

1. Introducci3n

2. Tipos de material seg3n su duraci3n

2.1. Material fungible

2.2. Material volum3trico

2.3. Clasificaci3n del material volum3trico atendiendo al tipo de calibraci3n al que se ha sometido

2.4. Material volum3trico habitual en el laboratorio

2.5 Clasificaci3n del material fungible no volum3trico

3. Material inventariable. Aparataje

INTRODUCCI3N
Con el fin de que llevar a cabo una introducci3n eficaz que sirva de pilar en la adquisici3n de conocimientos en este m3dulo y en el ciclo formativo en general, comenzamos con el estudio del elemento fundamental entorno al cual girar3 la actividad profesional del T3cnico Superior en Laboratorio de Diagn3stico Cl3nico: el material y equipamiento de laboratorio. Por otro lado, es necesario remarcar que no s3lo nos interesa conocer la funci3n y uso de cada uno, sino que adem3s debemos ser capaces de reconocer y poner en pr3ctica las precauciones de uso
. TIPOS DE MATERIAL SEG3N SU DURACI3N
Seg3n su duraci3n, distinguimos dos tipos de material: • Material fungible o de vida corta, que es el que se deteriora con su uso. Puede ser de un solo uso como ocurre con las pipetas desechables, jeringas, lancetas o guantes, o bien reutilizable, que permite ser limpiado tras su uso para volverse a emplear (aunque debe ser repuesto cada cierto tiempo) como ocurre con el material de vidrio. • Material inventariable o de vida larga, que es el material que aunque se deteriore con el uso, puede ser funcionando correctamente, tan solo con un reglaje o reposici3n de piezas en mal estado. Material de este tipo es la mayor parte del aparataje del laboratorio: centrifugadoras, autoclaves, microscopios, placas calefactoras,...
2.1. MATERIAL FUNGIBLE
Por lo general en el laboratorio los utensilios se constituyen a partir de los siguientes materiales: • vidrio • pl3stico • porcelana Cada tipo de material posee sus ventajas e inconvenientes que ser3n comentadas a continuaci3n. Â <u>VIDRIO:</u>

Este material posee las siguientes ventajas: alta resistencia química, alta estabilidad, y transparencia.

Los inconvenientes son: baja resistencia mecánica, disminución de la estabilidad a medida que aumenta la temperatura y difícil manejo debido a su alto peso.

Debido a los inconvenientes señalados no todo vidrio es adecuado para su uso en el laboratorio, por lo que actualmente se han desarrollado una alta variedad de vidrios con distintas propiedades siendo el más habitual en fungible de laboratorio el vidrio borosilicatado al poseer entre sus propiedades:

- alta resistencia química,
- alta resistencia mecánica.

Â

PLÁSTICO:

Las ventajas del plástico en relación al vidrio son las siguientes:

- alta resistencia mecánica,
- bajo peso (fácil manejo)
- bajo coste

Los inconvenientes de este material son:

- baja resistencia física (calor)
- baja resistencia química (puede ser degradado por ácidos fundamentalmente).

Actualmente para salvar estos inconvenientes se utilizan plásticos tratados que son mucho más resistentes a los agentes químicos y físicos por lo que pueden ser sometidos a muy elevadas temperaturas (incluso ser esterilizados).

Gracias a estas ventajas presentadas por los plásticos tratados, actualmente cada vez más este material está desplazando al vidrio en la fabricación de material fungible.

Debemos recordar que en el laboratorio es imprescindible el trabajo en condiciones de máxima asepsia para evitar interferencias en los resultados analíticos obtenidos. Gracias al bajo coste del plástico se está extendiendo el uso de fungible comercializado estéril y de un solo uso.

Â

PORCELANA:

Cada vez es menos utilizado este material en la fabricación de utensilios o materiales de laboratorio debido a su alto peso y por tanto a su alta dificultad en el manejo. Una de las ventajas de la porcelana es su elevada resistencia térmica (muy estable a altas temperaturas), por lo que su uso actual se limita a aquellos casos en los que la temperatura a la que debe ser sometido sobrepasa los 200 grados.

Â

2.2. MATERIAL VOLUMÉTRICO

En todo laboratorio encontramos gran variedad de material volumétrico pues la medición de volúmenes es práctica habitual.

Debido a la importancia y uso frecuente de este, debemos conocer qué se entiende por material volumétrico así como ser capaces de identificar y manejar adecuadamente este material.

Definición de material volumétrico: material destinado a la medición y transferencia exacta de volúmenes.

El diseño de este material es tal que pequeñas variaciones del volumen contenido, provocan grandes variaciones en su nivel.

En la mayoría de los casos el material volumétrico es de vidrio al ser más resistente a la dilatación por la temperatura, minimizándose de este modo la influencia de la temperatura en la medida.

Además de lo comentado debemos conocer lo siguiente:

- **Diseño:** El material volumétrico es diseñado a una determinada temperatura, por lo general 20 °C, debemos recordar que el volumen ocupado por una determinada masa de líquido varía con la temperatura por lo que variaciones acusadas en la temperatura del líquido a medir pueden conllevar un error en la medición.
- **Calibración:** No todo el material volumétrico ha sido calibrado del mismo modo distinguiéndose: instrumentos calibrados para verter e instrumentos calibrados para contener. (se explicará esta diferencia más adelante).
- **Error de paralaje:** En el uso del material volumétrico debemos cuidar el error de paralaje para conseguir de este modo volúmenes exactos. Lo primero que debemos conocer es qué entender por error de paralaje. Se trata del desplazamiento aparente de un objeto cuando se observa desde diferentes puntos. Para evitar este error de paralaje el ojo del observador debe situarse al mismo nivel que la superficie del líquido (A) debiendo coincidir la parte inferior del menisco formado por el líquido con el volumen deseado. Al punto o línea formada se le denomina línea de enrase. Si la lectura del volumen se observa el menisco por encima leeremos un volumen inferior al real (B) y viceversa (C).

2.3. CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL VOLUMÉTRICO ATENDIENDO AL TIPO DE CALIBRACIÓN AL QUE SE HA SOMETIDO

- Instrumentos diseñados para verter:

Suelen llevar la indicación vert, ext o TD. En este tipo de material parte del líquido queda adherido por humectación a sus paredes, siendo este líquido retenido tenido en cuenta en la calibración, por lo que la cantidad de líquido vertido corresponderá exactamente al volumen indicado.

- Instrumentos diseñados para contener:

Suelen llevar la indicación Tc. A diferencia del caso anterior, en este tipo de material la cantidad de líquido vertido se ve disminuido en la cantidad de líquido que permanece adherido a la pared del vidrio.

Â

2.4. MATERIAL VOLUMÉTRICO HABITUAL EN EL LABORATORIO

A continuación, realizaremos un recorrido por aquel material volumétrico digno de destacar al ser habitual en laboratorio.

Material volumétrico de vertido.

El material volumétrico de vertido más habitual en el laboratorio son las pipetas. Existen distintos tipos de pipetas que se comentan a continuación:

- **PIPETAS GRADUADAS:**

Son las más habituales, existen pipetas graduadas de muy diversas capacidades (volúmenes) siendo las más usadas las siguientes: 10, 5, 2, 1 y 0.5 ml.

Poseen en su parte superior una banda de color que varía en función de la capacidad de la misma. Tal como se ha comentado anteriormente al ser material volumétrico diseñado para el vertido en la calibración de ésta se ha considerado el volumen que ha quedado retenido en sus paredes por humectación.

Â

En algunos casos presentan en su parte superior la inscripción "Blow out", esto significa que debemos soplar para conseguir el volumen deseado pues la calibración no ha considerado la pérdida por humectación.

Lo más habitual es encontrarlos con pipetas de material de vidrio (pueden ser esterilizadas cuando se requieran condiciones de esterilización del material). Actualmente se está imponiendo el uso de pipetas graduadas de material plástico desechables. Éstas se adquieren en envases individuales y estériles de este modo se facilita el trabajo en el laboratorio y se evita que por errores en la esterilización pueda existir una interferencia entre muestras y errores en el resultado analítico.

NOTA:

Es peligroso pipetear con la boca, por ello se utilizan dispositivos que se acoplan a la parte superior de las pipetas permitiendo la toma del volumen de un modo automático, evitando de este modo sustos y riesgos innecesarios. Se denominan prepipetas.

Â

- **PIPETAS AFORADAS:**

Se utilizan para medir un único volumen al ser no graduadas. Poseen un ensanchamiento central en el que se indica su capacidad y temperatura a la que han sido calibrados.

- **MICROPIPETAS:**

También reciben la denominación de pipetas Lambda. Son las más utilizadas cuando se trabaja con volúmenes muy pequeños y éstas son las indicadas en estos casos.

El prefijo micro hace referencia al pequeño volumen con el que trabajan (por lo general siempre inferior a 1 ml : 1000 microlitros).

Pueden ser de capacidad fija o modulable siendo estas últimas las más habituales y de mayor calidad.

Â

Son automáticas y su punta es desechable (al ser automáticas son muy caras siendo éste su mayor inconveniente).

- BURETA.

Material volumétrico de vertido que se caracteriza por presentar en su extremo inferior una llave para dispensar volúmenes.

Se utiliza para valorar soluciones de concentración desconocida.

- DISPENSADORES AUTOMÁTICOS:

Material volumétrico caracterizado por proporcionar un volumen fijo de vertido.

Consiste en un recipiente sobre el cual se instala un dispositivo que al presionar permite el vertido de un determinado volumen.

Material volumétrico de contención.

- PROBETAS

Son recipientes graduados, de forma cilíndrica, con una base para la sujeción en su parte inferior; suelen tener un pico en su parte superior para facilitar el vertido del líquido contenido. Su utilidad es la medición de volúmenes pero de forma menos precisa que en los casos anteriores, al ser el menisco de mayor tamaño. Pueden ser de plástico o vidrio.

- MATRACES AFORADOS

Tienen forma de pera con fondo plano o ligeramente convexo, y un cuello en el cual llevan marcada una línea de aforo con su capacidad (25, 50, 100 ml...). Pueden llevar un tapón de vidrio esmerilado, caucho o plástico. Son muy utilizados en la práctica de disoluciones.

Â

2.5. CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL FUNGIBLE NO VOLUMÉTRICO

En un laboratorio encontramos alta variedad de material fungible, no todo el es volumétrico.

Clásicamente se distingue entre:

- MATERIAL BÁSICO DE LABORATORIO
- MATERIAL ESPECÍFICO DE LABORATORIO

El material básico es aquel de uso frecuente en cualquier tipo de laboratorio.

- VASOS DE PRECIPITADO

Recipientes poco calibrados, anchos, de paredes rectas y provistas de un pico que sirve para verter fácilmente los líquidos.

Â

Sirven para preparar reactivos o contener sustancias en general. Son de plástico o vidrio.

- TUBOS DE ENSAYO

Pequeños vasos tubulares que sirven para calentar las sustancias o efectuar reacciones en ellos. Existen tubos de ensayo de muy diversas formas (con/sin tapón, con/sin graduación, de uso múltiple/desechables,...) y distintos materiales (plástico, vidrio). En función de la forma de su fondo los diferenciamos:

• **° tubos de ensayo de fondo cónico** (se utilizan para el centrifugado)

• **° tubos de ensayo de fondo cilíndrico** (se utilizan para la práctica de la mayoría de las determinaciones analíticas, pero también pueden ser utilizados en la centrifugación).

- **FRASCOS LAVADORES**

Recipientes de plástico flexible que se llenan con agua destilada y sirven para lavar el material, pues el último enjuague de éste debe ser dado con agua destilada. Su capacidad suele oscilar entre 0.5 y 1 litro.

- **VARILLAS DE VIDRIO O AGITADOR**

Se utilizan para agitar o mover sustancias, es decir, facilitan la homogenización.

- **MATERIAL DE DISECCIÓN:**

Son objetos metálicos como tijeras, pinzas, bisturís y demás elementos que ayudan en el manejo de muestras de tejidos para su procesamiento.

•

- **TRÍPODES**

Son utensilios de hierro que presentan tres patas y se utilizan para sostener materiales que van a ser sometidos a un calentamiento.

- **REJILLA O TELA DE ALAMBRE**

Es una tela de alambre de forma cuadrangular con la parte central recubierta de asbesto, con el objeto de lograr una mejor distribución del calor. Se utiliza para sostener utensilios que se van a someter a un calentamiento y con ayuda de este utensilio el calentamiento se hace uniforme.

- **MECHERO DE BUNSEN**

Es un utensilio metálico que permite calentar sustancias. Este mechero de gas que debe su nombre al químico alemán ROBERT W. BUNSEN. Puede proporcionar una llama caliente (de hasta 1500 grados centígrados), constante y sin humo, por lo que se utiliza mucho en los laboratorios. Está formado por un tubo vertical metálico, con una base, cerca de la cual tiene la entrada de gas, el tubo también presenta un orificio para la entrada de aire que se regula mediante un anillo que gira. Al encender el mechero hay que mantener la entrada del aire cerrada; después se va abriendo poco a poco. Para apagar el mechero se cierra el gas.

Con ayuda del collarín se regula la entrada de aire. Para lograr calentamientos adecuados hay que regular la flama del mechero a modo tal que ésta se observe bien oxigenada (flama azul).

- **MORTERO DE PORCELANA CON PISTILO O MANO**

Son utensilios hechos de diferentes materiales como: porcelana, vidrio o Ágata, los morteros de vidrio y de porcelana se utilizan para triturar materiales de poca dureza y los de Ágata para materiales que tienen mayor dureza.

- GRADILLAS

Soporte para sujetar los tubos de ensayo, ependorfs,... Son de distinta forma y tamaño por lo general de acero o plástico y con tamaño de retícula que va en función de su uso.

- VIDRIOS DE RELOJ

Se utilizan entre otras, para pesar pequeñas cantidades de soluto. Son fundamentalmente de porcelana.

- ESPÁ TULA

Es un utensilio que permite tomar sustancias químicas con ayuda de este utensilio evitamos que los reactivos se contaminen.

- CÁPSULA DE PORCELANA

Este utensilio está constituido por porcelana y permite calentar algunas sustancias o carbonizar elementos químicos, es un utensilio que soporta elevadas temperaturas. Al usar la capsula de porcelana se debe tener en cuenta que esta no puede estar vencida, pues de lo contrario, podría llegar a estallar.

- ESCOBILLAS O ESCOBILLONES

Sirven para la limpieza del material de vidrio.

- EMBUDOS

Por embudo se entiende distinto material, que presenta distintas formas, en función a lo cual, el destino será distinto:

Áº embudo normal: se utiliza para facilitar el vertido de una sustancia en un recipiente. Otra de sus misiones es el filtrado, permitiendo separar sustancias sólidas y líquidas.

Áº embudo de decantación: se utilizan para la separación de líquidos.

