptospyra spp) • Ornitosis (Chlamydia psitacci) • Tularemia (Franciscella tularensis) |
| Producción de alimentos | IGL: Bacterias, Hongos, Levaduras IES: Staphylococcus spp, Coliformes IGL: Bacterias, Hongos/levaduras IIN: Patógenos causantes de enfermedades |
| Manipuladores de animales | Ántrax, Brucelosis, Criptosporidosis, Ectima contagiosa, Erisipeloide; Hidatidosis, Leptospirosis, Psitacosis. Rabia, Salmonelosis, Tinea capitis, Triquinosis, Tuberculosis, Tularemia |
| Cuidado de la salud | IGL: Bacterias, Hongos/Levaduras IES: Gérmenes infecciosos: Kiebsiella spp, Microbacterias, Legionella spp |

La toma de muestras se lleva a cabo teniendo en cuenta diversas variables, tales como las que se explicitan en la tabla siguiente:

| SECTOR | LUGARES DE MUESTREO | POSICIÓN DE LA TOMA | OPERACIÓN INICIAL N° DE MUESTRAS | CONTROL DE RUTINA N° DE MUESTRAS |
|------------------------------------|--|---|---|---|
| HOSPITALES | Quirófanos | Lo más próximo a la mesa de operación móvil | 1 todos los días las dos primeras semanas | 1 cada 15 días |
| | Cuidados intensivos | Lo más próximo a la mesa de operación móvil | 2 todos los días las dos primeras semanas | 1 todas las semanas |
| | Sala de partos | | 1 diaria las tres primeras semanas | 1 todas las semanas |
| | Salas de consulta | | 1 diaria las tres primeras semanas | 1 todos los meses |
| | Cocinas | | 1 diaria las tres primeras semanas | 1 todos los meses |
| | Lavadero | | 1 diaria las tres primeras semanas | 1 todos los meses |
| | Dispensarios | Móvil | 1 diaria las tres primeras semanas | 1 cada 15 días |
| INDUSTRIA ALIMENTARIA | Zonas de fermentación | Lo más próximo al área de trabajo | 1 diaria las tres primeras semanas | 1 todas las semanas |
| | Almacenes | Emplazamientos diversos | 1 diaria las tres primeras semanas | 1 todos los meses |
| LABORATORIOS DE BACTERIOLOGIA | Campana | Lo más próximo a las mesas de partos | 1 todos los días las dos primeras semanas | 1 todas las semanas |
| | Laboratorio | Emplazamientos diversos | 1 todos los días las dos primeras semanas | 1 todos los meses |
| DESINFECTANTES | Controles de eficacia desinfección y lugares de muestreo | Emplazamientos diversos | Todos los días las dos primeras semanas | Muestreos repetitivos cada hora antes y después de la desinfección. |
| INDUSTRIA COSMÉTICA Y FARMACEUTICA | Cámara estéril | En los puntos de entrega y retirada | 1 diario la primera semana | 2 todas las semanas |
| | Producción antibióticos | Lo más próximo al trabajo | 1 diario las dos primeras semanas | 3 todas las semanas |

A pesar de las limitaciones consideramos de gran utilidad este tipo de estudios ya que además de dar información sobre la naturaleza de los agentes biológicos posibilitan el estudio de situaciones específicas o la comparación de éstas, por ejemplo antes y después de la aparición de quejas o patologías, comparación de los sistemas de limpieza, efectividad de un desinfectante, repercusión de un cambio en el proceso productivo, repercusión de factores físicos, identificación de focos de contaminación, etc.

Cada agente biológico que pueda dar lugar a una exposición relacionada con una actividad laboral debe estar necesariamente incluido en un grupo de riesgo, de acuerdo con los criterios de clasificación contemplados en el **Artículo 3**. La adscripción de cada agente biológico a un grupo es fundamental ya que establece directamente una valoración del riesgo intrínseco del microorganismo, por lo que, en el caso de que el mismo no se encuentre incluido en el listado del **Anexo II**, deberá adscribirse provisionalmente en uno de los cuatro grupos previstos en el mismo.

Se considerará el riesgo adicional de trabajadores especialmente sensibles, como serían las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia. Deberán tenerse en cuenta todas aquellas condiciones que puedan predisponer al trabajador a padecer una enfermedad infecciosa, como por ejemplo:

- Inmunocomprometidos: neoplasias, neutropenias, terapia con esteroides o inmunosupresora
- Algunas enfermedades de la piel
- Enfermedades hemolíticas

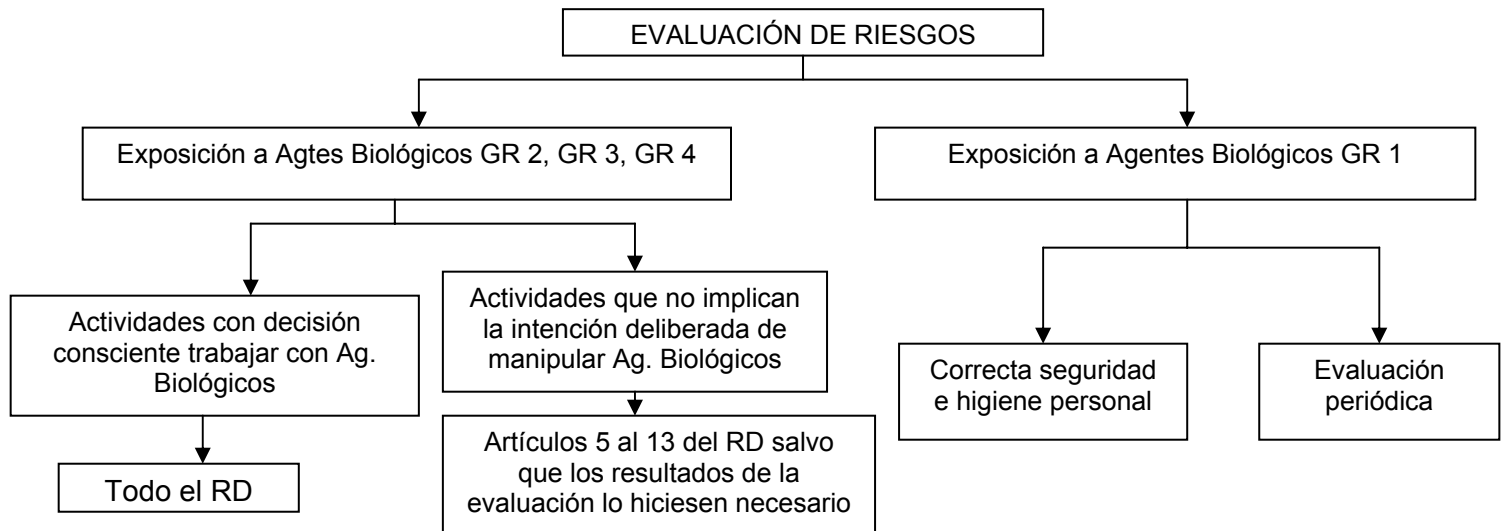
- Asplenias
- Antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Como ejemplo de la influencia de patologías previas, el virus de la hepatitis D es patógeno en trabajadores sólo en presencia de infecciones simultáneas o secundarias causadas por el virus de la hepatitis B. La vacunación contra la hepatitis B podría proteger a los trabajadores contra el virus de la hepatitis D.

En definitiva, el procedimiento de evaluación de riesgos por exposición a agentes biológicos no difiere del habitualmente utilizado en la evaluación de cualquier otro riesgo laboral. En este caso, el nivel de consecuencia vendrá dado fundamentalmente por el grupo de riesgo en el que el agente biológico haya sido clasificado, y la probabilidad de que se materialice el daño vendrá definida en función de la posibilidad de exposición, condicionada a su vez por la presencia de los agentes biológicos, segura o probable si hay intención deliberada de manipularlos o sólo posible presencia para actividades que no utilicen dichos agentes biológicos en el trabajo, en los que habrá que contemplar también el tiempo dedicado a las tareas de riesgo y si existen medidas de control.

La valoración del riesgo permitirá establecer las medidas de contención que reduzcan la exposición y en su caso priorizar la acción preventiva.

ACTUACIÓN DEL EMPRESARIO FRENTE A LA EVALUACIÓN DEL RIESGO¹⁹



VIII.- ACTITUD A ADOPTAR TRAS LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

Las **medidas correctoras** a utilizar pasan de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto⁵ aludido, por las siguientes fases:

Artículo 5. Sustitución de agentes biológicos.

Teniendo en cuenta la información técnica y científica disponible, el empresario, cuando la naturaleza de la actividad lo permita, evitará la utilización de agentes biológicos peligrosos mediante su sustitución por otros agentes que, en función de las condiciones de utilización, no sean peligrosos para la seguridad o salud de los trabajadores, o lo sean en menor grado.

En el caso de que en la actividad laboral no sea razonablemente posible evitar la exposición a los agentes biológicos, se procurará que los agentes implicados en dicha actividad sean lo menos nocivos que permita la naturaleza de la misma.

A menudo no habrá opción de cambio o sustitución de los agentes biológicos, especialmente cuando la naturaleza de dicha exposición sea incidental, sin embargo esta posibilidad siempre debe ser contemplada. Aplicaciones de este artículo pueden realizarse en el ámbito de la docencia y de algunos tipos de investigación.

Artículo 6. Reducción de los riesgos.

1. Si los resultados de la evaluación a que se refiere el Artículo 4 pusieran de manifiesto un riesgo para la seguridad o la salud de los trabajadores por exposición a agentes biológicos, deberá evitarse dicha exposición. Cuando ello no resulte factible por motivos técnicos habida cuenta de la actividad desarrollada, se reducirá el riesgo de exposición al nivel más bajo posible para garantizar adecuadamente la seguridad y la salud de los trabajadores afectados, en particular por medio de las siguientes medidas:
 - a. Establecimiento de procedimientos de trabajo adecuados y utilización de medidas técnicas apropiadas para evitar o minimizar la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo.

Al ser la vía aérea primordial en la propagación de los agentes biológicos, se deben establecer **procedimientos de trabajo que minimicen la formación de bioaerosoles** utilizando en su caso cabinas de seguridad biológica, como barrera de contención primaria y método de elección para la extracción localizada de bioaerosoles peligrosos y, por tanto, exigida su utilización. Entre las operaciones consideradas como de especial riesgo por ser generadoras de bioaerosoles pueden citarse: pipeteo, apertura de recipientes, flameado de asas, agitación, trituración, centrifugación de muestras biológicas, inoculación intranasal en animales, recolección de tejidos infectados, disgregaciones ultrasónicas.

- b. Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- c. Adopción de medidas seguras para la recepción, manipulación y transporte de los agentes biológicos dentro del lugar de trabajo.

1. Recogida, manipulación y transporte de contaminantes biológicos¹⁹:

1.1. Recogida y manipulación de las muestras

Los principales riesgos para el personal que toma muestras de sangre son la contaminación de las manos durante la extracción y los pinchazos y cortes provocados por las agujas y otros objetos afilados.

Algunas normas prácticas y procedimientos para reducir al mínimo esos accidentes son:

- Evitar que en las manos haya cortes, abrasiones u otras lesiones cutáneas que permitan una mejor penetración de agentes biológicos. En este caso es obligatorio el uso de guantes.
- Utilizar una buena técnica y un buen material para evitar la contaminación de las manos; lo que supone:
 - ❖ Si se emplean sistemas tradicionales de jeringa y aguja, su posterior trasvase a los diferentes viales analíticos debe ser restringida debiendo ser desechables y una vez utilizadas se eliminarán las dos sin separar, en un contenedor adecuado.
 - ❖ Llenar cuidadosamente la jeringa para evitar la formación de burbujas y espuma en el material que se va a inyectar.
 - ❖ Evitar, si es posible, el empleo de jeringas para mezclar líquidos infecciosos.
 - ❖ Si se extraen líquidos de viales a presión diferente de la atmosférica, envolver la aguja y el tapón del recipiente con un algodón empapado en un desinfectante apropiado antes de retirar la aguja del tapón de caucho del frasco.
 - ❖ Expulsar el exceso de líquido y las burbujas de la jeringa, manteniéndola verticalmente en un algodón empapado en un desinfectante apropiado o en un frasquito lleno de algodón en rama estéril.
 - ❖ Utilizar si la peligrosidad lo indica, la cabina de seguridad biológica
 - ❖ No reencapuchar nunca la aguja. Al separar la aguja aumenta el riesgo de contaminación ya que la sangre residual que quedaba en ésta puede salirse por gravedad y además el cono de la aguja y la punta de la jeringa pueden estar contaminadas por la sangre o cualquier otro fluido biológico.
 - ❖ En el caso de utilizar agujas de sistemas de vacío, es fundamental su eliminación en un contenedor sin tocar la aguja ni reencapucharla.

- ❖ En trabajos de investigación en los que se emplee material de vidrio es preferible utilizar jeringas con ajuste de bayoneta para evitar que la aguja se separe de la jeringa o utilizar una jeringa con aguja incorporada.
- ❖ En las unidades de infecciosos, VHB o VIH positivos es conveniente utilizar agujas de seguridad.
- ❖ Un sistema moderno de tratamiento de las muestras analíticas debería utilizar tubos al vacío para mayor seguridad y comodidad tanto del profesional que realiza la extracción como de los que luego van a procesar la muestra.
- ❖ Tener especial cuidado con los sistemas de mariposa debido a la sangre que queda en la extensión de plástico.
- ❖ El personal sanitario que manipule objetos cortantes se responsabilizará de su eliminación.
- ❖ Sellar bien los recipientes de muestras. Si están manchados de sangre, limpiarlos con un desinfectante como por ejemplo, solución de hipoclorito con 0,1% de cloro libre (1g/l 1000ppm) o productos detergentes desinfectantes como Virkon®.
- ❖ Utilizar la ropa adecuada. Una mancha de sangre resalta inmediatamente sobre una prenda blanca o verde

En caso de accidente

- Lavarse las manos con agua y jabón inmediatamente después de cualquier accidente con sangre y una vez terminado el trabajo incluso si se han utilizado guantes.
- Favorecer la hemorragia.
- Toda contaminación de las manos u otra parte del cuerpo con sangre y todo pinchazo o corte se comunicarán al Servicio de Prevención.