- CRISTALIZADOR

Un cristalizador es un recipiente de vidrio de base ancha y poca estatura. Su objetivo principal es cristalizar el soluto de una solución, por evaporación del solvente; aunque se lo puede emplear para muchos otros usos, como tapa, como contenedor, etc. El objetivo de la forma es que tenga una base ancha para permitir una mayor evaporación.

- FRASCOS REACTIVOS

Permiten guardar sustancias para almacenarlas, los hay de color ámbar y transparentes, los primeros se utilizan para guardar sustancias que son afectadas por los rayos del sol, los segundos se utilizan para contener sustancias que no son afectadas por la acción de los rayos del sol.

- MATRACES

Además de los matraces volumétricos (matraces aforados que permiten medir un determinado volumen), debemos conocer por su uso frecuente en cualquier laboratorio otros matraces que se utilizan para calentar disoluciones, elaboración de medios de cultivo...

Pueden ser de distintos tipos:

• *matraces de fondo plano y cuello corto (Erlenmeyer)*

• *matraces de fondo redondo (también conocidos como matraz balón) se utilizan para el calentamiento al baño maría.*

- CUBETAS

Pueden ser de vidrio o plástico. Se utilizan para contener líquidos, normalmente empleados en una secuencia de tinción. Suelen tener muescas para depositar los portaobjetos.

- RECIPIENTES PARA RECOGIDA DE MUESTRAS

Sirven para recoger muestras de orina, semen, heces... suelen ser de material plástico, con tapón de rosca y boca ancha.

Algunos llevan incorporados una tapa con un palillo que facilita la recogida de la muestra, son tubos alargados con un escobillón de algodón en su interior que se llaman hisopos, y se suelen utilizar cuando la muestra no es abundante, como ocurre en el caso de secreciones ácidas, secreciones conjuntivas y uretrales.

- PIPETAS PASTEUR

Se utilizan para portar cantidades de líquido (muestras biológicas) en pequeño volumen. Por lo general se utilizan de material plástico y por tanto desechable.

- PIPETAS DE THOMA

Se utilizan por ejemplo en hematología para hacer diluciones sanguíneas que son necesarias para realizar los recuentos sanguíneos.

- PORTAS

Pueden ser de distintos tipos. Por lo general poseen una forma rectangular y son de material de vidrio tratado.

• portas esmerilados

• portas normales

• portas escavados: tienen una depresión central y se utilizan para observar in vivo distintas células: microorganismos, espermatozoides.

•

- CUBRES

El tamaño más utilizado es el de 22 mm x 22 mm, y junto con los portas, se utilizan en todos los tipos de laboratorio: anatomía patológica, biología celular, bioquímica e incluso microbiología.

La función de los cubres o cubreobjetos es conservar las distintas preparaciones microscópicas durante un periodo de tiempo superior al cubrirlas totalmente.

- PLACAS DE PETRI

Se utilizan bastante en Microbiología y se usan para el cultivo de microorganismos y para la realización de otras técnicas tales como el antibiograma. Las hay de cristal, pero cada vez más se comercializan de plástico, y pueden venir vacías o contener ya el medio de cultivo.

- ASAS DE SIEMBRA

Se utilizan en Microbiología para sembrar cultivos de microorganismos. Tienen un mango y un alambre que acaba recto o en forma de asa y pueden ser de platino que tienen el inconveniente de que antes de usarlas debemos flamearlas (de este modo se desinfectan). También las hay de plástico (desechables).

- CÁMARAS DE RECuento

Se utilizan para llevar a cabo, con ayuda del microscopio óptico, el recuento de células en distintas muestras biológicas. Tienen el tamaño de un porta y su zona central se encuentra deprimida ligeramente además de reticulada. Existen distintos modelos que difieren en el retículo que presentan las más utilizadas son:

° Neubauer: en la que la profundidad de la cámara es de 0.1 mm y presenta reticulación.

° Fuchs- Rosenthal: donde la profundidad de la cámara es de 0.2 mm y se utiliza para el recuento de células en líquidos corporales (LCR, sinovial,...)

° Makler: cámara de recuento utilizada actualmente para el estudio celular de muestras seminales.

° Thoma: se utiliza solo para el recuento de eritrocitos.

- CAPILARES

Son tubitos de vidrio de calibre muy estrecho y se utilizan para tomar micromuestras de sangre u otros líquidos que ascienden por capilaridad.

- PIPETERO

Se utilizan para esterilizar las pipetas de vidrio en el autoclave.

°

3. MATERIAL INVENTARIABLE. APARATAJE

- NEVERAS Y CONGELADORES:

Son equipos de laboratorio que sirven para producir conservación por enfriamiento o congelación.

- BAINOS:

Son recipientes con agua cuya temperatura puede ajustarse. Algunos disponen de sistema de agitación y de esta manera permiten garantizar que en todo el recipiente la temperatura sea homogénea.

Â

Â

Â

Se emplean para la incubaci3n de reactivos, muestras o mezclas de muestra y reactivo y cultivos en medio l3quido.Â

- CENTRIFUGADORA O CENTR3 FUGA:

Es un aparato que nos proporciona una t3cnica de separaci3n que est3 basada en el movimiento de las part3culas, de modo que 3stas son desplazadas al extremo distal del eje de rotaci3n seg3n sus diferentes masas y formas. Se usa para la separaci3n del suero o plasma sangu3neo, para concentraci3n de c3lulas, separaci3n de sustancias,... Tambi3n existen otras variantes como la microcentr3-fuga para determinaciones hematol3gicas.Â

- AUTOCLAVE:

El autoclave es el instrumento del laboratorio que produce esterilizaci3n por calor h3medo, entendiendo por esterilizaci3n la capacidad de destruir todos los microorganismos incluyendo las formas esporuladas que son capaces de sobrevivir a 100Â° C. El fundamento de la autoclave se base en producir vapor de agua a temperaturas mayores de 100 Â° C, al aumentar la presi3n de vapor sobre el agua en su interior. Existe una relaci3n entre la presi3n de vapor y la temperatura en grados cent3-grados por lo que, al regular la presi3n en el interior del autoclave por medio de una v3lvula, obtendremos el calor h3medo a temperatura deseada. Este aparato sirve para esterilizar ropa, textil, goma, metales, l3quidos. En el laboratorio cl3nico su uso est3 circunscrito a la esterilizaci3n de medios de cultivo y material biol3gico contaminado antes de proceder a su eliminaci3n.

- MICROTOMO:

El microtomo es un instrumento con el que se realizan secciones titulares (cortes) de espesor microm3trico para permitir su posterior observaci3n microsc3pica.

Â

- CAMPANA DE EXTRACCI3 N DE GASES:

Es un sistema de extracci3n localizado que tiene como objetivo captar sustancias t3xicas, abrasivas o contaminantes en el lugar m3s pr3ximo posible del foco contaminante, evitando que se difunda al ambiente.

Â

- BALANZA.

Es un instrumento utilizado para medir las masas de los cuerpos. Seg3n su sensibilidad, las balanzas pueden ser:

- de precisi3n
- anal3ticas
- microbalanzas

Según el sistema de funcionamiento pueden ser:

- electrónicas
- Mecánicas

La balanza clásica se compone de una barra metálica llamada cruz, provista de tres prismas de acero llamados cuchillos.

La balanza de precisión es un aparato que está basado en métodos mecánicos y puede tener una sensibilidad de hasta una diezmilésima de gramo.

•

- CRÓNOMETROS

Se utilizan para medir tiempos. Es de capital importancia en los protocolos de prácticas, ya sea para medir un tiempo muy breve o como para que nos avise tras esperas prolongadas.

- ESTUFAS

Recipiente termostatzado, con cierre hermético y aislamiento del exterior, La temperatura del aire del interior puede ajustarse y mantenerse. Los hay de diversos tipos. Su uso es la incubación en ellas de cultivos microbiológicos, secado de medios empleados, secado de material de vidrio, etc.

- PHMETRO

Se utiliza para la medida precisa del pH de las disoluciones. Cuando sólo interesa una medida aproximada se utiliza el papel indicador.

- AGITADORES

Existen numerosos sistemas de agitación con un mismo fundamento y distintas presentaciones. Pueden ser de velocidad fija o variable. El más usado es el agitador magnético, que usa un sistema de imanes para agitar preparaciones en recipientes de fondo plano. Puede llevar acoplado un calefactor. Muy utilizado para la preparación de soluciones y medios de cultivo. También pueden emplearse agitadores de tubos o vortex.

- ESPECTRÓGRAFO O ESPECTROFOTÓMETRO

Permiten el estudio de los espectros electromagnéticos, de absorción o emisión, de las sustancias. Ello permite su identificación, el estudio la estructura de los compuestos, conocer su composición, etc.

- PLACAS AGITADORAS CALEFACTORAS

Sistema que aglutina un sistema de calefacción junto dispositivo que mediante imanes permite agitar y mezclar una muestra, disolución,...

- MICROSCOPIO

El microscopio no podía faltar como material inventariable de excepción. Dicho aparato se encuentra presente en todos y cada uno de los laboratorios, con independencia de su naturaleza. Debido a la importancia de dicho instrumento, se dedicará al mismo una unidad didáctica completa en la asignatura de Hematología.

- PLACA CALEFACTORA

Sistema que mediante una superficie de transmisión homogénea de calor, se emplea principalmente para acelerar el secado de portaobjetos con muestras o para calentar material metálico.

- DISPENSADOR DE PARAFINA

Dispositivo a modo de contenedor que pasa a estado líquido la parafina sólida. Consta de un grifo que permite su dosificación controlada.

Â

UNIDAD 2: CONTROL DE RIESGOS Y SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO

1. Introducción

2. Nociones generales

3. Tipos de daños

4. Medidas generales de seguridad. Barreras

5. Problemas frecuentes de carácter general

6. Recomendaciones básicas en el día a día del laboratorio

7. Esterilización, desinfección y descontaminación

8. Envío de muestras

9. Gestión de residuos

Â Â Â 9.1. Criterios para desechar materiales

10. Riesgo del uso de sustancias químicas

11. Efectos toxicológicos de los disolventes orgánicos

Â Â Â 11.1. Principales sustancias explosivas

Â Â Â 11.2. Actuación de emergencia ante un accidente químico

12. Riesgo biológico en el laboratorio de diagnóstico clínico

Â Â Â 12.1. Rutas de infección en el laboratorio

Â Â Â 12.2. Transporte y recepción de muestras infecciosas

Â Â Â 12.3. Clasificación de microorganismos según su biopeligrosidad

13. Riesgos derivados del equipamiento existente en un laboratorio de diagnóstico clínico

Â Â Â 13.1. Normas básicas sobre los aparatos del laboratorio

14. Riesgos eléctricos y por el fuego

15. Riesgo de irradiación

Â

Control de riesgos y seguridad en el laboratorio de diagnóstico clínico.

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de llevar a cabo una instrucción eficaz que sirva de pilar en la adquisición de las destrezas básicas de laboratorio, comenzamos con el estudio de un elemento fundamental en torno al cual girará la actividad profesional de técnico: la prevención de riesgos laborales. El laboratorio de Diagnóstico Clínico presenta riesgos diversos cuyo conocimiento nos ayudará a salvaguardar nuestra integridad física en todo momento.

En este capítulo también se hace una breve reseña a las obligaciones legales que como trabajador del ámbito sanitario tiene el Técnico de Laboratorio de Diagnóstico Clínico.

Â

2. NOCIONES GENERALES

LA SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.

El término seguro supone que algo está libre o exento de riesgo. Se aplica también a mecanismos que tienen un buen funcionamiento. Podríamos pues, definir la seguridad en el laboratorio como la situación carente de riesgos, o con un riesgo limitado, que resulta del cumplimiento de un conjunto de normas y prácticas dictadas para lograr este fin.

En principio, el trabajo en un laboratorio no es peligroso por sí mismo. Sin embargo, existe la posibilidad de que se produzcan accidentes; debido a la exposición a máquinas, sustancias químicas, radiaciones,... todos estos elementos son factores potenciales de riesgo que pueden producir lesiones y enfermedades.

Todo aquello que constituya un riesgo potencial debe ser adecuadamente identificado y clasificado en términos de lo que es y no es razonable y aceptable.

La seguridad, es un tema olvidado por muchos y no considerado por otros. No siempre una determinada titulación profesional va ligada a habilidades y conocimientos de procedimientos de seguridad.

Â

Â

Se habla de seguridad como un conjunto de protocolos de trabajo que deben incluir no sólo el conocimiento del riesgo y las normas de prevención sino también la definición de las normas de actuación cuando la seguridad se quiebra y ocurre el accidente. Un ejemplo: hay que tener un sistema de trabajo que evite el contagio manipulado las muestras del laboratorio de microbiología en un ambiente controlado. Pero, ¿qué ocurre si se rompe el tubo de ensayo que alberga el cultivo y alguien se corta con un trozo de vidrio?, ¿y si alguien se corta con la cuchilla del microtomo o se pincha con la aguja de una jeringa de extracción de muestras mientras trabaja? ¿podrá corresponder esa muestra a un paciente con hepatitis B o estamos exentos de riesgo si el historial revela que los estudios que se pretendían sólo consistían en hacer un seguimiento de la posible recidiva de un tumor? Todos los supuestos o situaciones similares a esta deben estar previstos.

Las normas de seguridad no son todas universales y cada laboratorio debe ser capaz de definir sus propios protocolos que todo el personal debe conocer y cumplir.

3. TIPOS DE DAÑOS

Los daños que pueden producirse al trabajador en un laboratorio se clasifican en:

- Daños inmediatos o directos. Las lesiones se manifiestan en el momento del accidente. Por ejemplo: daños por electricidad, accidentes con instrumentos o aparatos, quemaduras por ácidos,...
- Daños indirectos. No se manifiestan en el momento del accidente, requieren de un periodo de incubación o una exposición prolongada. Por ejemplo: infecciones adquiridas en el laboratorio, enfermedades por exposición a tóxicos (hepatopatías, lesiones del nervio óptico, cáncer,...).

Cualquier laboratorio, constituye un área donde nos exponemos a una variedad de factores de riesgo potencial de sufrir daños. El peligro es consecuencia de una serie de factores independientes o interrelacionados, por lo común vinculados con estas categorías:

1.

2.

En primer lugar, las sustancias químicas que se manipulan son muy diversas y habitualmente son almacenadas dentro del propio laboratorio. Estas sustancias pueden ejercer efectos adversos sobre la persona que las maneja o la atmósfera de trabajo, e incluso pueden extenderse fuera del laboratorio, en este último caso por su carácter explosivo o por defecto de los mecanismos de eliminación o depuración.

Al peligro potencial de las sustancias químicas, debe añadirse el derivado de la manipulación de tejidos no fijados y muestras de líquidos corporales, que encierran la posibilidad de infección del personal que los maneja, problema cada vez más frecuente.