1.2. Transporte

El transporte de muestras biológicas es un tema en el que se ha de tener especial cuidado ya que es un riesgo potencial de contaminación para el trabajador sanitario o postal que lleva la muestra.

Hay una serie de medidas básicas aceptadas internacionalmente y unas normas de sentido común que se deben respetar cuando la muestra biológica viaja desde el lugar en el que se genera hasta el lugar en el que se analiza, independientemente de que sea a nivel del propio edificio o de una parte a otra del mundo.

Se distinguen tres situaciones que merecen una especial atención. El transporte de la muestra dentro del propio hospital o de un punto de extracción periférico a un laboratorio de diagnóstico centralizado, la recepción y apertura del recipiente con muestras biológicas y el transporte de éstas, como es el envío por correo.

1.2.1. Transporte interno:

Un sistema de transporte interno debe valorar desde el momento en que la muestra es extraída hasta que llega al laboratorio. Los tubos procedentes de la extracción deben depositarse en gradillas preferiblemente de seguridad y no sueltos en una batea. En el cuarto de control se colocarán en una gradilla de seguridad que sea suficiente para todos ellos, situando dicha gradilla dentro de un contenedor de transporte que pueda retener fugas o derrames y asegure una protección adicional. El contenedor debe tener un asa que permita el transporte de las muestras biológicas a poca distancia del suelo. Preferiblemente se debe seleccionar la ruta de transporte que evite el contacto con el público, utilizando los ascensores y pasillos para uso médico.

En el caso de transporte por carretera desde los puntos de extracción periféricos al de tratamiento y análisis, se debe añadir que el contenedor

obligatoriamente debe ser hermético de forma que impida toda fuga o derrame. Además, una vez cerrado y sellado el recipiente debe limpiarse con desinfectante y secarse. El conductor del vehículo deberá ser consciente del material que transporta y será instruido sobre lo que ha de hacer en caso de accidente o derrame del contenido de los recipientes.



El contenedor irá identificado con la señal de peligro biológico o una etiqueta similar: Peligro de infección o muestra biológica.

1.2.2. Recepción y apertura.

Los puntos de recepción deben estar perfectamente identificados para el personal que transporta las muestras y serán el único punto donde se puedan entregar. De la misma manera es conveniente que el personal del servicio de recepción sepa con antelación la procedencia y el número de muestras que va a recibir, lo que asegura la posibilidad de evitar muestras perdidas o en paradero desconocido.

Si el punto de recepción es un laboratorio se debe establecer un sistema de ventanilla que evite el acceso al interior del laboratorio.

La persona a cargo de la recepción debe estar entrenada en el sentido de que si existen dudas sobre lo que va dentro del contenedor en cuanto a su integridad, sea introducido dentro de una bolsa de plástico que lo proteja hasta la descontaminación o apertura en cabina de seguridad biológica.

Este riesgo se hace más patente en aquellas muestras que han sufrido transporte y con las que se ha de ser especialmente cuidadoso, teniendo siempre la precaución de desinfectar externamente el contenedor, previamente a su apertura.

3. Envíos por correo:

La manipulación, transporte y envío de muestras y agentes infecciosos entre laboratorios o instituciones utilizando el servicio a terceros está regulado por una serie de organismos para evitar o reducir el riesgo de exposición al público, personal de las líneas aéreas y marítimas, de la administración postal y de empresas de mensajería.

El envío se hará siguiendo las exigencias recogidas por el artículo 21 del Convenio Postal Universal (BOE nº 303 de 27 de diciembre de 1966), así como las recomendaciones de la OMS. Los embalajes destinados a las sustancias infecciosas y las muestras de diagnóstico constarán de tres capas (según figura 1):

1. Un recipiente primario estanco en el que se coloca la muestra (a). Será de vidrio o de plástico de buena calidad. Debe permitir un cierre hermético que impida fugas. Los tapones de rosca (preferiblemente) o de corcho se sujetarán con alambre, cinta adhesiva u otro material seguro. El recipiente primario se envolverá en material absorbente (toallas de papel, algodón hidrófilo o guata de celulosa) en cantidad suficiente para

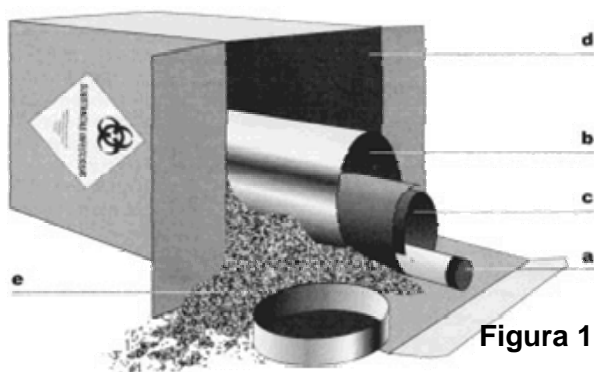


Figura 1

absorber todo el líquido en caso de derrame (c).

2. Un recipiente secundario que ha de ser resistente y estanco (b). En el se pueden poner varias muestras en sus recipientes primarios. Se utilizará material de relleno para evitar daños por choques.
3. Una envoltura exterior para proteger el recipiente secundario de las influencias exteriores durante el transporte y de una posible manipulación.

Será de un material lo suficientemente sólido como para que asegure la protección. A él irán adheridas las señas del destinatario y del remitente así como los adhesivos que exija el transportista sobre su contenido: etiqueta de sustancia infecciosa o de sustancias biológicas perecederas (d).

En la parte exterior de este recipiente irá adherido un ejemplar del formulario de datos relativo a la muestra así como cartas y además material informativo que permitan identificarla o describirla. Los otros dos ejemplares son para el laboratorio receptor que lo recibirá con suficiente antelación y para el expedidor. Esto permite que el receptor identifique adecuadamente la muestra, esté prevenido sobre su llegada y pueda tomar las disposiciones oportunas para que manipulación y examen se hagan en condiciones de seguridad.

Continuando con el artículo 6.

| |
|---|
| d. Adopción de medidas de protección colectiva o, en su defecto, de protección individual, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios. |
|---|

La adopción de las medidas de protección frente a los riesgos biológicos no difieren conceptualmente de las aplicadas por el Higienista Industrial a la hora de seleccionar los diferentes métodos para reducir la exposición a los contaminantes químicos o físicos considerando, para cada caso, los elementos que integran el proceso:

1. Foco emisor del contaminante, tomando acciones que impidan su emisión.
2. Medio de propagación del contaminante, tomando acciones para evitarla.
3. Receptor del contaminante, a fin de evitar los posibles efectos patógenos sobre el trabajador.