Por otra parte, son también factores de riesgo potencial los medios eléctricos y de combustión existentes en el laboratorio (mecheros y bombonas de gas o alcohol, interruptores y tomas de electricidad, etc.), que directamente o como inductores, al actuar sobre determinados compuestos químicos, pueden propiciar incendios y explosiones o acentuar la capacidad de ignición de otras sustancias.

A estos peligros se añaden los derivados del uso incorrecto de radiaciones ionizantes, así como los riesgos de la electricidad (electrocución), el frío (congelación) y el uso de instrumentos cortantes.

Frente a todos estos peligros potenciales se impone el cumplimiento de unas normas básicas de seguridad, recogidas en la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo y la de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), actualmente vigente y demás leyes complementarias.

La primera norma básica consiste en adquirir conciencia de que la seguridad depende de todos y cada uno de los miembros del servicio de LDC y de la aplicación del «sentido común» a todo nuestro proceder en el laboratorio.

3.

4.

5.

4. Medidas generales de seguridad. Barreras

4. MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD. BARRERAS

La seguridad como prevención viene definida por una serie de barreras. Si las barreras fallan y ocurre el accidente, es preciso efectuar un tratamiento precoz y adecuado para evitar un mal mayor, y posteriormente hacer un diagnóstico del fallo. En función de las respuestas deben modificarse los protocolos de trabajo.

Las barreras, como norma general, se rompen por fallos humanos y / o errores mecánicos. Podemos diferenciar distintos tipos de barreras:

BARRERAS PRIMARIAS

Las localizadas en torno al origen del riesgo. La mejor protección existente es: buena práctica (técnica de trabajo rigurosa y ordenada), contenedores y equipo así como instrumental adecuado. El uso de desinfectantes (que deben estar preparados y a mano) en caso de derrames o salpicaduras de sangre y productos orgánicos es una medida precoz y sumamente efectiva.

Las cabinas de seguridad se usan cuando existe riesgo de emanaciones químicas (cabinas de gases) o de formación de aerosoles, o bien con microorganismos peligrosos (cabinas de bioseguridad).

Â

Â

BARRERAS SECUNDARIAS

Localizadas en el entorno del operador. Incluir la higiene personal rigurosa, la vacunación, programas de salud laboral y la vestimenta:

- Ropa: Debe llevarse siempre bata. Se desecharán las sandalias, ya que al llevar los dedos al aire están expuestos a recibir un vertido o a dañarse con cristales rotos.
- Guantes: Su uso está recomendado cuando se trate de sangre, materiales relacionados con hepatitis y SIDA, y para manejo de agentes patógenos, sin embargo, el uso de guantes hace perder sensibilidad y destreza pudiendo resultar más peligrosa su utilización en determinadas circunstancias. Debe prevalecer el sentido común y la experiencia. Los guantes han de usarse para procesar secuencialmente una serie, por ejemplo: cargar pocillos en analizador, decantar tubos, etc., y después deben ser desechados. Hay que tener precaución para no transformarlos en un vehículo de transmisión de la infección por todo el laboratorio.
- Gafas: El uso de anteojos o visores debe reservarse para manipular sustancias químicas en laboratorios químicos, o para abrir autoclaves en algunas condiciones.

Pelo: no debe llevarse largo, puede dar lugar a un incendio al pasar cerca de mecheros, ser aspirado por algún aparato, o provocar la caída de frascos o matraces.

Â

Â

Â

BARRERAS TERCARIAS

Localizadas alrededor del laboratorio. Estas barreras evitan que los riesgos del laboratorio puedan repercutir en la salud de la comunidad. La regla a seguir es que ningún material tóxico o infeccioso abandone el laboratorio.

No se debe salir del laboratorio con ropa de trabajo, guantes,... Debe existir un acceso restringido, sobre todo a determinadas áreas del laboratorio.

Debe haber contenedores especiales para material biopeligroso, sistemas autoclaves e incineradores para los desechos contaminados, y un sistema especial de recogida de residuos radiactivos.

Â

Â

Â

Â

5. PROBLEMAS FRECUENTES DE CARÁCTER GENERAL

- Ventilación: al menos 6 cambios de aire por hora en cada habitación.
- Vidrio: atención a los cortes con: pipetas rotas o despuntadas
- Calor: señalizar las superficies calientes o partes de aparatos que pueden calentarse.

Otros: ruidos, mobiliario no confortable, etc.

6. Recomendaciones básicas en el día a día del laboratorio

Â

6. RECOMENDACIONES BÁSICAS EN EL DÍA A DÍA DEL LABORATORIO

Existen una serie de recomendaciones básicas estándar, comunes a todos los laboratorios, y que toda persona que trabaje con ellos debe conocer:

- Mostradores limpios y ordenados, superficies descontaminadas con desinfectantes (hipoclorito de sodio).
- Aparato o pipeta mecánica para la manipulación de cualquier líquido o muestra biológica, reactivos venenosos,...
- Los objetos agudos (agujas, hojas de bisturí,...) se consideran potencialmente infectantes y han de ser manejados con extraordinario cuidado. Las agujas han de desecharse en envases resistentes a la punción.
- Llevar la indumentaria adecuada y exclusiva para el laboratorio.
- Cuidar el manejo de los instrumentos de laboratorio.
- Realizar con extrema precaución todos los procedimientos y manipulaciones de material potencialmente infeccioso para evitar gotas o aerosoles o usar cabinas de seguridad.
- Todos los materiales de trabajo potencialmente contaminados tienen que ser descontaminados antes de su reutilización o desecharlos.
- Todos los trabajadores han de lavar las manos tras acabar las actividades de laboratorio y quitar la bata antes de retirarse.
- No fumar, comer, ni beber en el laboratorio.
- No aplicar cosméticos.

- No tocar, ni frotar los ojos.
- Conocer, antes de utilizar una sustancia química, sus peculiaridades, sus peligros y la forma de evitarlos.

Manipular las muestras, sustancias químicas, material radiactivo, etc., en lugar apropiado (cabina de flujo laminar, campana de extracción de gases, etc.).

7. Esterilización, desinfección y descontaminación

Â

7. ESTERILIZACIÓN, DESINFECCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN

Existen distintos agentes con capacidad para eliminar los microorganismos. Se clasifican según su efectividad y acción que lleven a cabo.

En todos los casos es imprescindible: limpieza de superficies (presencia de proteínas y detritus entorpece la acción de agentes descontaminantes), tiempo de exposición mínimo para que dicho agente ejerza su acción, y comprobar previamente si la sustancia utilizada debe ser diluida.

Conviene diferenciar tres grandes grupos de sustancias a utilizar, que aunque se usan a menudo indistintamente, son los siguientes:

- Agentes antisépticos. Son germicidas químicos para utilización en la piel. No deben usarse para descontaminar instrumentos o superficies; alcohol, yodóforos...
- Agentes desinfectantes. Destruyen microorganismos en superficies e instrumentos. La desinfección química se usa para la limpieza de superficies, pipetas e instrumental. Dependiendo de la capacidad de destruir microorganismos, los desinfectantes se dividen en: desinfectantes de bajo nivel, de nivel medio y de alto nivel.
- Agentes esterilizantes. Destruyen toda forma de vida, incluidas las esporas. Los instrumentos esterilizados pueden utilizarse con sistemas vasculares o tomas de sangre del paciente. Se incluyen los sistemas de autoclave, óxido de etileno, calor seco y, en ocasiones, inmersiones prolongadas en soluciones desinfectantes de alto nivel.

8. Envío de muestras

Â

8. ENVÍO DE MUESTRAS

- Extracción periférica. No existe en nuestro país una normativa de seguridad específica referida al envío de muestras por extracción periférica (punto de extracción situado fuera del laboratorio, a veces a muchos kilómetros de distancia). Normalmente, se utilizan neveras herméticas tipo camping o similar.
- Envío de muestras por correo. Debe ajustarse a la legislación relativa al envío de muestras biológicas. En esencia, se trata de preparar la muestra de modo que, aunque se rompa el contenedor duro, se rodea de material absorbente, y se introduce en otro contenedor de plástico resistente y con cerradura hermética.

9. Gestión de residuos

Â

9. GESTIÓN DE RESIDUOS

Podemos englobar los residuos que se generan en un laboratorio en 4 grupos:

- Residuos asimilables a los urbanos: papeles, botellas, material de oficina, muebles, colchones,...
- Residuos sanitarios no específicos: son residuos sólidos tales como:

° Textiles: sábanas, pijamas que estén en contacto con líquidos orgánicos.

° Material de curas, vendaje, gasas.

° Envases vacíos de los sueros y otras perfusiones (destilan gota a gota) endovenosas (suero, alimentación parenteral y fármacos).

° Bolsas de recogida de orina vacías.

Estos residuos se consideran de riesgo únicamente en el hospital. Las infecciones nosocomiales, es decir, aquellas que ocurren dentro del hospital, es por el gran número de pacientes inmuno-deprimidos.

- Residuos sanitarios especiales: si se eliminan directamente representan un riesgo de infección o contaminación tanto de personas como medio ambiente.

° **Infección:** existe un proceso patológico, con síntomas y cuadro clínico.

° **Contaminación:** cuando al que no contiene gérmenes patógenos se ensucia con agentes patógenos.

- Cultivos del laboratorio.

- Material y productos procedentes de quirófanos, partitorios

- Sangre y todos los hemoderivados

- Vacunas de virus atenuados

- Material cortante y punzante

- Residuos con normativas especiales: sustancias que se reúnen en el hospital que pueden ser tóxicas y peligrosas pero no infecciones. Aquellos reactivos del laboratorio tóxicos al medio ambiente.

10. Riesgo del uso de sustancias químicas

°

10. RIESGO DEL USO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Para manipular cualquier agente químico, es fundamental poseer la información imprescindible sobre dicha sustancia. Es necesario, por tanto, leer detenidamente el etiquetado, donde además del nombre del producto químico se informa sobre su pureza, propiedades químicas y físicas, peligrosidad y precauciones para su utilización.

Según su peligrosidad, las sustancias químicas se clasifican: tóxicas, nocivas, corrosivas, irritantes, explosivas, comburentes, inflamables, cancerígenas y teratógenas.

Cada grupo de sustancias se representa mediante un dibujo (pictograma) de validez universal.

°

°

Â

Â

- Sustancias tóxicas. Provocan casi siempre lesiones graves, e incluso la muerte, por inhalación, ingestión o contacto con la piel. Son ejemplos, de ellas el trióxido de arsénico y el cloruro de mercurio. En su manipulación debe evitarse todo contacto con el cuerpo y consultar inmediatamente el m dico en caso de que tal contacto se produzca. Se representan por medio de una calavera sobrepuesta a dos tibias que se cruzan en aspa.
- Sustancias nocivas. Su símbolo es una cruz en aspa de grueso trazado. Este tipo de sustancias producen lesiones de menor gravedad que el grupo anterior. Al emplearlas hay que evitar el contacto con el cuerpo e incluso la inhalación de vapores. En caso de malestar se debe consultar con un m dico. Son ejemplos de estas sustancias la piridina y el tricloroetileno.
- Sustancias corrosivas. Se representan mediante dos probetas inclinadas de las que caen gotas que dañan la piel y un material inerte. Su contacto provoca la destrucción de los tejidos vivos y de ciertos materiales. Entre ellas figuran el bromo y el ácido sulfúrico. Las precauciones que hay que adoptar cuando se usan son no respirar los vapores y evitar el contacto con la piel y mucosas y con los vestidos.
- Sustancias irritantes. Su símbolo es una cruz en aspa. Estos productos pueden irritar la piel, los ojos y las vías respiratorias, por lo que debe evitarse la inhalación de sus vapores y el contacto con la piel y mucosas. Un ejemplo de sustancias irritantes es el amoniac.
- Sustancias explosivas. Vienen representadas por un  cleo fraccionado del que parten fragmentos y que irradia destellos. Las sustancias explosivas se caracterizan por presentar un específico peligro de explosión en determinadas circunstancias. Ejemplo: dicromato am nico.

Durante su manipulación es necesario evitar choques, fricciones y el empleo de chispas o fuego.

- Sustancias comburentes. Se representan mediante un  rculo de fondo blanco que irradia llamas. Tienen la propiedad de facilitar la inflamación de las materias combustibles y mantener los incendios, impidiendo su extinción. Son ejemplos de ellas el peróxido sódico y el permanganato potásico. Durante su utilización es necesario evitar todo contacto con las materias carburantes
- Sustancias inflamables. Su símbolo es una gran llama. Dentro de este grupo pueden distinguirse:

  Sustancias autoinflamables, cuyo contacto con el aire es necesario evitar. Ejemplo: fósforo.

  Gases fácilmente inflamables: debe impedirse la formación de mezclas inflamables del vapor con aire y el contacto con todas las posibles fuentes de ignición.

  Sustancias sensibles a la humedad, que en contacto con el agua desprenden gases muy combustibles. Ejemplo: litio.

  Líquidos inflamables que son aquellos cuyo punto de ignición se sitúa por debajo de 21 C de temperatura. Ejemplo: benceno, etanol, acetona, etc.

- Sustancias carcinógenas o relacionadas con éstas. Existen estudios que correlacionan a determinados productos químicos con ciertas neoplasias. Se clasifican en este grupo los derivados del benceno y la acridina.

- Sustancias teratogénicas. Actúan sobre el desarrollo fetal produciendo malformación o la propia muerte. Un ejemplo químico mutágeno de efecto acumulativo es el bromuro de etidio.

La directiva europea 67/549/CEE enumera una serie de riesgos específicos de los productos químicos que denomina frases R y también unos consejos de prudencia con los mismos o frases S. En la actualidad hay 64 frases R y 64 frases S. En las tablas adjuntas se detallan las 20 primeras de cada grupo. Las frases S no son numéricamente consecutivas, dado que existen lagunas en la numeración, tal y como se puede comprobar en la tabla. Tanto los riesgos R, como los consejos S, deben tenerse en cuenta en el plan del laboratorio. Las frases R, a su vez, se pueden combinar entre sí, por ejemplo la R14 y la R15, dando lugar a la frase R14/15. Igualmente las frases S se combinan entre ellas, obteniéndose la S1/2, la S3/7, la S3/9/14/49, etc. La combinación S1/2 indica conservarse bajo llave y mantenerse fuera del alcance de los niños; la S3/7 conserva el recipiente bien cerrado y en lugar fresco y la S3/9/14/49 conserva únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de (los materiales incompatibles que sean...).

Â

La exposición a un producto químico puede provocar efectos y alteraciones patológicas agudas y crónicas (intoxicaciones), cuya intensidad y gravedad vendrá condicionada por la toxicidad de la sustancia química, la dosis de exposición, la dosis de absorción, la vía de entrada en el organismo y su distribución, su almacenamiento orgánico, transformación metabólica y eliminación del producto o de sus metabolitos.

La dosis de exposición es la cantidad de tóxico a que se encuentra expuesto el ser humano.

La dosis tóxica será la dosis de exposición que habrá que alcanzar para que el producto llegue a los tejidos y dé lugar a manifestaciones tóxicas.

La dosis de absorción es la cantidad de producto tóxico asimilable por el ser humano que se puede encontrar en la sangre.

Por último, la dosis activa es la concentración de una sustancia en un tejido u órgano diana capaz de desencadenar una respuesta orgánica.

Las vías de entrada de una sustancia química al organismo pueden ser:

- La vía aérea o respiratoria
- La vía cutánea o de contacto
- La vía bucal o digestiva
- La vía parenteral

El órgano biotransformador más importante es el hígado y los órganos excretores principales son el hígado y los riñones.

Â

En la valoración de una situación concreta de riesgo, a las características de peligrosidad, riesgo concreto de una determinada sustancia e indicaciones de seguridad para su manipulación hay que añadir la concentración de sustancias peligrosas en la atmósfera del medio de trabajo. Con este fin se ha establecido

los valores «TLV» (siglas de la expresión inglesa *Threshold Limit Values* = Valores Límite Umbral), que se refieren a las concentraciones máximas de sustancias: se considera que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos día tras día a concentraciones inferiores a éstas sin padecer efectos adversos.

Con todo, como el grado de sensibilidad varía de unos individuos a otros, es posible que un pequeño porcentaje de trabajadores experimente malestar ante ciertas sustancias que se hallan en concentraciones iguales o inferiores al límite. Además, hay que considerar que la persona puede tener circunstancias singulares que la hagan más susceptible a un riesgo químico, como una hepatitis crónica, una enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), un embarazo, etc.

El TLV indica la concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos diariamente, los trabajadores. Se expresa en unidades de partes de gas o vapor por millón de aire contaminado o en miligramos por metro cúbico de polvo.

Las TLV más importantes en los laboratorios de Diagnóstico Clínico actualmente están sujetas a revisión. Como ejemplos del poder lesivo de los productos químicos se recogen a continuación datos referidos a algunos disolventes orgánicos, agentes corrosivos (ácidos y álcalis fuertes), sustancias de mayor potencial explosivo y principales agentes carcinogénicos.

11. Efectos toxicológicos de los disolventes orgánicos

Â

11. EFECTOS TOXICOLÓGICOS DE LOS DISOLVENTES ORGÁNICOS

Â

- BENCENO

Etiqueta de un bote de este producto.

Â

Â

Â

Â

Su TLV es de 25 ppm o 30 mg/m³.

Como se deduce de todo ello, el benceno es un producto sumamente tóxico que aunque todavía se utiliza en histopatología como disolvente y líquido intermediario para la inclusión en parafina, está siendo progresivamente retirado del empleo rutinario.

Las vías de entrada del benceno en el organismo son la ingestión, la inhalación y el contacto con la piel. El efecto patológico es múltiple: el más leve consiste en irritación de la piel y mucosas por acción local. La intoxicación aguda causa síndrome derivados de la afectación del SNC Y degeneración grasa del corazón, hígado y riñones. Sin embargo, la manifestación más importante es la depresión de la médula ósea, que puede conducir a anemia aplásica.

- TOLUENO Y XILENO

Se trata de dos agentes aclarantes más utilizados que el benceno. Son menos volátiles que éste, pero también muy inflamables. Su TLV es igual a 200 ppm. Sus efectos son semejantes a los del benceno, aunque de menor intensidad.

- PIRIDINA

Se utiliza como disolvente de las grasas y en algunas técnicas histoquímicas y de impregnación argéntica. Su TLV en aire es de 5 ppm. Causa conjuntivitis, dermatitis, cefalea, náuseas y vómitos. Es extremadamente inflamable.

- ÁCIDOS FUERTES (SULFÚRICO, CLORHÍDRICO, NITRICO, ETC.)

- TLV del Ácido sulfúrico 1 mg/m³
- TLV del Ácido nítrico 5 mg/m³ 2 ppm
- TLV del Ácido clorhídrico 5 mg/m³ 2 ppm

La intoxicación más grave ocasionada por estas sustancias es la afectación del tubo digestivo y vías respiratorias por ingestión. Sin embargo, las zonas más frecuentemente dañadas son la piel y los ojos. El efecto inmediato de su contacto es un intenso dolor quemante, al que acompaña tumefacción roja; al día siguiente ya se advierten escarificaciones y depósitos membranosos de distinto color según el tipo de Ácido (blancas si es CIH, negras si es SO₄H₂ y amarillas si es NO₃H). Si el tiempo de contacto es mayor, se produce necrosis profunda con cicatrices deformantes como secuelas.

El tratamiento inmediato consiste en aplicar agua abundante a la zona dañada. Si se ha producido ingestión no se debe inducir el vómito por el peligro de perforación, sino administrar Ácido o hidróxido de magnesio, además de lavado gástrico. A continuación se debe acudir al médico.

- ALCALIS (HIDRÓXIDO SÓDICO Y POTÁSICO)

TLV de 2 mg/m³ para ambos. Esta cantidad se considera el valor máximo, o concentración que no debe ser sobrepasada en ningún momento.

Los efectos nocivos y la sintomatología son en todo comparables a los de los Ácidos fuertes, pero en caso de ingestión las lesiones se desarrollan de forma preferente en el esfínter y estómago. También pueden aparecer cicatrices deformantes.

Las medidas inmediatas consisten en la aplicación de sustancias que neutralicen el Alkali mediante un Ácido débil (jugo de limón diluido en agua, vinagre diluido al 10 por 100). Remitir al médico.

- AGENTES CARCINOGENOS

Su referencia fundamental es R45: puede causar cáncer. El grupo más destacado de estas sustancias está compuesto por *aminas aromáticas, amidas, derivados de la acridina y colorantes azoicos*. Estas sustancias se incluyen en el subgrupo de procarcinógenos, ya que precisan de una activación metabólica en el organismo vivo para producir el carcinógeno definitivo, capaz de transformar en neoplasias las células normales.

Dentro de este grupo de sustancias pueden diferenciarse dos tipos fundamentales según el órgano afectado.

Al primer tipo pertenecen las aminas aromáticas y los colorantes nitrogenados. Con ellas, el carcinógeno definitivo surge en el hígado, lugar de metabolización del procarcinógeno. El hepatocarcinoma es la variante anatomopatológica más común. Aunque menos frecuentes, también pueden inducirse

neoplasias de las vías urinarias, ya que en ellas está presente la enzima glucuronidasa, que activa el carcinógeno al producir su separación del ácido glucurónico que lo inactiva.

El segundo grupo está formado por las nitrosaminas y amidas, que inducen neoplasias malignas del tubo digestivo, especialmente carcinoma gástrico.

11.1. Principales sustancias explosivas

Â

11.1. PRINCIPALES SUSTANCIAS EXPLOSIVAS

Entre las principales sustancias explosivas se encuentran la *nitrocelulosa o celoidina*, el *ácido perclórico en concentraciones superiores al 70 por 100*, el *ácido pícrico*, el *nitrato de plata* y el *ácido crómico* especialmente en presencia de ácido acético. Estas sustancias no deben ser manipuladas cerca del fuego; asimismo, deben evitarse los golpes y fricciones sobre el envase.

Â

Â

Â

Â

11.2. ACTUACIÓN DE EMERGENCIA ANTE UN ACCIDENTE QUÍMICO

En el laboratorio se debe disponer de un botiquín de emergencia con material de curas, uno fijo y otro portátil para los desplazamientos, equipos de reanimación de respiración autónoma y asistida, duchas de emergencia, dispositivos lavaojos y sala de primeros auxilios.

Las pautas básicas de actuación son: evitar que se produzca una mayor exposición al producto químico; neutralizar el producto; favorecer su eliminación; solicitar ayuda y realizar los primeros auxilios *in situ* para posteriormente acudir al servicio de urgencias. Todo este protocolo se puede resumir en proteger, avisar y socorrer (P.A.S.).

- Proteger implica eliminar los peligros potenciales tanto para el accidentado como para el socorrista. Si el producto es un gas habrá que emplear una máscara de gas.
- Avisar supone solicitar ayuda rápidamente, pero sin abandonar al accidentado.
- Socorrer consiste en realizar los primeros auxilios en el lugar. Consta de dos fases, una de valoración y otra de actuación. Hay que valorar si la persona se encuentra consciente inconsciente y si presenta parada cardiorrespiratoria.

Accidente químico por contacto

Ocurren cuando se producen salpicaduras y derrames de productos tóxicos, carcinógenos, ácidos, álcalis, etc. y no se han respetado previamente las normas de seguridad con respecto a la manipulación y almacenamiento, así como el uso de guantes, gafas protectoras, bata, mascarilla y manipulación en campana de gases.

La actuación de urgencia consiste en lavar con abundante agua la zona afectada y solicitar ayuda médica. En el laboratorio debe existir una ducha de seguridad.

Accidente químico por inhalación

Se originan cuando no se utiliza la campana de gases para manipular productos y gases tóxicos. Cuando se producen gases tóxicos se debe alertar a los demás, emplear máscara de gases para socorrer y retirar al accidentado, cerrar la puerta y abrir la ventana e iniciar la maniobra de reanimación respiratoria, si fuera preciso.

Accidente químico por ingestión

Suelen suceder cuando los envases están mal etiquetados o carecen de etiquetas, cuando se emplean frascos inadecuados, por ejemplo, de bebidas y cuando se pipetea con la boca. Este tipo de accidentes exige acudir inmediatamente al servicio de urgencias, y si se tienen conocimientos ciertos neutralizar el producto con la sustancia adecuada (carbón activado, sulfato de atropina, quelantes para metales pesados, azul de metileno al 1 %, etc.)

Â

12. RIESGO BIOLÓGICO EN EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO

El manejo de especímenes potencialmente infecciosos es un riesgo que debe ser asumido y valorado en todo laboratorio clínico y especialmente en los microbiológicos.

Las seis causas más frecuentes de infección por manejo de muestras y cultivos microbiológicos son: brucelosis, fiebre Q, hepatitis, fiebre tifoidea, tularemia y tuberculosis.

Las infecciones son más frecuentes en laboratorios de investigación (60 por 100); después, en laboratorios dedicados al diagnóstico (20 por 100).

La aparición de infección, según un estudio realizado en Inglaterra durante los años 1982-83 en laboratorios dedicados al diagnóstico, se sitúa aproximadamente en el 1 por mil. Los tipos de accidentes que preceden a la infección son: vertidos y salpicaduras (25 por 100), inoculaciones con jeringas y agujas (25 por 100), heridas con cristales rotos u objetos afilados (16 por 100), aspiraciones a través de pipetas (13 por 100),...

Â

12.1. RUTAS DE INFECCIÓN EN EL LABORATORIO

- Por vía aérea (inhalación). Por ejemplo: *Brucella*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiella burnetii*, adenovirus, etc.
- Por vía digestiva (ingestión). Por ejemplo: *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*.
- Por vía parenteral (inyección, a través de heridas mínimas, por las conjuntivas). Por ejemplo: hepatitis B, infecciones estreptocócicas, estafilocócicas, etc.

Â

12.2. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE MUESTRAS INFECCIOSAS

Los contenedores deben ser de plástico (se evitan roturas) con cierre de rosca (se evita salida de material accidentalmente) y a ser posible desechables. En algunos hospitales estos contenedores se colocan en el interior de bolsas de plástico autocerrables para evitar que, si están manchados por fuera, contaminen en el transporte; aunque esto no es necesario, sí es recomendable en determinadas muestras altamente infecciosas.

Deben identificarse con claridad, a ser posible con etiquetas autoadhesivas. Se recomiendan etiquetas adicionales indicadoras de peligro en determinadas patologías, aunque algunos autores consideran que esto

puede dar lugar a que las muestras no marcadas con dichas etiquetas se traten con menos cuidado.

Los volantes de petición no deben colocarse alrededor del contenedor ni transportarse en contacto con los especímenes.

Â

12.3. CLASIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS SEGÚN SU BIOPELIGROSIDAD

Internacionalmente los microorganismos se clasifican en cuatro grupos según su biopeligrosidad. Las definiciones coinciden, si bien la asignación de microorganismos entre los grupos 2 y 3 puede variar de un país a otro en función de su frecuencia en el área. La OMS no tiene una lista oficial y recomienda que cada país o área geográfica elabore la suya propia.

Â

- Grupo 1. Serán microorganismos comunes que rara vez causan enfermedades en individuos normales. No requieren medidas de seguridad especiales. Por ejemplo: Flora habitual.
- Grupo 2. Microorganismos causantes de enfermedades, cuyo manejo implica un riesgo en el laboratorio, aunque es raro que puedan causar epidemias. Su prevención o tratamiento es sencillo y efectivo. No requieren medidas especiales de seguridad. Es aconsejable el uso de cabina de bioseguridad si pueden producirse aerosoles. Por ejemplo, Salmonellas no typhi, Candidas, Giardias, virus influenza, etc.
- Grupo 3. Microorganismos causantes de infecciones graves, que suponen un riesgo serio para el trabajador del laboratorio. Existe el peligro de diseminación de la infección. Su profilaxis y tratamiento son efectivos. Deberá trabajarse con cabinas de seguridad, sobre todo si se hace con cultivos puros. Por ejemplo: Brucella, Salmonella typhi, M. tuberculosis, Leishmania, hepatitis B, etc.
- Grupo 4. Microorganismos causantes de infecciones graves, que suponen también un riesgo serio para el trabajador del laboratorio. En estos casos es aún mayor el peligro de diseminación de la infección en la comunidad. No existe profilaxis ni tratamiento efectivo. Debe trabajarse siempre con cabinas de bioseguridad.

El aire debe fluir de las zonas limpias a las sucias (áreas de trabajo) y de ahí al exterior, o volver a circular tras ser filtrado. En laboratorios que trabajen con flora de los grupos 3 y 4, el aire antes de salir al exterior deberá filtrarse con filtros HEPA (high efficiency particulate air filters).

Para la desinfección del material utilizado en la manipulación microbiológica pueden emplearse:

- Desinfectantes de tipo fenólico, apropiados para material orgánico y contaminado con micobacterias. Son eficaces contra algunos virus, aunque no suelen ser elegidos para ello. Su concentración debe hallarse entre el 2 y 5 por 100. No se deben utilizar para desinfectar plásticos, pues los atacan.
- Desinfectantes de tipo hipoclorito, generalmente aplicados contra virus. Su concentración debe ser de 2500 ppm. Los instrumentos metálicos (criostato, bisturís, pinzas, centrifugas) pueden ser atacados por estas sustancias, por lo que deben ser manejadas con precaución para este uso.
- Desinfectantes de tipo aldehído, útiles frente a virus y micobacterias. Existen dos sustancias base:

Â° Formaldehído.