Las actuaciones referidas en los dos primeros apartados corresponderán a la protección colectiva que debe primar sobre las del apartado 3 que constituirán las medidas de protección individual.

En este caso por **foco o fuente de contaminación** se entiende tanto el agente biológico como el proceso o tarea que pueda liberarlo. La cadena epidemiológica puede interrumpirse tanto por la acción directa sobre el agente infeccioso, los reservorios o los medios de supervivencia. Entre las medidas de protección que se pueden tomar a este nivel y que tienden a impedir la liberación del agente biológico destacarían:

- Sustitución de los agentes biológicos (**Artículo 5**)
- Confinamiento de los agentes biológicos, obligatorio en el caso de utilización deliberada de los mismos, utilizando las medidas de contención adecuadas en función del grupo de riesgo en que el agente biológico haya sido clasificado. En este caso la prevención se inicia en la fase de diseño.
- Aplicación de procedimientos de trabajo que permitan el encerramiento o aislamiento de operaciones potencialmente peligrosas.
- Extracción localizada, que consigue reducir las concentraciones de contaminantes antes de difundirse en el medio de propagación. Implica la utilización de cabinas de seguridad biológica.
- La desinfección de los locales, vehículos de transporte, ropa, equipos de protección,... que debe realizarse siguiendo un protocolo que asegure la acción específica y eficaz sobre los agentes biológicos.
- Desinsectación y desratización, que tienden a eliminar los vectores, como transportadores de la enfermedad. La realización de estas operaciones, puede

ocasionar problemas de salud a los ocupantes de los lugares de trabajo, por lo que dichas operaciones han de efectuarse según procedimientos seguros.

- Limpieza adecuada, que conduce en muchos casos a una disminución de los niveles de contaminación.

Cuando las medidas de actuación sobre el foco del agente biológico son imposibles o insuficientes se actuará sobre el medio de difusión, limitando tanto su permanencia en el área de trabajo como su salida al ambiente externo.

Las actuaciones preventivas se plantearán ya en la fase de diseño, así como el mantenimiento de los locales:

- Prever un sistema adecuado de ventilación de instalaciones (laboratorios, animalarios, procesos de biotecnología,...), que aseguren la renovación del aire existente con la correspondiente dilución y evacuación de los contaminantes, manteniendo una adecuada situación de las corrientes de aire en el sentido de que este circule siempre del lugar menos contaminado al más contaminado, manteniendo en depresión las zonas más contaminadas (**Artículos 14 y 15**).
- Construir suelos y paredes con materiales fáciles de limpiar y descontaminar, con superficies no porosas ni rugosas y sin que formen ángulos vivos.
- Colocación de instalaciones sanitarias correctas: lavajos, antisépticos para la piel, material para el secado de manos de un solo uso.
- Equipamiento en instalaciones, que aseguren el mantenimiento por separado de la ropa de trabajo, equipos de protección y ropas de calle. (**Artículo 7.3**).

Las medidas de protección a nivel individual se basan fundamentalmente en los equipos de protección individual. Su elección corresponderá a dos criterios: seguridad, es decir, protección adecuada al riesgo específico, y confort. Esta doble preocupación ha de ser tenida en cuenta por el prevencionista, ya que de no considerarse el segundo aspecto (mascarillas, gafas, etc.), no serán utilizados.

Los EPI deben ajustarse a lo dispuesto en el **Real Decreto 773/1997** de 30 de mayo sobre «Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual», cuya interpretación y aplicación se ha desarrollado en la correspondiente **Guía Técnica “Equipos de protección individual”**, publicada por el INSHT.

Los equipos de protección individual (guantes, botas impermeables, gafas adaptables al rostro, mascarillas,...) serán utilizados para tareas concretas y operaciones puntuales, que habrán de determinarse en la evaluación de los riesgos en cada puesto de trabajo.

En la elección de dichos equipos debe considerarse el grupo de trabajadores con sensibilización al látex, gomas y derivados como de especial riesgo ante la posibilidad de aparición de dermatitis alérgicas e irritativas por contacto así como reacciones alérgicas, por lo que es necesario en estos casos el empleo de sustitutos del látex.

| |
|--|
| e. Utilización de medios seguros para la recogida, almacenamiento y evacuación de residuos por los trabajadores, incluido el uso de recipientes seguros e identificables, previo tratamiento adecuado si fuese necesario |
|--|

La gestión de los residuos biocontaminados es objeto de legislación específica por parte de Comunidades Autónomas, Ayuntamientos y otros organismos públicos que describen procedimientos de segregación, clasificación, características de los envases de recogida para cada tipo de residuo y su identificación, almacenamiento intermedio, circuito de transporte interior de los residuos y, en su caso, la recogida y el transporte extracentro para su posterior tratamiento y/o destino final.

A nivel nacional la norma fundamental es la **Ley 10/1998** de Residuos (BOE nº 96 de 22 de abril).

- f. Utilización de medidas de higiene que eviten o dificulten la dispersión del agente biológico fuera de lugar de trabajo.
- g. Utilización de una señal de peligro biológico como la indicada en el anexo III de este Real Decreto, así como de otras señales de advertencia pertinentes.

El empresario deberá informar adecuadamente a los trabajadores para que éstos reconozcan la señal de riesgo biológico, que será de forma triangular, con el pictograma negro sobre fondo amarillo o amarillo-anaranjado, con bordes negros. El fondo coloreado deberá cubrir, como mínimo, el 50% de la superficie de la señal.

- h. Establecimiento de planes para hacer frente a accidentes de los que puedan derivarse exposiciones a agentes biológicos
 - i. Verificación, cuando sea necesaria y técnicamente posible, de la presencia de los agentes biológicos utilizados en el trabajo fuera del confinamiento físico primario
2. La evaluación de riesgos a que se refiere el Artículo 4 deberá identificar a aquellos trabajadores para los que pueda ser necesario aplicar medidas especiales de protección.

Artículo 7. Medidas higiénicas.

1. En todas las actividades en las que exista riesgo para la salud o seguridad de los trabajadores como consecuencia del trabajo con agentes biológicos, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para:
 - a. Prohibir que los trabajadores coman, beban o fumen en las zonas de trabajo en las que exista dicho riesgo.
 - b. Proveer a los trabajadores de prendas de protección apropiadas o de otro tipo de prendas especiales adecuadas.
 - c. Disponer de retretes y cuartos de aseo apropiados y adecuados para uso de los trabajadores, que incluyan productos para la limpieza ocular y antisépticos para la piel.
 - d. Disponer de un lugar determinado para el almacenamiento adecuado de los equipos de protección y verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, si fuera posible con anterioridad y, en todo caso, después de cada utilización, reparando o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.
 - e. Especificar los procedimientos de obtención, manipulación y procesamiento de muestras de origen humano o animal.
2. Los trabajadores dispondrán, dentro de la jornada laboral, de diez minutos para su aseo personal antes de la comida y otros diez minutos antes de abandonar el trabajo.
3. Al salir de la zona de trabajo, el trabajador deberá quitarse las ropas de trabajo y los equipos de protección personal que puedan estar contaminados por agentes biológicos y deberá guardarlos en lugares que no contengan otras prendas

El **RD 773/97** de 30 de mayo sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual”, excluye de la definición de «equipo de protección individual» la ropa de trabajo habitual y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la salud o integridad física del trabajador.

No obstante, la coherencia preventiva recomienda, cuando pueda haber riesgo para la salud del trabajador, disponer de dos armarios o taquillas: una para el vestuario de calle y otra para el vestuario de trabajo.

4. El empresario se responsabilizará del lavado, descontaminación y, en caso necesario, destrucción de la ropa de trabajo y los equipos de protección a que se refiere el apartado anterior, quedando rigurosamente prohibido que los trabajadores se lleven los mismos a su domicilio para tal fin. Cuando contratase tales operaciones con empresas idóneas al efecto, estará obligado a asegurar que la ropa y los equipos se envíen en recipientes cerrados y etiquetados con las advertencias precisas.
5. De acuerdo con el **apartado 5 del Artículo 14** de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo establecidas por el presente Real Decreto no deberá recaer, en modo alguno, sobre los trabajadores.

2. Acciones preventivas:

La estrategia habitualmente utilizada para la protección de los trabajadores frente a la exposición a agentes biológicos se podría resumir en:

- Control en la fuente, evitando así la liberación de agentes biológicos al ambiente de trabajo.
- Reducción de las consecuencias de una liberación accidental al medio ambiente de trabajo, mediante sistemas de protección colectiva.
- Protección del trabajador frente al contacto con estos agentes, en el caso de que estos se encuentren en el medio ambiente.

Para llevar a cabo lo anteriormente expuesto habrá de tener en cuenta los siguientes aspectos:

2.1. Diseño del laboratorio

Al diseñar un laboratorio de riesgo biológico hay que prestar especial atención a aquellos aspectos que puedan plantear problemas. Entre estos factores figuran³:

- La generación de aerosoles.
- El trabajo con grandes cantidades y/o concentraciones elevadas de microorganismos.
- El laboratorio abarrotado tanto de personal como de material.
- La infestación por roedores o insectos.
- La entrada de personas no autorizadas
- La necesidad de prever las disposición de las cabinas de seguridad biológica, dada su gran utilización.

2.2. Buenas prácticas de laboratorio (BPL)

Establecidas en el Real Decreto 822/1993²⁰ y relacionadas con la **formación e información** elemento nuclear de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y también contempladas en el **Art. 12** del Real Decreto⁵ que nos ocupa, que serán de aplicación en cualquier **laboratorio básico** donde se manipulen agentes biológicos y son las siguientes:

- Nunca se pipeteará con la boca, empleándose los dispositivos de tipo mecánico
- Deben utilizarse guantes adecuados en todos los trabajos que entrañen algún contacto con sangre, material infeccioso o animales infectados.
- Hay que utilizar batas o uniformes de trabajo para evitar la contaminación de los vestidos de calle.
- No se utilizará la ropa de laboratorio fuera de éste (cafetería, biblioteca, etc).
- Siempre que haya peligro de salpicaduras se utilizarán gafas de seguridad, pantallas faciales u otros dispositivos de protección.
- A fin de evitar los cortes accidentales se preferirá el uso de material plástico al de cristal.
- En la zona de laboratorio no se permitirá comer, guardar alimentos, beber, fumar, ni usar cosméticos.
- El uso de las agujas hipodérmicas y de jeringas debe evitarse. Cuando ello no sea posible, las agujas se recogerán en recipientes adecuados que eviten los pinchazos accidentales.
- Las superficies de trabajo se descontaminarán por lo menos una vez al día y siempre que haya un derrame. Una nota debe especificar el modo de empleo de los desinfectantes, la naturaleza del desinfectante a utilizar y su concentración.
- Todos los desechos biológicos, ya sean líquidos o sólidos, tienen que ser descontaminados antes de su eliminación y se seguirán las normas existentes sobre la gestión de residuos contenidas en las reglamentaciones referentes a residuos sanitarios.
- Todo el personal se lavará las manos después de haber manipulado material o animales infecciosos, así como al abandonar el laboratorio.
- El acceso al laboratorio debe ser controlado por su responsable.
- El material contaminado, que deba ser descontaminado en un lugar exterior al laboratorio, se colocará en un contenedor especial y se cerrará antes de sacarlo del laboratorio.
- Deberá existir un programa de lucha contra insectos y roedores que se pondrá en práctica.

2.3.- Precauciones universales¹⁹.

Las denominadas “precauciones universales” constituyen la estrategia fundamental para la prevención del riesgo laboral para todos los microorganismos vehiculizados por la sangre.

Su principio básico es que la sangre y otros fluidos corporales deben considerarse potencialmente infecciosos.

Debe aceptarse que no existen pacientes de riesgo sino maniobras o procedimientos de riesgo, por lo que se han de adoptar precauciones utilizando las barreras protectoras adecuadas en todas las maniobras o procedimientos en los que exista la posibilidad de contacto con la sangre y/o fluidos corporales a través de la piel o las mucosas.

Es de especial importancia que:

- todo el personal esté informado de dichas precauciones,
- todo el personal conozca las razones por las que debe proceder de la manera indicada y
- se promueva el conocimiento y la utilización adecuados.

Se pueden distinguir las siguientes precauciones universales:

- 2.3.1. Vacunación (inmunización activa).
- 2.3.2. Normas de higiene personal.
- 2.3.3. Elementos de protección de barrera.
- 2.3.4. Cuidado con los objetos cortantes.
- 2.3.5. Esterilización y desinfección correcta de instrumental y superficies.

2.3.1.- Vacunación (inmunización activa)

La inmunización activa frente a enfermedades infecciosas ha demostrado ser, junto con las medidas generales de prevención, una de las principales formas de proteger a los trabajadores.

Deberá vacunarse todo el personal que desarrolle su labor en ambientes que tengan contacto, tanto directo como indirecto, con la sangre u otros fluidos biológicos de otras personas infectadas. La administración de la vacuna de la hepatitis B en personas susceptibles a la infección por el VHB es altamente eficaz en la prevención de la infección después de una exposición percutánea o mucosa con sangre²¹. No existen datos sobre la efectividad de la administración de inmunoglobulina antihepatitis B como PPEO²²; sin embargo la mayoría de los expertos recomiendan su administración²³.

2.3.2.- Normas de higiene personal

A continuación se resumen un conjunto de normas de higiene personal a seguir por los trabajadores:

- Cubrir heridas y lesiones de las manos con apósito impermeable, al iniciar la actividad laboral.
- Cuando existan lesiones que no se puedan cubrir, deberá evitarse el cuidado directo de los pacientes.
- El lavado de manos debe realizarse con agua y jabón líquido al comenzar y terminar la jornada y después de realizar cualquier técnica que pueda implicar el contacto con material infeccioso.
- En situaciones especiales se emplearán sustancias antimicrobianas. Tras el lavado de las manos éstas se secarán con toallas de papel desechables o corriente de aire.
- No comer, beber ni fumar en el área de trabajo.