Â° Glutaraldehído, menos empleados por su bajo poder de penetración.

Las precauciones a observar con algunos de los productos químicos mencionados, son:

- Hipoclorito sódico: Puede producir irritaciones de la piel, mucosas y de las vías respiratorias superiores. Hay que evitar las salpicaduras y el contacto con la piel, siendo necesario el uso de guantes, mascarilla, gafas protectoras y bata. El laboratorio debe estar ventilado mientras se manipula esta sustancia.
- Formaldehído: Es muy tóxico y se estima que puede ser carcinógeno. Produce irritaciones de las vías respiratorias y de los ojos, dermatitis e incluso alergias. Es obligatorio el uso de guantes, gafas protectoras y manipulación en campana de gases.
- Glutaraldehído: Producto altamente tóxico e irritante y posiblemente carcinógeno. Es necesario el uso de guantes, gafas oculares protectoras y una campana de gases para su manipulación.

Â

13. RIESGOS DERIVADOS DEL EQUIPAMIENTO EXISTENTE EN UN LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO

El equipamiento de los laboratorios es cada vez mayor y más sofisticado, y aunque todo este equipamiento debe cumplir unos requisitos legales de seguridad, no hay que descartar la posibilidad de accidentes derivados de su manejo.

Los aparatos y equipos analíticos son sometidos a una serie de controles de calidad, durante el proceso de fabricación, con el objetivo, entre otros, de minimizar el riesgo. Disponen, por tanto, de sistemas básicos de seguridad para garantizar su funcionamiento sin apenas peligro.

Por regla general, suele ser el factor humano el responsable de la mayoría de los riesgos, ya sea por el uso inadecuado y desconocimiento o por no cumplir las normas de mantenimiento.

Â

Â

13.1. NORMAS BÁSICAS SOBRE LOS APARATOS DEL LABORATORIO

- Nunca deben situarse en los pasillos ni en zonas de paso, así como tampoco en lugares húmedos, mal aislados y poco ventilados.
- Los aparatos deben cumplir con las normas de seguridad que les afecten, especialmente los aparatos eléctricos (toma de tierra, fusibles, etc.)
- Los aparatos que generan calor, como los calentadores y otros, deben ser catalogados como peligrosos por la posibilidad de quemaduras accidentales.
- Cada aparato debe contar con su correspondiente manual de instrucciones, escrito en el idioma de la zona donde se ubica el laboratorio, castellano por ejemplo, con la finalidad de que sea seguro su uso.
- Todos los aparatos deben pasar periódicamente las revisiones que les correspondan.

NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD DE ALGUNOS APARATOS

Vamos a centrarnos en el análisis de los riesgos de los microscopios, los equipos de anaerobiosis, cabinas de seguridad, las centrifugas, autoclaves, neveras y congeladores, estufas e incubadoras y pantallas de ordenador.

Los microscopios de fluorescencia han de manejarse con prudencia por el riesgo de explosión de las lámparas de vapor de mercurio y xenón. Es preciso tener la precaución de esperar a que se enfríen cuando se quieren manipular o transportar. La explosión de estas lámparas vierte al ambiente vapores de mercurio, que son sumamente tóxicos para los seres vivos, por lo que se ha de prevenir su inhalación. El trabajo en el microscopio debe distribuirse en el tiempo para evitar molestias en los ojos.

El trabajo con equipos de anaerobiosis lleva inherente el riesgo de explosión de la mezcla de gases, especialmente por aumento de la concentración de H₂. Los gases que se usan son CO₂, H₂ y N₂. Hoy día se dispone de bombonas con la mezcla fijada para evitar errores. El CO₂ y el H₂ suelen encontrarse en concentraciones del 5-10 %, siendo el resto N₂.

Las cabinas de seguridad se dividen en campanas extractoras de gases, cabinas de flujo laminar y cabinas de seguridad biológica. La característica común a todas ellas es que son cabinas de circulación forzada del aire, pero difieren en cuanto a su uso y niveles de protección:

- Las campanas extractoras de gases extraen los vapores y gases que se producen al trabajar con productos químicos. No protegen de riesgos biológicos.
- Las cabinas de flujo laminar limpian el aire al hacerlo pasar por un filtro de alta eficiencia o HEPA y barren la superficie de trabajo, bien en sentido horizontal, bien en sentido vertical, para conseguir un medio ambiente de trabajo limpio.
- Las campanas de seguridad biológica (CSB) proporcionan zonas de trabajo que evitan el transporte de partículas por el aire y la subsiguiente contaminación de otras zonas del laboratorio, lo que consiguen mediante flujos de aire laminar y filtros HEPA.
- Las hay de tres tipos: clase I, II y III:
- Las CSB de clase I son cámaras cerradas con una abertura por la que el técnico de laboratorio introduce los brazos. Protegen del riesgo biológico al técnico y al medio ambiente, pero no evitan que el material se pueda contaminar, ya que el aire sólo se filtra a su salida.
- Las CSB de clase II filtran el aire de entrada y de salida, con lo que protegen al técnico de laboratorio, al medio ambiente y al material de trabajo. Se subdividen en clase II A, B1, B2 y B3 según sea el flujo del aire, su sistema de extracción y sus funciones (velocidad de circulación del aire, proporción de aire circulante, etc.).
- Las CSB de clase III son las más seguras. Son herméticas, aisladas del entorno y tienen presión negativa. Filtran tanto el aire de entrada como el de salida.

Â

Â

Las centrífugas pueden ocasionar accidentes si no se equilibra bien la carga, porque puede partirse algún tubo de ensayo y salir despedidos los trozos de vidrio (traumatismos accidentales). Por este motivo, se exige que las centrífugas dispongan de una tapa protectora que evite proyecciones al exterior.

Para evitar que la centrífuga se abra cuando está funcionando, debe tener un mecanismo de seguridad que lo impida. Quizá el mayor riesgo sea la contaminación por la rotura accidental de un tubo en su interior y la formación de aerosoles durante la centrifugación de materiales biológicos, por lo que los tubos de ensayo deben estar cerrados. Un vertido en su interior exige una desinfección cuidadosa.

Las roturas se pueden minimizar equilibrando la carga y especialmente los rotores de las ultracentrífugas, así como sustituyendo siempre que sea posible los tubos de ensayo de vidrio por otros de materiales menos frágiles.

Por último, como todos los aparatos conectados a la red eléctrica, las centrífugas han de tener toma de tierra y no pueden ser manejadas con las manos mojadas.

Los autoclaves, aparatos para esterilizar con calor húmedo, según la normativa, deben tener termostato, manómetro de presión, válvula de seguridad, válvula desvaporizadora y sistema de desconexión en caso de emergencia. El vapor no puede salir directamente al exterior sino que debe dirigirse a un compartimento estanco con agua.

El manejo de la autoclave exige conocer perfectamente sus instrucciones de uso y el empleo de guantes resistentes al calor. Un autoclave se abre cuando la presión esté a cero y su temperatura interior sea inferior a 70 °C. La carga de material nunca superará los 2/3 de la capacidad del autoclave y el nivel del agua debe estar en los límites marcados por el fabricante. El agua se cambia periódicamente y el aparato se revisa una vez al año. Los recipientes no pueden colocarse cerrados dentro del aparato y hay que esperar a que se enfríen los objetos esterilizados, antes de proceder a su retirada. Mensualmente habrá que comprobar la correcta esterilización con indicadores biológicos.

Neveras, arcones congeladores y habitaciones frigoríficas. Precisan mensualmente limpieza y desinfección de sus superficies y siempre que se produzca un vertido químico o biológico. Anualmente se deben revisar.

El almacenamiento de productos químicos, cuando éstos sean volátiles inflamables, se debe hacer en neveras con dispositivos antideflagrantes. Constituye una buena norma de precaución eliminar la luz interior de las neveras que contienen productos químicos (neveras de uso doméstico). El almacenamiento de productos biológicos se debe hacer en tubos y recipientes bien cerrados.

Estufas e incubadoras. Deben contar con toma de tierra. Las estufas, al ser una fuente de calor, pueden provocar quemaduras accidentales. Periódicamente se tienen que limpiar y desinfectar.

Actualmente se fabrican monitores de ordenador de baja radiación, si no fuera así, deben llevar una pantalla protectora contra la radiación. Los riesgos mayores con respecto a los ordenadores se observan en las posturas incorrectas, que tras persistir generan en primera instancia fatiga y más tarde algias cervicales, dorsales y lumbares. Otro riesgo es el estrés físico y psicológico.

En el laboratorio se pueden encontrar muchos más aparatos de los aquí descritos. Todos ellos entrañan riesgos y, por tanto, pueden ocasionar lesiones. Cabe destacar los microondas de los laboratorios de microbiología que se emplean para calentar medios de cultivo con agar, con el subsiguiente riesgo de explosión si no se tiene la precaución de aflojar los tapones de botellas y matraces. El agar produce burbujas que pueden estallar, por lo que el microondas se debe utilizar con la mínima potencia. Otros aparatos son los baños de agua o baños mar que deben ser limpiados y desinfectados, por lo menos una vez al mes, y cuya agua debe contener un desinfectante. Los aspiradores y bombas de vacío deben tener filtros.

Â

14. RIESGOS ELÉCTRICOS Y POR EL FUEGO

La electricidad puede producir electrocución o shock eléctrico y quemaduras de distinta gravedad. La gravedad de estas quemaduras va a depender del trayecto que siga la corriente eléctrica en el organismo. La descarga eléctrica puede llegar a ocasionar la muerte por fibrilación ventricular. También ocasiona espasmos de los músculos estriados y por lo tanto afecta al diafragma y a otros músculos respiratorios. Las chispas eléctricas, a veces, son el origen de un fuego en el laboratorio. La causa suele ser un sobrecalentamiento que da lugar a un cortocircuito.

Â

Â

El fuego en el laboratorio puede producirse con facilidad si no se toman las medidas adecuadas, ya que en él están presentes todos los elementos que lo originan: el comburente (aire), el combustible (sustancias inflamables), la energía (calor y electricidad) y la reacción en cadena (producción de radicales libres presentes en el fuego con llama).

Cualquiera de los tipos de fuego se puede originar en el laboratorio, casi siempre por imprudencias y negligencias. Es relativamente frecuente tener derivaciones eléctricas en enchufes y alargadores que no reúnen condiciones, por lo que se producen sobrecalentamientos. Es posible, también, que los mecheros Bunsen se olviden encendidos en lugares próximos a sustancias inflamables. Todos los laboratorios deben tener instalados extintores, que pueden ser de agua, espuma, polvo seco y gas inerte (CO₂). Los extintores de agua (chorro o niebla) actúan por enfriamiento y no están indicados para el fuego eléctrico, los de espuma actúan por sofocación y están recomendados para el fuego de material líquido, los de polvo seco actúan por sofocación y los de CO₂ por sofocación y enfriamiento, siendo éstos últimos los más indicados en el laboratorio. Todos los extintores precisan una revisión anual para comprobar la presión y el estado de la carga.

Â

15. RIESGO DE IRRADIACIÓN

El uso de materiales radiactivos está controlado por el consejo de seguridad nuclear, que establece los requisitos legales para su almacenamiento y manipulación y los sistemas de seguridad necesarios (sistema de ventilación, sistema de tratamiento de residuos, blindajes, etc.). De entre las técnicas que implican el empleo de radioisótopos, las de uso más frecuente son los métodos de biología molecular y la histoautorradiografía con sondas marcadas, habitualmente con tritio.

Además de la autorización especial como instalación de tercera categoría para la utilización de isótopos radiactivos, es preciso disponer de un área especial reservada a estas técnicas, así como de ciertas condiciones materiales para el manejo y eliminación de los radioisótopos.

La actividad radiactiva en los laboratorios es francamente baja. Suelen oscilar entre 50 y 100 microcurios. Con esta actividad, salvo situaciones accidentales, el riesgo es mínimo.

Â

Â

Para conocer la dosis absorbida (*D*) por el organismo la unidad utilizada es el Gray que equivale a 100 rad (era la unidad de medida empleada antes del Gray). Sin embargo es más significativa la dosis efectiva (*H*) porque correlaciona el tipo de radiación de que se trata, con los órganos del cuerpo afectados, es decir, contempla el efecto biológico que produce, para lo cual se usa el Sievert (antes era el rem). Un Sievert equivale a 100 rem y 1 rem a 10 mSv.

Â

Â

Los laboratorios son áreas supervisadas en las cuales los trabajadores no pueden recibir una radiación superior a 5 mSv/año (0,5 rem). Los riesgos más frecuentes son la contaminación por isótopos y la radiación beta o gamma.

Â

Â

El personal médico y el de laboratorio debe estar capacitado para desarrollar estos cometidos (en el caso del personal de laboratorio, con titulación de operador de instalaciones radiactivas, y en el de los médicos, como supervisor de las instalaciones) y protegido mediante dosímetros y detectores de radiación ambiental. Si se maneja yodo radiactivo el personal deberá ser sometido a un control exhaustivo

de la glándula tiroides.

La gravedad de la lesión biológica provocada por la exposición a radiaciones ionizantes está en relación con el tipo de radiación (rayos X, gamma, partículas α , β , etc.), la cantidad de radiación absorbida (principalmente dosis total) y el período de exposición a la radiación.

En síntesis, el daño celular puede ser mutágeno (alteración de la estructura del ADN) y carcinógeno (productor de cáncer), y los órganos y sistemas más fácilmente dañados son:

- Piel, como vía interpuesta en la absorción. Se pueden producir desde simples eritemas, hasta carcinomas epidermoides a los más tarde de recibir el daño.
- Sistema hematopoyético linfático. Por radiación directa de la médula ósea y ganglios linfáticos, de gran radiosensibilidad, puede determinarse aplasia de estos órganos. A ello se añade el efecto leucemoide a largo plazo.
- Gónadas (ambos sexos), con lesión irreversible de las células germinales que produce esterilización como una consecuencia frecuente. No hay que olvidar que dosis no letales sobre las células germinales pueden desencadenar malformaciones congénitas en la descendencia.
- Pulmones. Las lesiones pueden afectar tanto al parénquima (bronquios, bronquiolos, alvéolos, etc.) como a las estructuras vasculares, con manifestaciones que comprenden desde un simple cuadro de neumonitis hasta insuficiencia respiratoria aguda por grandes dosis.

En definitiva, la casi totalidad de los órganos y tejidos pueden ser dañados si los niveles de radiación y el tiempo de administración rebasan ciertos límites.

Â

Â

El laboratorio de isótopos debe situarse en un lugar independiente del resto de los laboratorios y ha de estar correctamente señalizado.

Todo el material empleado para manejar isótopos debe ser desechable.

Se trabaja siempre con guantes.

Jamás se pipeteará con la boca.

Todo el material de desecho se coloca en un contenedor específico que se rotula como radiactivo.

Â

Â

15. RIESGO DE IRRADIACIÓN

El uso de materiales radiactivos está controlado por el consejo de seguridad nuclear, que establece los requisitos legales para su almacenamiento y manipulación y los sistemas de seguridad necesarios (sistema de ventilación, sistema de tratamiento de residuos, blindajes, etc.). De entre las técnicas que implican el empleo de radioisótopos, las de uso más frecuente son los métodos de biología molecular y la histoautorradiografía con sondas marcadas, habitualmente con tritio.

Además de la autorización especial como instalación de tercera categoría para la utilización de isótopos radiactivos, es preciso disponer de un área especial reservada a estas técnicas, así como de ciertas condiciones materiales para el manejo y eliminación de los radioisótopos.

La actividad radiactiva en los laboratorios es francamente baja. Suelen oscilar entre 50 y 100 microcurios. Con esta actividad, salvo situaciones accidentales, el riesgo es mínimo.

Â

Â

Para conocer la dosis absorbida (*D*) por el organismo la unidad utilizada es el Gray que equivale a 100 rad (era la unidad de medida empleada antes del Gray). Sin embargo es más significativa la dosis efectiva (*H*) porque correlaciona el tipo de radiación de que se trata, con los órganos del cuerpo afectados, es decir, contempla el efecto biológico que produce, para lo cual se usa el Sievert (antes era el rem). Un Sievert equivale a 100 rem y 1 rem a 10 mSv.

Â

Â

Los laboratorios son áreas supervisadas en las cuales los trabajadores no pueden recibir una radiación superior a 5 mSv/año (0,5 rem). Los riesgos más frecuentes son la contaminación por isótopos y la radiación beta o gamma.

Â

Â

El personal médico y el de laboratorio debe estar capacitado para desarrollar estos cometidos (en el caso del personal de laboratorio, con titulación de operador de instalaciones radiactivas, y en el de los médicos, como supervisor de las instalaciones) y protegido mediante dosímetros y detectores de radiación ambiental. Si se maneja yodo radiactivo el personal deberá ser sometido a un control exhaustivo de la glándula tiroides.

La gravedad de la lesión biológica provocada por la exposición a radiaciones ionizantes está en relación con el tipo de radiación (rayos X, gamma, partículas α , β , etc.), la cantidad de radiación absorbida (principalmente dosis total) y el período de exposición a la radiación.

En síntesis, el daño celular puede ser mutágeno (alteración de la estructura del ADN) y carcinógeno (productor de cáncer), y los órganos y sistemas más fácilmente dañados son:

- Piel, como vía interpuesta en la absorción. Se pueden producir desde simples eritemas, hasta carcinomas epidermoides años más tarde de recibir el daño.
- Sistema hematopoyético linfóide. Por radiación directa de la médula ósea y ganglios linfáticos, de gran radiosensibilidad, puede determinarse aplasia de estos órganos. A ello se añade el efecto leucemioide a largo plazo.
- Gónadas (ambos sexos), con lesión irreversible de las células germinales que produce esterilización como una consecuencia frecuente. No hay que olvidar que dosis no letales sobre las células germinales pueden desencadenar malformaciones congénitas en la descendencia.
- Pulmones. Las lesiones pueden afectar tanto al parénquima (bronquios, bronquiolos, alvéolos, etc.) como a las estructuras vasculares, con manifestaciones que comprenden desde un simple cuadro de neumonitis hasta insuficiencia respiratoria aguda por grandes dosis.

En definitiva, la casi totalidad de los órganos y tejidos pueden ser dañados si los niveles de radiación y el tiempo de administración rebasan ciertos límites.

^

^

El laboratorio de isótopos debe situarse en un lugar independiente del resto de los laboratorios y ha de estar correctamente señalizado.

Todo el material empleado para manejar isótopos debe ser desechable.

Se trabajarán siempre con guantes.

Nunca se pipetearán con la boca.

Todo el material de desecho se coloca en un contenedor específico que se rotula como radiactivo.

^

^

0. INTRODUCCIÓN

La actividad profesional de todo Técnico Superior en Laboratorio de Diagnóstico Clínico que se precie, debe tener unos ciertos conocimientos suficientes de Química.

Con esta unidad didáctica el objetivo es que el alumno, sepa realizar aquellas operaciones básicas de laboratorio, disoluciones y diluciones, que pese a su sencillez no han de causar duda alguna en la actividad rutinaria.

^

^

1. LA MATERIA

La materia se define como la realidad primaria de la que están compuestas las cosas, o como todo aquello que tiene masa y ocupa un espacio. Como vemos fácilmente, son definiciones tan amplias que incluyen casi todo lo que existe en el mundo.

La materia está compuesta por unas unidades fundamentales, llamadas átomos, que se combinan entre sí para formar moléculas. La relación entre átomos y moléculas podemos considerarla similar a la que existe entre las letras del alfabeto y las palabras. El alfabeto contiene 28 letras que pueden combinarse entre sí dando lugar a millones de palabras; de forma análoga, los 105 átomos existentes pueden combinarse dando lugar a millones de moléculas.

A un determinado tipo de materia, como aire, agua, hierro, azúcar... se le denomina sustancia.

^

^

1.1. CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA

La materia, para su estudio la podemos clasificar en:

SUSTANCIAS PURAS

Dentro de las denominadas sustancias puras debemos diferenciar entre elementos y compuestos puros.

Los elementos son sustancias que no se pueden descomponer en otras más sencillas por métodos químicos, porque sus moléculas están constituidas por un solo tipo de átomos. por ejemplo los gases oxígeno (O_2), e incluso el gas hidrógeno entre otros (H_2).

Los compuestos puros son aquellos cuerpos que no pueden ser descompuestos en otros más sencillos por métodos físicos. Todas sus moléculas son iguales entre sí. Es decir, son aquellas sustancias que tienen dos o más clases de átomos combinados en proporciones fijas. Como ejemplo, tan común como necesario, podemos citar el agua destilada (sustancia pura constituida por moléculas triatómicas H_2O todas ellas iguales).

MEZCLAS

Una mezcla resulta de la interposición mecánica de sustancias distintas, y se caracteriza por tener las propiedades de todas las sustancias que la componen.

Se pueden descomponer en componentes más sencillos por métodos físicos como son la vaporización, cristalización, destilación...

Pueden ser mezclas homogéneas o heterogéneas.

Las mezclas homogéneas son aquellas que se caracterizan porque su composición es uniforme en toda la mezcla. Son las llamadas disoluciones.

Por su parte, las mezclas heterogéneas son aquellas que no presentan una composición uniforme, variando ésta de una zona a otra de la mezcla. Como ejemplo podemos citar aquellos tan simples como: polvo en el aire, granito...

Á

1.2. LOS ELEMENTOS Y LA TABLA PERIÓDICA

Se denominan elementos químicos a aquellas sustancias constituidas sólo por un tipo de átomos.

Existen en la actualidad unos 105 elementos conocidos. Cada uno de ellos tiene un nombre y un símbolo que es la representación química del átomo que lo constituye.

La mayor parte de los símbolos coinciden con la inicial mayúscula sola o seguida de otra letra minúscula del nombre latino o moderno del elemento. Estos 105 elementos pueden clasificarse de distinta forma; la más útil es el llamado sistema periódico de los elementos.

También debemos conocer el denominado sistema periódico. El sistema periódico puede definirse como la ordenación de los elementos conocidos, de tal modo que se correspondan en columnas los elementos que tienen propiedades químicas análogas. Estas columnas reciban el nombre de grupos, mientras que las filas horizontales que aparecen reciben la denominación de periodos.

Los elementos se dividen en tres clases, en función de sus propiedades físicas, son las siguientes:

- **Metales.** Tienen brillo metálico cuando se pulen. Son buenos conductores del calor y de la electricidad.
- **No metales.** Se caracterizan por la ausencia de brillo y de conductividad, y por la posibilidad de producir ácidos.
- **Metaloides.** Elementos intermedios entre las dos clases anteriores.

La tabla periódica contiene elementos de las tres clases. En la parte derecha de la tabla se señala una línea que separa los no metales que se disponen a la derecha, de los metales situados a la izquierda. A ambos lados de esta línea encontramos a los metaloides.

De los 105 elementos conocidos, únicamente 90 se encuentran en la naturaleza; el resto se preparan en el laboratorio mediante diversas técnicas.

Á

Á

Á

Á

Á

Á

Á

1.3. Á TOMOS

La materia está constituida por partículas muy pequeñas: los átomos.

La palabra átomo, que proviene del griego átomos y significa indivisible (a = sin; tomos = sección, parte), responde a la idea de los antiguos filósofos griegos según la cual el átomo es la parte más pequeña e indivisible de la materia.

Actualmente, podemos definir el átomo como: partícula de un cuerpo químicamente indivisible y que forma la menor cantidad de un elemento que puede entrar en combinación.

Durante el pasado siglo, la disponibilidad de nuevos instrumentos y técnicas de laboratorio condujo al descubrimiento de diversas partículas subatómicas. Algunos ejemplos de estas partículas son:

- Electrón. Es la partícula responsable de la corriente eléctrica. Es una partícula cargada, a la que se atribuye una unidad de carga negativa. Se representa por el símbolo e^- .
- Protón. Es una partícula cargada positivamente. Su carga es igual a la del electrón, pero de signo opuesto (presenta carga positiva). Se representa por el símbolo H^+ .
- Neutrón. Es una partícula sin carga. Se representa por el símbolo n .

Estas partículas se encuentran distribuidas en los átomos de una forma similar:

Los protones y los neutrones (nucleones) se encuentran en la parte central del átomo, en el llamado *núcleo*, mientras que los electrones se encuentran en el exterior del núcleo formando la envoltura electrónica donde está distribuida la carga negativa.

Un átomo es eléctricamente neutro; por tanto, la carga creada por los protones en el núcleo debe ser compensada exactamente por un número igual de electrones en el exterior del mismo.

Á

1.4. NÚMERO ATÓMICO (CARGA NUCLEAR, NÚMERO DE ORDEN)

Se representa por la letra Z.

Es el número de cargas eléctricas del núcleo de un átomo, que coincide con el número de protones (ya que los neutrones, que se encuentran igualmente en el núcleo, no tienen carga).

Coincide con el lugar que ocupa el elemento en el sistema periódico.

Á

2. CÁLCULO DE MASA

MASA ATÓMICA

La masa atómica representa la masa de un átomo. La masa de un átomo es tan pequeña que resulta difícil el uso de las unidades habituales. Esto hizo necesario la definición de una nueva unidad.

Desde 1961, por acuerdo internacional, la masa atómica se determina por comparación con una masa de referencia, que es la masa del isótopo ^{12}C del carbono.

La unidad de masa atómica (u.m.a) se definió como la duodécima parte de la masa de un átomo de carbono-12; por ello, la masa atómica de este isótopo del carbono será de 12 u.m.a.s

Las masas atómicas de otros átomos se determinan comparándolas con las del carbono-12, lo que se efectúa mediante un instrumento llamado espectrógrafo de masas.

Las masas atómicas de aquellos elementos que poseen isótopos serán la media ponderada de las masas de todos sus isótopos.

ATOMO-GRAMO

Es un número en gramos igual en valor absoluto a la cifra que expresa su masa atómica. Por ejemplo, el elemento oxígeno tiene una masa atómica de 16 u.m.a.s; por tanto, su átomo-gramo tendrá un valor de 16 gramos.

En un átomo-gramo se encuentran contenidos un número de átomos igual al número de Avogadro (N), que vale 6,023.1023.

MOLÉCULAS

La molécula es el límite de la división física, es decir, la parte más pequeña de una sustancia que conserva sus propiedades químicas.

Los átomos independientes o la agrupación de átomos iguales constituyen la molécula de cuerpos simples. Si por el contrario estos átomos son distintos, pero todas las moléculas son iguales entre sí, tienen un número fijo de átomos de cada clase e igualmente dispuestos en el espacio- forman un cuerpo compuesto.

FÓRMULAS QUÍMICAS

Una fórmula química es la representación simbólica de un compuesto químico, y consiste en una combinación de letras y números que indican el número y tipo de átomos contenidos en una molécula.

Las letras que se utilizan corresponden a los símbolos de los átomos constitutivos, y los números que aparecen como subíndices indican cuántos átomos de cada clase existen en la molécula.

En general, el elemento de mayor carácter metálico se nombra en primer lugar, seguido de los restantes elementos en orden de carácter metálico decreciente.

MASA MOLECULAR

Es la masa de una molécula medida en u.m.a.s.

Es corriente en los libros de química hablar de pesos atómicos y pesos moleculares, cuando la precisión terminológica requiere decir masas atómicas y moleculares; no obstante, en cada lugar de la tierra, existe una rigurosa proporción entre la masa y el peso de una sustancia, proporción que resulta e la constante aceleración de la gravedad (g). Por esta razón, ambos conceptos son equivalentes y suelen emplearse indistintamente.

En la práctica, la masa molecular se obtiene por la suma de las masas de los distintos átomos que forman la molécula.

MOLÉCULA-GRAMO

Es un número en gramos igual en valor absoluto a la cifra que expresa la masa molecular.

Siguiendo el ejemplo anterior, la molécula-gramo de ácido sulfúrico tendrá un valor de 98 gramos.

En una molécula-gramo se encuentran contenidas un número de moléculas igual al número de Avogadro (N), que vale 6,023.1023.

MOL

El número de átomos o moléculas que intervienen en las reacciones químicas habituales es enorme, por lo que se consideró conveniente definir un nuevo término, el mol, para nombrar el conjunto formado por un número fijo y grande de entidades químicas fundamentales, comparables a la cantidad que podrá haber en un experimento real.

Un mol está definido como aquella cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 12 gramos de C. Este número se conoce como número de Avogadro y es igual a 6.023.1023 entidades elementales. Estas entidades elementales pueden ser tanto átomos como moléculas, iones, electrones...

Es decir; un mol de átomos de sodio contiene 6.023.1023 átomos de sodio. Un mol de sodio es igual a un átomo - gramo de sodio.

En la práctica, los moles de una sustancia se determinan dividiendo los gramos por el peso molecular de la misma.

Á

3. DISOLUCIONES. EXPRESIÓN DE SU CONCENTRACIÓN.

Se denominan disoluciones las mezclas íntimas de dos o más cuerpos diferentes que nos ofrecen a simple vista un aspecto homogéneo.

Las mezclas de gases son homogéneas, y por lo tanto, disoluciones. Pero el término, normalmente se suele utilizar, para describir mezclas homogéneas de dos o más líquidos, o de un líquido y uno o varios sólidos.

En toda disolución hay que diferenciar entre:

- **Cuerpo disperso o soluto.** Es el que se encuentra en menor proporción.
- **Cuerpo dispersante o disolvente.** Es el componente que interviene en mayor cantidad.