2.3.3.- Elementos de protección de barrera:

Todos los trabajadores de la salud deben utilizar rutinariamente los elementos de protección de barrera apropiados cuando deban realizar actividades que los pongan en contacto directo con la sangre o los fluidos corporales de los pacientes.

Dicho contacto puede producirse tanto de forma directa como durante la manipulación de instrumental o de materiales extraídos para fines diagnósticos como es el caso de la realización de procesos invasivos.

Dentro de los elementos de protección de barrera podemos distinguir los siguientes:

1. Guantes.
2. Mascarillas y protección ocular.
3. Batas.

1. Guantes:

Reducen el riesgo de contaminación de las manos con sangre pero no evitan los pinchazos o cortes causados por agujas, otros instrumentos afilados o vidrio o plástico roto. Es importante recordar que el empleo de guantes tiene por objeto complementar y no sustituir, una buena técnica de trabajo y unas prácticas apropiadas de control de infecciones, en particular el lavado correcto de las manos. En relación con el uso de los guantes, se han de adoptar las siguientes precauciones generales:

- Proveerse de guantes para toda manipulación de material potencialmente peligroso.
- Desecharlos siempre que se piense que se han contaminado. Utilizar un par nuevo.
- Con las manos enguantadas no tocarse los ojos, la nariz, las mucosas o la piel, ni pasearse por el laboratorio con los guantes puestos.
- Lavarse las manos después de quitarse los guantes.

El uso de guantes será obligatorio:

- Cuando el trabajador sanitario presente heridas no cicatrizadas o lesiones dérmicas exudativas o rezumantes, cortes, lesiones cutáneas, etc.
- Si se maneja sangre, fluidos corporales contaminados con sangre, tejidos, etc.
- Al entrar en contacto con la piel no intacta o mucosas.
- Al manejar objetos, materiales o superficies contaminados con sangre.
- Al realizar procesos invasivos.

2. Mascarillas y protección ocular:

Se emplearán en aquellos casos en los que, por la índole del procedimiento a realizar, se prevea la producción de salpicaduras de sangre u otros fluidos corporales que afecten las mucosas de ojos, boca o nariz.

3. Batas:

Las batas deberían utilizarse en las situaciones en las que pueda darse un contacto con la sangre u otros fluidos orgánicos, que puedan afectar las propias vestimentas del trabajador

2.3.4.- Desinfección y esterilización correcta de instrumental y superficies:

Desinfección:

El empleo de productos químicos permite desinfectar a temperatura ambiente los instrumentos y superficies que no resisten el calor seco o la temperatura elevada.

Para llevar a cabo una desinfección del tipo que sea, es necesario tener en cuenta:

- a. La actividad desinfectante del producto.
- b. La concentración que ha de tener para su aplicación.
- c. El tiempo de contacto con la superficie que se ha de descontaminar.
- d. Las especies y el número de gérmenes que se han de eliminar.

Características de los desinfectantes

El producto desinfectante debe tener un amplio espectro de actividad y una acción rápida e irreversible, presentando la máxima estabilidad posible frente a ciertos agentes físicos, no debiendo deteriorar los objetos que se han de desinfectar ni tener un umbral olfativo alto ni especialmente molesto. Una correcta aplicación de

los desinfectantes será, en general, aquella que permita un mayor contacto entre el desinfectante y la superficie a desinfectar.

El producto desinfectante se debe poder aplicar de tal manera que no presente toxicidad aguda o crónica para los animales y el hombre que puedan entrar en contacto con él.

Debe tenerse en cuenta que por su propia función, destrucción de microorganismos, muchos desinfectantes tienen características de toxicidad importantes para el hombre, por lo que se deberán adoptar las medidas de protección y prevención adecuadas y seguir siempre las instrucciones para su aplicación, contenidas en la etiqueta y en las fichas de seguridad. Los desinfectantes que se utilicen deben estar adecuadamente etiquetados según la normativa correspondiente (**RD 1078/1993**, **RD 363/1995** y **RD 1893/1996**), tanto si se han adquirido comercialmente, como si son de preparación propia.

La eficacia de los desinfectantes está limitada por la presencia de materia orgánica, por lo que los tiempos de aplicación de los mismos disminuirá cuando el instrumental que se deba desinfectar esté limpio.

En función de los microorganismos manipulados, se redactarán las instrucciones de desinfección en las que consten los desinfectantes y las diluciones a las que se deban emplear.

Hay que tener en cuenta que las fórmulas de los productos desinfectantes comerciales presentan grandes diferencias, por lo que es esencial seguir las indicaciones del fabricante.

Esterilización

Con la esterilización se produce la destrucción de todos los gérmenes, incluidos esporas bacterianas, que pueda contener un material.

Se debe recordar que, en ciertos casos, los instrumentos son sometidos a la acción de soluciones detergentes o antisépticas para diluir sustancias orgánicas o evitar que se sequen. Dado que este paso no es una verdadera desinfección, estos instrumentos no deberán ser manipulados ni reutilizados hasta que se efectúe una esterilización. Existen diferentes tipos de esterilización de los cuales, a continuación, se ofrece una relación no exhaustiva:

- *Esterilización por calor húmedo bajo presión (autoclave):*

Es el método de elección, por ser el más fiable, eficaz y de fácil empleo. Se introduce el material a esterilizar en bolsas adecuadas y cerradas, dejándose durante 20 minutos a 121°C (para algunos agentes pueden ser necesarias otras condiciones), teniendo la precaución de que la atmósfera del autoclave esté a saturación y desprovista de aire.

En este sentido es recomendable disponer de un manual de procedimiento para el trabajo con el autoclave, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Si no se dispone de autoclave, para instrumental de pequeño volumen, cabe recurrir a la ebullición en agua, preferentemente conteniendo bicarbonato sódico, durante 30 minutos, o bien al empleo de una olla a presión al nivel máximo de presión de trabajo.

- *Esterilización por calor seco:*

Debe mantenerse durante dos horas a partir del momento en que el material ha llegado a los 170°C.

- *Radiaciones ionizantes:*

Basan sus efectos en la capacidad de destrucción celular. Debido a su poder de penetración, la radiación γ es la empleada en la esterilización del material sanitario, sobre todo en el ámbito industrial.

La instalación de esterilización con rayos gamma ha de cumplir unos requisitos especiales como instalación radiactiva, lo que limita totalmente su aplicación en los laboratorios, a menos que estén dentro de una institución (por ejemplo, un hospital) que disponga de una instalación adecuada para ello.

- **Esterilización con vapores químicos:**

Los agentes gaseosos, tales como el formaldehído o el óxido de etileno, tienen una actividad bactericida y esporicida en el intervalo de 30-80°C.

La esterilización, en este caso, se lleva a cabo en esterilizadores diseñados específicamente, que también se llaman autoclaves, y que permiten obtener las condiciones de presión, de temperatura y de humedad adecuadas. Funcionan de manera automática, por ciclos, e incluyen la evacuación de los fluidos.