Las disoluciones más ampliamente utilizadas son las disoluciones en agua, denominadas disoluciones acuosas.

Tanto el disolvente como el soluto pueden tener cualquier estado físico- sólido, líquido o gaseoso-. La disolución adopta el estado físico del disolvente.

En general, existe un límite para la cantidad de soluto que puede disolverse en un disolvente a determinada temperatura. Cuando este límite se alcanza, no puede disolverse más soluto y se dice que el disolvente está saturado de soluto; en este caso la disolución se llama disolución saturada. Por ejemplo, una disolución de azúcar en agua se dice que está saturada cuando el azúcar se queda en el fondo del recipiente sin disolver, por lo que se agite la disolución.

Las disoluciones que se hallan lejos de la saturación reciben la denominación de disoluciones diluidas, y las que están cerca de la saturación, disoluciones concentradas.

La cantidad relativa de soluto o disolvente en una disolución se expresa mediante las llamadas unidades de concentración. Las unidades de concentración se clasifican en dos grandes grupos: unidades físicas y unidades químicas.

UNIDADES FÍSICAS.

PORCENTAJE EN PESO (% p)

Expresa los gramos de soluto contenidos en 100 gramos de disolución. Viene dado por la ecuación:

$$\% \text{ peso} = \left[\frac{\text{g soluto}}{\text{g disolución (soluto + disolvente)}} \right] \times 100$$

Mientras no se especifique lo contrario, los tantos por ciento vienen expresados en peso.

PORCENTAJE EN VOLUMEN (% v)

Expresa los mililitros de soluto contenidos en 100 mililitros de disolución. Viene dado por la siguiente ecuación:

$$\% v = \left[\frac{\text{ml soluto}}{\text{ml disolución}} \right] \times 100$$

PORCENTAJE EN PESO- VOLUMEN (% p/v)

Expresa los gramos de soluto contenidos en 100 ml de disolución. Viene dado por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ p/v} = \left[\frac{\text{g soluto}}{\text{ml disolución}} \right] \times 100$$

Es la expresión más frecuentemente utilizada en el laboratorio; estas concentraciones se pueden expresar como gramos por ciento (g%), gramos / decilitro (gr/ dl), miligramos/ decilitro (mg/dl) y microgramos/ decilitro. Si empleamos unidades del SI, las concentraciones se darán en términos de peso por litros, mililitros o microlitros.

PARTES POR MILLAR (p.p.m)

Indica el número de gramos de soluto por cada 100000 de gramos de disolución, o el número de miligramos de soluto por cada 1000 gramos de disolución. En disoluciones acuosas es equivalente asimismo a miligramos de soluto por litro de disolución, ya que al tratarse de disoluciones extremadamente diluidas su densidad es muy cercana a la del disolvente, es decir, a la unidad.

Análoga significación tiene la concentración de partes por billón (p.p.b).

UNIDADES QUÍMICAS.

MOLARIDAD

Se define la molaridad de una disolución acuosa como el número de moles de soluto que hay en un litro de disolución. Se representa por M.

$$M = \text{número de moles de soluto} / V \text{ disolución (litros)}$$

Debemos recordar el cálculo del número de moles, tal y como se comentó anteriormente de modo que:

$$\text{moles} = g / P_m$$

NORMALIDAD

La normalidad de una disolución se define como el número de equivalentes-gramo de soluto existentes en un litro de disolución. Se expresa mediante la letra N.

$$N = \text{número de equivalentes-gramo (soluto)} / \text{volumen de disolución (litros)}$$

Para realizar el cálculo del número de equivalente- gramo de soluto es necesario, en primer lugar definir el Peso equivalente.

El peso equivalente de un elemento o compuesto (llamado también equivalente químico) es la cantidad del mismo que se combina o reemplaza (equivale químicamente) a 1,008 partes de hidrógeno o a 8 partes de oxígeno.

El peso equivalente será el P_m o atómico, según los casos, dividido por un número que dependerá del tipo de reacción de que se trate; en reacciones ácido- base es el número de H⁺ OH⁻ puestos en juego; en una reacción redox es el número de electrones que se ganan o se pierden.

Según esto, el peso equivalente de un ácido o de una base puede determinarse por las siguientes ecuaciones:

$$P. \text{ equivalente de un ácido} = P_m \text{ ácido} / \text{Valencia ácido}$$

$$P. \text{ equivalente de una base} = P_m \text{ base} / \text{Valencia base}$$

La valencia de un Ácido es el número de hidrógenos protonizables de su molécula, mientras que la valencia de una base es el número de hidroxilo en su molécula.

Por otro lado, debemos conocer que una cantidad en gramos de un elemento o compuesto igual a su peso equivalente se conoce con el nombre de equivalente- gramo del mismo.

Para calcular el número de equivalentes- gramo en un determinado peso de un Ácido o de una base basta aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{Número equivalentes- gramos} = \text{peso de la masa en gramos} / \text{peso equivalente}$$

Según todo lo anterior podemos afirmar que la fórmula de la normalidad es:

$$N = \text{número equivalentes} - \text{g soluto} / V \text{ disolución (litros)} = (\text{gValencia} / \text{peso molecular}) / V \text{ disolución}$$

RELACIÓN ENTRE NORMALIDAD Y MOLARIDAD

Estudiando las fórmulas anteriores, esto es, Normalidad y Molaridad, es evidente que la única diferencia entre ellas es la valencia que aparece en el numerador de la Normalidad, por lo tanto:

$$N = M \times V$$

MOLALIDAD

Una disolución 1 molal es aquella que contiene 1 mol de soluto por kilogramo de disolvente. Se representa con la letra m.

$$m = \text{número de moles de soluto} / \text{kg disolvente} = (\text{g/Pm soluto}) / \text{kg disolvente}$$

Á

Á

4. DILUCIONES

En el laboratorio, en muchas ocasiones es necesario diluir las muestras o los reactivos para obtener concentraciones adecuadas a las técnicas. La perfecta preparación de estas diluciones es imprescindible para la obtención de unos resultados correctos.

La dilución realizada se expresa generalmente como una unidad de la solución inicial por unidades de la solución final. Por ejemplo, una dilución 1/10 requiere que una unidad de la solución inicial sea o haya sido diluida hasta un volumen final de 10 unidades.

Aquellas concentraciones en las cuales se expresa la concentración como cantidad de soluto en un volumen fijo de disolución, como es el caso de la Normalidad, Molaridad o % p/v, se denominan escalas volumétricas de concentración.

Cuando la concentración se expresa sobre una de estas escalas volumétricas, la cantidad de soluto contenido en un volumen dado de solución es igual al producto del volumen por la concentración:

Si diluimos una solución, el volumen de la misma aumentará a la par que disminuye su concentración, mientras que la cantidad de soluto presente permanecerá constante. Por ello, dos soluciones con distintas concentraciones, pero que contienen las mismas cantidades de soluto, están relacionadas de la siguiente manera:

$$V1 \times C1 = V2 \times C2$$

Si se conocen tres de los términos de esta ecuación, se puede calcular el cuarto. Las cantidades a los dos lados de la ecuación deben expresarse en las mismas unidades.

Â

DILUCIONES SERIADAS

En el laboratorio es frecuente la utilización de diluciones seriadas, que se llaman así porque después de la primera son todas iguales.

Ejemplo: diluir un suero al $\frac{1}{2}$ (1:2) por adición de 1 mililitro de suero a 1 mililitro de solución salina. Tubo 1.

A partir del tubo 1 preparamos cuatro tubos (tubos 2, 3, 4, 5) que contienen cada uno 1 mililitro de solución salina como diluyente. Realizamos la dilución seriada por transferencia de 1 mililitro del tubo 1 al tubo 2, mezclamos y transferimos 1 ml del tubo 2 al tres, y así sucesivamente hasta el tubo 5 en nuestro caso.

La concentración del suero decrece según un factor 2 en cada dilución: tubo 1 ($\frac{1}{2}$); tubo 2 ($\frac{1}{4}$); tubo 3 ($\frac{1}{8}$); tubo 4 ($\frac{1}{16}$); tubo 5 ($\frac{1}{32}$).

Â

UNIDAD 4: INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS HUMANAS

0. Introducción

1. Objetivo de la toma y análisis de muestras biológicas humanas

1.1. ¿Quién decide qué muestra tomar en cada caso

2. Factores a tener en cuenta en la toma de muestras

2.1. Factores no modificables

2.2. Factores modificables

3. Pruebas analíticas especiales

4. Identificación de muestras. Impresos o volantes de petición

5. Requisitos mínimos para el procesamiento

5.1. Determinación cualitativa

5.2. Toma de muestra

Â

Â

0. INTRODUCCIÓN

Con este tema, se trata de adentrar al alumno al estudio de las muestras biológicas humanas. Es un tema en el que se abarcan diversas generalidades que el alumno debe conocer previo al estudio en profundidad de todas y cada una de las muestras biológicas objeto del material que nos ocupa.

Â

1. OBJETIVO DE LA TOMA Y ANÁLISIS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS HUMANAS

El objetivo buscado en la toma de muestras es la obtención de una porción orgánica representativa, la cual será procesada y analizada de modo que nos informe acerca del estado de salud-enfermedad del individuo.

Para que la información obtenida a partir de los análisis realizados a una muestra biológica concreta sea fiable, es importante cuidar las dos fases del proceso:

- Fase preanalítica (proceso de toma o recogida de muestra, su posterior transporte, conservación,...)
- Fase analítica (precisión de la técnica)

La técnica utilizada para la toma de muestra en cada caso debe ser la más adecuada en función de la localización de ésta y destino de la misma (tipo de determinaciones analíticas). Con independencia de esto, como norma general, para todo tipo de muestras se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- La recogida de la muestra debe realizarse en condiciones de máxima asepsia.
- Las muestras destinadas a la práctica de determinaciones analíticas de tipo microbiológico no tienen que contactar con productos desinfectantes. Además, estas muestras deben recogerse antes de instaurarse el tratamiento antibiótico, cuando no sea posible, antes de la próxima dosis.
- No recoger muestras de sangre en el mismo brazo en el que se está perfundiendo.
- Es importante identificar las muestras en presencia del paciente para evitar posibles errores.

Â

Â

1.1. QUIÉN DECIDE QUÉ MUESTRA TOMAR EN CADA CASO

Es el FACULTATIVO el encargado de decidir en cada caso concreto qué muestra será a analizar, así como las determinaciones analíticas a practicar a ésta, atendiendo a su experiencia y a la sintomatología presentada por el paciente y/o su historial clínico.

Las muestras biológicas humanas más frecuentes son:

- Sangre
- Orina
- Heces
- Esputo
- Líquido cefalorraquídeo.

Â

2. FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA TOMA DE MUESTRAS

Siempre hay que buscar la fiabilidad de las determinaciones analíticas efectuadas para que de este modo los resultados sean un fiel reflejo del estado de salud-enfermedad del individuo. Por lo que debemos conocer una serie de factores a tener en cuenta para la correcta interpretación de los resultados.

Estos factores se clasifican en 2 grupos:

- Factores no modificables (intrínsecos al individuo).
- Factores modificables.

Â
Â

2.1. FACTORES NO MODIFICABLES

Existe una serie de factores que influyen en los resultados obtenidos de algunas determinaciones analíticas, los cuales no podemos controlar, de ahí el nombre de No modificables. Son los siguientes:

- Sexo
- Edad
- Raza del individuo
- Fase del ciclo menstrual en mujeres

Todo esto debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados por lo que es necesario recoger estos datos en la documentación del paciente.

Por ejemplo: Existe una diferencia en los niveles normales de glóbulos rojos establecidos para el hombre y la mujer concretamente:

- Los niveles normales en el hombre son: 4,5 a 5 millones/ml
- Los niveles normales en la mujer son: 4,2 a 5,2 millones/ml

Â

2.2. FACTORES MODIFICABLES

Se conoce como factores modificables a aquellos que influyen en los resultados de las determinaciones analíticas y pueden ser eliminados, por lo que se deben conocer y tenerlos en cuenta a la hora de la toma de muestras y de este modo, al eliminarlos evitar su influencia en los resultados de los análisis. Por ejemplo: Medicamentos, dieta, Ingesta de alcohol, estrógenos puntual, estrógenos crónico, ejercicio físico, ritmos biológicos.

Â

MEDICAMENTOS

Se deben anotar los medicamentos que toma la persona que se va a realizar la extracción, pues estos intervienen en los resultados.

Existen casos en los que para obtener resultados correctos es necesario eliminar la medicación durante varias semanas antes de la extracción de la muestra.

En el caso de que la muestra sea extraída para detectar la presencia de microorganismos será necesario que ésta sea tomada antes de que el individuo sea tratado con antibióticos.

Â

DIETA

Para la realización de la mayoría de las tomas de muestras, se pide que el paciente permanezca en ayunas durante 12 horas previas a la toma, pues se alteran los niveles de determinadas sustancias tras la ingesta de

alimentos.

Entre las sustancias que se alteran tras la ingesta podemos destacar:

- **Insulina:** es una hormona de naturaleza proteica que se sintetiza en el páncreas, y cuya función es la de regular la glucemia(cantidad de glucosa en sangre), la secreción de insulina viene estimulada por la presencia de glucosa en sangre y la ausencia de esta hormona provoca la diabetes
- **Gastrina:** es una hormona que se produce en la región pilórica del estómago, aumentando la secreción de jugo gástrico. Su secreción est  estimulada por la presencia de alimentos en el estómago.
- **Calcitonina:** es una hormona que producen las glándulas tiroideas, y su función es la de disminuir los niveles de calcio y de fósforo en sangre. (osteoporosis; falta de calcio en los huesos, calcio en sangre, en mujeres tras la menopausia). Si existe alta concentración de calcio en sangre, alta calcemia. Alto riesgo de osteoporosis.
- **Fosfatasa alcalina:** conjunto de enzimas cuya actividad se encuentra aumentada principalmente en dos tipos de procesos: alteraciones óseas y alteraciones hepáticas. La isoenzima hepática se eleva en los siguientes casos: cirrosis hepática, metástasis hepática, col stasis(afección caracterizada porque el conducto que transporta la bilis hasta el intestino est  obstruido).
- **Urea:** es un producto de desecho, que se forma a partir del metabolismo aminoacídico. Se sintetiza en el hígado y desde éste, pasa a la sangre para ser eliminado vía renal (por el ri n). El aumento de urea en sangre se llama uremia y está directamente relacionado con alteraciones en su eliminación, por lo tanto es un indicador de insuficiencia renal. Aunque también está aumentada en otras patologías como por ejemplo en alteraciones del hígado, y en la ingesta masiva.
- **Glucosa:** los niveles de glucosa aumentan superando la normoglucemia (niveles de glucosa normales en sangre) tras la ingesta. Es la insulina la encargada o responsable de restituir las condiciones de normoglucemia. La toma de muestra y análisis justo tras la ingesta, o no transcurrido el tiempo necesario para el restablecimiento de los niveles pueden dar lugar a una conclusión no real acerca del estado de salud del individuo.
- **Lípidos:** si la muestra es tomada tras la ingesta, los niveles de lípidos en sangre serán bastante superiores a los habituales. Éste hecho se explica al ser la sangre el vehículo de transporte de este y como no, todos los principios inmediatos que son absorbidos.