- **Esterilización por óxido de etileno:**

Este tipo de esterilización sólo debe aplicarse a aquel material que no pueda ser esterilizado al vapor y debe llevarse a cabo por personal cualificado, informado de los riesgos que presenta su utilización, disponiendo de un protocolo de actuación bien establecido y, cuando el caso lo requiera, de los equipos de protección individual adecuados.

Los autoclaves de óxido de etileno deben ser de estanqueidad contrastada, a ser posible de doble puerta con extracción por encima de la de descarga y con aireación incorporada. Deben ubicarse en áreas aisladas, bien ventiladas y mantenidas a depresión con las adyacentes, procediéndose a un control ambiental periódico de la presencia en aire del compuesto.

Actualmente se están desarrollando sistemas denominados "de Plasma de baja temperatura" basados en el empleo de peróxido de hidrógeno y radiofrecuencias, como alternativa al empleo de óxido de etileno y formaldehído, considerados como compuestos peligrosos para la salud.

2.4.6.- Medios de desinfección contra el virus del SIDA y de la hepatitis B

A continuación se comentan una serie de procedimientos de desinfección en relación con estos tipos de virus. Si no se indica lo contrario se considera que son igualmente efectivos para ambos tipos de virus.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Instrumental quirúrgico | Autoclave de vapor a 120°C durante 20 minutos Ebullición durante 20 minutos Calor Seco 170° C durante 2 horas |
| Material anestesia | Óxido de etileno |
| Instrumental oftalmológico | Agua oxigenada al 3% durante 5-10 minutos |
| Superficies metálicas | Aldehídos asociados al 1% durante 30 minutos (Glutaraldehído+Formol+Glioxal) Alcohol etílico al 70% |
| Superficies no metálicas | Hipoclorito sódico al 0,5% durante 30 minutos |
| Jeringas y agujas | Autoclave de vapor a 120°C durante 20 minutos No productos químicos No calor seco |
| Mucosa y piel | Povidona yodada al 7,5% durante 3-10 minutos |

Tabla 4 – Usos, productos y tiempos de desinfección frente al VIH

Medios físicos

Radiaciones: El virus VIH es relativamente resistente a las radiaciones. Se ha observado una inactivación parcial del VIH a dosis de 2.5×10^5 rad de radiaciones y 5×10^3 J/m² de radiaciones de luz ultravioleta a la longitud de onda de 254 nm. En consecuencia la utilización de radiaciones es poco efectiva para la inactivación del VIH y se recomienda utilizar cualquiera de los medios que se describen a continuación, dependiendo de cada caso.

Calor: A temperatura ambiente el VIH sobrevive de 3 a 7 días en ambiente seco, mientras que a 37°C, en medio acuoso, sobrevive de 10 a 15 días. Calentando a 56°C durante 3 minutos, no se observa ninguna actividad a las 3 horas y, a temperaturas superiores a 60°C, el VIH queda rápidamente inactivado, mientras que el virus de la hepatitis B es capaz de sobrevivir 10 horas a la misma temperatura.

Medios químicos

Así como estos virus muestran una gran resistencia al calor, son, como otros retrovirus, muy sensibles a los desinfectantes químicos y a los detergentes.

El VIH se inactiva frente a soluciones recientes de hipoclorito sódico al 0.5% (solución al 10% de lejía para usos domésticos) durante 30 minutos, frente al alcohol de 70° de 1 a 15 minutos y frente a una solución de glutaraldehído al 2% durante 1 hora. Es igualmente inactivado con formol al 2% y solución de agua oxigenada al 3% de 5 a 10 minutos. Por último, se ha de tener en cuenta que el VIH es más resistente a los desinfectantes en estado seco que en estado húmedo.

El virus de la hepatitis B es resistente a ciertos antisépticos a ebullición breve y a alcohol de 70°. En cambio es muy sensible a las soluciones del 10% de lejía comercial.

IX.- ACTUACIÓN ANTE EXPOSICIÓN A PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR VIA HEMATICA¹⁰

1. Profilaxis preexposición:

| Tipo de exposición | Tipo de material | RECOMENDACIÓN DE PROFILAXIS |
|---------------------------------|---|-----------------------------|
| Percutánea | Sangre* | Recomendar |
| | Riesgo muy alto | Recomendar |
| | Riesgo alto | Ofrecer |
| | Riesgo no alto | Ofrecer |
| | Líquido que contiene sangre, otros líquidos infecciosos ⁽¹⁾ o tejidos Otros líquidos corporales | No recomendar |
| Mucosas | Sangre | Ofrecer |
| | Líquido que contiene sangre, otros líquidos infecciosos ⁽¹⁾ o tejidos | Ofrecer |
| | Otros líquidos corporales | No recomendar |
| | | |
| Piel alto riesgo ⁽²⁾ | Sangre | Ofrecer |
| | Líquido que contiene sangre, otros líquidos infecciosos ^(#) o tejidos | Ofrecer |
| | Otros líquidos corporales | No recomendar |
| | | |

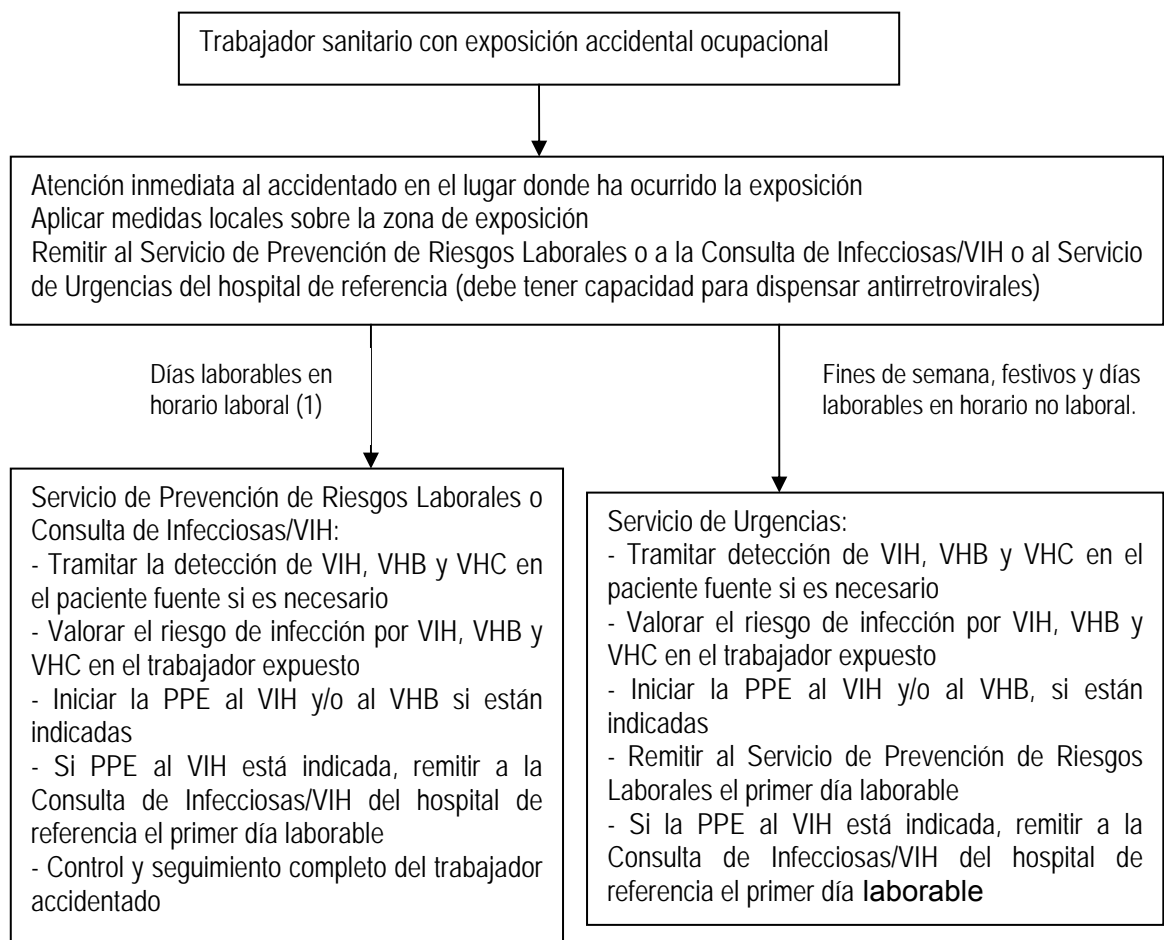
2. Recomendaciones de actuación inmediata ante exposición ocupacional frente a VHB, VHC y VIH:

| | |
|---|---|
| Exposición percutánea | Sangrado y lavado con agua corriente y jabón |
| Contaminación cutánea | Lavado con agua y jabón |
| Contaminación mucosa | Lavado con agua |
| Ojos | Irrigar con agua limpia, suero fisiológico o agua estéril o colirio de povidona yodada al 10% |
| Pueden Utilizarse productos tópicos como: • Gluconato de Clorhexedina • Povidona Yodada Por su posible efecto antiviral frente a virus hepatotropos (VHB y VHC) | |
| No se Recomienda la aplicación de agentes cáusticos (Lejía, para desinfección de la piel), ni maniobras agresivas. | |

(1) Incluye semen, secreciones vaginales, LCR y líquidos sinovial, pleural, peritoneal, pericárdico y amniótico.

(2) Los contactos cutáneos se consideran de alto riesgo cuando se trata de líquidos con carga viral de VIH elevada, el contacto es muy prolongado, el área es extensa o hay zonas de piel no íntegra.

2. Conducta a seguir ante exposición laboral accidental a material biológico a nivel hospitalario.



(1) Remitir al Servicio de Prevención de Riesgos Laborales o a la Consulta de Infecciosas/VIH según las características de cada hospital.

BIBLIOGRAFIA

1. Gomez Etxebarria CT. López Aguado, L. Benítez Ballesta A., Hernando Monroy J.R., Velasco Abasolo J., Arriaga Segura. I. Martínez Iturralde. J. y Vergara Moro V.: Manual de Prevención de Riesgos Laborales Cap XIX Ed. – CISS Valencia (1995)
2. Hernández Calleja A. y Martí Sole, M^a.D.: Contaminantes biológicos, evaluación de ambientes laborales, NTP 203: 1-8 *Instituto Nacional de Seguridad d Higiene en el Trabajo, Madrid* (1998)
3. Martí Solé M^aD, Alonso Espadalé, R.M., Constans Aubert. A. y Guardino Solá, J.: Prevención de Riesgos biológicos en el laboratorio (varios capítulos) Ed. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Madrid (1997).
4. Hernández Calleja A.: Contaminantes biológicos: criterios de valoración. NTP 409-1996. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid* (1996)
5. Real Decreto 664/4997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (BOE nº 124 de 24 de mayo de 1997)
6. Vaquero Puerta, J.L.: Higiene y Seguridad en el Trabajo. Cap. 131 Ed. Médica Europea (1989)
7. Martí Solé, M.D., Alonso Espadalé, R.M. y Constans Aubert, A.: Patógenos transmitidos por la sangre: un riesgo laboral. NTP 398: 1-4. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* (1995)
8. Constans Aubert, A.: Exposición a agentes biológicos: Seguridad y buenas prácticas de laboratorio. NTP 376. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* Madrid (1995).
9. Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Cuadro de Enfermedades Profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro
10. Recomendaciones de la SPNS/GESIDA/AEP/ CEEISCAT/SEMP sobre la profilaxis postexposición frente al VIH, VHB y VHC en adultos y niños, 2008
11. Gestal Otero, S.J.: Riesgos del trabajo del personal sanitario. 2^a edición. Madrid Interamericana/McGraw 1993.
12. Organización Mundial de la Salud- Manual de bioseguridad en el laboratorio. Varios capítulos OMS (1983)
13. Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269 de 10 de noviembre).
14. Updated U.S. Public Health Service Guidelines for the Management of Occupational Exposures to HBV, HCV, and HIV and Recommendations for Postexposure Prophylaxis. MMWR Recomm Rep. 2001;50:1-52.
15. Alter MJ. The epidemiology of acute and chronic hepatitis C. Clin Liver Dis. 1997;1:559-vii.
16. Lanphear BP, Linnemann CC, Jr., Cannon CG, DeRonde MM, Pandy L, y Kerley LM. Hepatitis C virus infection in healthcare workers: risk of exposure and infection. Infect Control Hosp Epidemiol. 1994;15:745-50.
17. Mitsui T, Iwano K, Masuko K, Yamazaki C, Okamoto H, Tsuda F et al. Hepatitis C virus infection in medical personnel after needlestick accident. Hepatology. 1992;16:1109-14.
18. Puro V, Petrosillo N, y Ippolito G. Risk of hepatitis C seroconversion after occupational exposures in health care workers. Italian Study Group on Occupational Risk of HIV and Other Bloodborne Infections. Am J Infect Control. 1995;23:273-7.
19. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. Edita *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid* (2001) Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

20. Real Decreto 822/1993 de 28 de Mayo, sobre buenas prácticas de laboratorio (BPL) (BOE de 29/5/93).
21. Grady GF, Lee VA, Prince AM, Gitnick GL, Fawaz KA, Vyas GN et al. Hepatitis B immune globulin for accidental exposures among medical personnel: final report of a multicenter controlled trial. *J Infect Dis.* 1978;138:625-38.
22. Palmovic D, y Crnjakovic-Palmovic J. Prevention of hepatitis B virus (HBV) infection in health-care workers after accidental exposure: a comparison of two prophylactic schedules. *Infection.* 1993;21:42-5.
23. Puro V, De Carli G, Cicalini S, Soldani F, Balslev U, Begovac J et al. European recommendations for the management of healthcare workers occupationally exposed to hepatitis B virus and hepatitis C virus. *Euro Surveill.* 2005;10:260-4.