Viendo los efectos mencionados,   será necesario practicar la toma de muestras en ayuna si queremos identificar el microorganismo agente etiológico de una posible infección?

Si se va a realizar un análisis de orina para determinar si existe infección, no será necesario que se tratase de la primera orina de la mañana, pero si es para determinar algún otro parámetro que pueda verse afectado por el desayuno sí debe obtenerse la primera muestra en ayunas.

 

INGESTA DE ALCOHOL

El alcohol altera los niveles de ciertas sustancias hepáticas al ser éste el órgano encargado de eliminar los tóxicos del organismo (fármacos, drogas, alcohol...). Altera los niveles de determinadas sustancias como por ejemplo:

- **Transaminasas:** son dos enzimas, GOT y GPT, estas enzimas están presentes en el interior de distintas células del hígado y musculares. Un aumento en el nivel plasmático de esta enzima, indica la lesión de células hepáticas o células musculares. Se obtienen niveles altos de GPT en pequeñas lesiones del hígado, mientras que para que aumenten los niveles de la GOT esta lesión tiene que ser más grave.
- **Gamma-glutamilo-transferasa:** es una enzima que sirve de marcador a la hora de determinar una alteración hepática. Cuando el nivel de esta enzima en sangre es normal es muy probable que no exista ninguna alteración hepática.

También altera los niveles de otros parámetros tales como: glucosa, triacilglicéridos, lactato.

Â

ESTRÓGENOS PUNTUAL O CRÓNICO

El estrógeno puntual actúa aumentando los niveles de determinadas hormonas, tales como:

- **Prolactina (PRL):** es una hormona sintetizada y almacenada en la hipófisis cuya función es estimular la producción de leche por parte de la madre tras el parto. La producción excesiva de esta hormona en ambos sexos da lugar a la producción anormal de leche que se denomina Galactorrea.
- **Cortisol:** es una hormona sintetizada y liberada por la corteza de las glándulas suprarrenales. Interviene disminuyendo el consumo celular de glucosa y también aumentando el catabolismo proteico y ayuda a la movilización de las grasas aumentando de esta manera su concentración en la sangre.
- **Adrenalina:** es una hormona segregada por la médula de las glándulas suprarrenales, prepara al organismo para la lucha o la fuga (situaciones de alerta), provoca la contracción del corazón, de las arterias. También aumenta el metabolismo y la profundidad de la respiración.
- **Aldosterona:** es una hormona que se agrupa dentro de los mineralocorticoides, se sintetiza en la corteza de las glándulas suprarrenales y su función principal es favorecer la volemia (cantidad de sangre en el organismo) y aumenta la eliminación de potasio.
- **Renina:** Es una sustancia liberada a la sangre desde los riñones e interviene en un mecanismo para aumentar la presión arterial.
- **Hormona del crecimiento:** también se llama somatropina. Es una hormona que se sintetiza y almacena en una parte del sistema nervioso (glándula pituitaria) y su función es la de promover el crecimiento de los huesos. Una producción excesiva durante la infancia provoca gigantismo y una falta de producción provoca el enanismo.

Por su parte, el estrógeno crónico provoca una alteración de los niveles de glucosa, colesterol, células sanguíneas y factores de coagulación (conjunto de elementos presentes en el plasma sanguíneo que bajo determinadas circunstancias experimentan una serie de reacciones químicas que transforman el estado físico de la sangre).

Â

EJERCICIO FÍSICO

Es importante evitar el ejercicio intenso durante 3 días antes de la realización de la toma de muestras, puesto que se alteran los niveles de distintos parámetros tales como glucosa, factores de coagulación, creatina, lactato deshidrogenasa, y creatinina- fosfato entre otras.

- **Lactato deshidrogenasa:** es una enzima que está presente en la mayor parte de las células del organismo. Está formada por varias isoenzimas de las cuales la lactato deshidrogenasa-5 es la mayoritaria y de localización hepática. Si se produce un aumento de esta enzima en el plasma, esto es indicativo de la presencia de necrosis hepatocelular o de carcinoma hepático, cirrosis.
- **Creatina:** es un compuesto nitrogenado no proteico cuya síntesis tiene lugar en los riñones, hígado, intestino delgado y páncreas, y se constituye a partir de aminoácidos, como son: metionina, arginina.

Tras su síntesis la creatina pasa inicialmente a la sangre y de aquí pasa al tejido muscular, de modo que la cantidad de creatina que hay es proporcional a la cantidad de masa muscular. Este compuesto constituye un importante mecanismo de almacenamiento de energía mediante la fosfocreatina.

Esta molécula se hidroliza por la acción de una enzima que es la creatinina- fosfatasa.

Los niveles de creatina en el plasma aumentan en el caso de patología en el músculo.

- La realización de ejercicio provoca el aumento en la secreción de algunas hormonas como: hormona del crecimiento, prolactina, cortisol, renina. Estas hormonas pueden aumentar con la realización de un pequeño ejercicio, como puede ser incluso la subida de escaleras.

En algunas ocasiones se realizan las llamadas pruebas de esfuerzo que consisten en realizar un ejercicio previo a la toma de sangre para comprobar si ciertas sustancias aumentan, como por ejemplo: la hormona del crecimiento.

Â

RITMOS BIOLÓGICOS

Los ciclos biológicos (ciclo circadiano y ciclo menstrual), deben ser tenidos en cuenta al analizar los resultados para comparar muestras obtenidas en el mismo momento del ciclo, puesto que dependiendo de esto, los niveles de hormonas van a ser diferentes.

Â

CICLO CIRCADIANO

Es la variación de la secreción de ciertas sustancias, sobre todo hormonas, a lo largo del día, 24 horas. Las hormonas que varían son:

- Hormona adeno-corticotrófica (ACTH), se sintetiza y almacena en el sistema nervioso y su función principal es la de controlar la secreción de las hormonas corticoesteroides de la corteza suprarrenal. La mejor hora para la toma de muestra es la comprendida entre las 7 y las 9 de la mañana.
- Corticoides.
- Prolactina.

- **Hormona del crecimiento.**
- **Testosterona.** Es la hormona esteroide (derivada del colesterol), estimula el desarrollo de los órganos sexuales masculinos y de los caracteres secundarios masculinos. La fuente principal de esta hormona son los testículos, aunque también se segrega en pequeñas cantidades en la corteza suprarrenal y en los ovarios.

Las hormonas en las que se observa un aumento en sus niveles en presencia de luz son: ACTH, corticoides, prolactina y aldosterona.

Â

CICLO MENSTRUAL (~ 28 DÍAS)

Las hormonas que varían a lo largo del ciclo menstrual son:

- **Progesterona:** Es una hormona esteroide. Se sintetiza principalmente en el ovario y la placenta, y en menor cantidad en los testículos y en la corteza de las glándulas suprarrenales. Su función es la de mantener el endometrio (capa más interna del útero) en el embarazo. Si la fecundación se produce la progesterona mantiene el endometrio durante todo el embarazo e impide que se produzca la ovulación.
- **Estrógenos:** Son sustancias del grupo de hormonas esteroideas (su síntesis proviene del colesterol), y se sintetiza principalmente en los ovarios pero también en pequeña cantidad en la corteza de las glándulas suprarrenales, en los testículos y en la placenta. Su función es provocar el desarrollo sexual femenino, tanto el crecimiento como funcionamiento, de los órganos sexuales femeninos. Los estrógenos sintéticos se utilizan para fabricar los anticonceptivos orales junto con la progesterona.
- **Hormona luteinizante (LH):** Hormona sintetizada y almacenada en el sistema nervioso. Su función es estimular la ovulación y la secreción de progesterona por parte de los ovarios. También estimula la síntesis de andrógenos en los testículos.
- **Hormona folículo estimulante (FSH):** Es una hormona que se sintetiza y almacena en el sistema nervioso. Su función es la de estimular la formación de esperma en los testículos. Se administra en algunos casos para tratar la infertilidad en la mujer que está provocada por falta de ovulación.
- **Prolactina:** es una hormona sintetizada y almacenada en la hipófisis cuya función es estimular la producción de leche por parte de la madre tras el parto. La producción excesiva de esta hormona en ambos sexos da lugar a la producción anormal de leche que se le denomina galactorrea.

Â

3. PRUEBAS ANALÍTICAS ESPECIALES

- **Pruebas diagnósticas:** se utilizan para investigar la capacidad de los órganos para responder a distintos estímulos. Para que las pruebas diagnósticas sean fiables hay que respetar el tiempo de toma de muestras y anotar la hora de la obtención de la misma, por ejemplo si se está regulando el ritmo. En algunas ocasiones se realizan las llamadas pruebas de esfuerzo que consisten en realizar un ejercicio previo a la toma de sangre para comprobar si ciertas sustancias aumentan como por ejemplo la hormona del crecimiento.

- **Control de medicamentos:** la concentración de medicamentos administrados, en la sangre tienen un pico que depende de la velocidad de absorción de este medicamento y un mínimo que será el que hay justo antes de administrar el fármaco.

Los fármacos sufren una serie de procesos en el organismo que se identifican o se denominan con las siglas **LADHE** (liberación, absorción, distribución, metabolización, excreción o eliminación). Se entiende por liberación a la separación del vehículo del principio activo. La absorción, en la mayoría de las ocasiones, se ve retrasada por la presencia de alimentos en el intestino y en algunas ocasiones no sólo retrasa sino que impide la absorción de éste. Esto ocurre con antibióticos como las tetraciclinas que se administran junto con leche o derivados, el calcio de estas se combina con el antibiótico haciendo que precipite y no se pueda absorber.

Â
Â

4. IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS. IMPRESOS O VOLANTES DE PETICIÓN

VOLANTE DE PETICIÓN.

Es el documento que acompaña a cada muestra y que contiene todos los datos precisos para que su procesamiento sea correcto y el resultado útil.

Todas las muestras tienen que ir acompañadas de una solicitud correctamente formulada:

- **PACIENTE:** (datos demográficos), edad, sexo, nombre completo, dirección, teléfono, número de cama, alergias, número de la seguridad social, medicamentos, enfermedades relacionadas con el proceso, como por ejemplo operaciones.
- **MÁDICO:** Nombre completo, número de colegiado, servicio, fecha y firma.
- **DATOS DE LA MUESTRA:** en la solicitud se incluirán una serie de datos referentes a la muestra a analizar que son: Tipo de muestra, medio de transporte o conservador, fecha de obtención, y en algunos casos la hora de obtención, señalar o indicar si existe indicio de infección.
- **ANÁLISIS SOLICITADOS:** Hay que indicar en el formulario si el análisis que se solicita es urgente o es un análisis rutinario.
- **SITUACIÓN CLÍNICA:** Hay que dar datos sobre la enfermedad o posible enfermedad del paciente, síntomas que presenta: fiebre, dolores,... (situación clínica). Fecha y resultado de los análisis realizados con anterioridad. Tratamiento al que se está sometiendo y que pueda alterar los resultados del análisis...

Â

5. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PROCESAMIENTO

Cada laboratorio debe tener un protocolo para aceptar o rechazar muestras. Las causas por las que una muestra puede ser rechazada son las siguientes:

- Falta de información (ya sea acerca de la muestra, del paciente o del médico).
- El procedimiento de toma de muestra ha sido incorrecto.
- Ha existido una preparación inadecuada del paciente, como por ejemplo que no esté en ayunas.

- La muestra no ha sido preservada adecuadamente.
- Ha existido un transporte inadecuado de la muestra, como por ejemplo el envase no se ha cerrado bien, agitación de la muestra,...

Â
Â

5.1. DETERMINACIÓN CUALITATIVA

- **Prueba Basal:** Es la que se realiza en condiciones de mínimo gasto energético, con ello se consiguen determinar los niveles mínimos de aquello que queremos determinar.
- **Prueba funcional:** Es la que se realiza para investigar cómo funcionan determinados órganos o sistemas.

En muchos casos es necesario la realización de pruebas dinámicas, es decir, aportar en exceso o restringir algo a un órgano para ver cómo funciona en condiciones límites.

Por ejemplo, el ejercicio físico intenso afecta los niveles de la hormona del crecimiento por lo que en ocasiones se utilizan pruebas dinámicas denominadas de esfuerzo que consisten en realizar un ejercicio previo a la toma de sangre para comprobar los niveles de la hormona.

- **Perfil analítico:** Conjunto de determinaciones que sirven para valorar una enfermedad, órgano o situación clínica determinada.
- **Batería de pruebas:** Conjunto de pruebas para llegar a un diagnóstico.

Â

5.2. TOMA DE MUESTRA

Envase

El envase será el apropiado en cada caso.

Tenemos unas normas generales

- Limpio, para evitar interferencias.
- Para el análisis microbiológico, envases estériles y cierre hermético. Mantener extremas condiciones asépticas para que nosotros no lo contaminemos.

Manipulación

Hasta que no se analicen las muestras, todas son potencialmente infecciosas y deben ser tratadas como tal.

En caso en los que además se sospeche de infección por la historia del individuo, orientación del diagnóstico etc., a las muestras se les coloca una etiqueta de alto riesgo, y se introducen en el interior de una bolsa de plástico sellada. Si se derrama parte de la muestra limpiar rápidamente con desinfectante.

Usar guantes para obtener condiciones de máxima asepsia, los motivos son:

- Nuestra propia seguridad
- Evitar contaminar la muestra ya que las manos son un vehículo excelente de contaminación.

Tiempo que debe transcurrir.

El tiempo que debe transcurrir entre la toma de la muestra y su análisis debe ser el menor posible porque mientras más tiempo pase aumenta el número de parámetros que pueden verse modificados.

Ejemplo: Hay determinaciones que han de enviarse de forma inmediata para su análisis o conservación en el laboratorio hasta que este se realice, por ejemplo el amoníaco o las catecolaminas.

Con la correcta conservación y rápido transporte de la muestra se evita la formación de amoníaco, glicólisis, degradación de las proteínas, alteración de las sustancias por la luz y otros procesos que alteran los resultados.

Sustancias preservativas.

En algunos tipos de muestras, como por ejemplo la orina, en la que se precisa, según la determinación a realizar de la adición a la muestra de sustancias preservativas.

Por ejemplo fluoruro y ácidos, que van a inhibir la proliferación microbiana, ya que la orina supone un excelente medio para el crecimiento de los microorganismos.

Refrigeración.

La mayoría de las muestras se mantienen en refrigeración (4°C) porque se inhibe el crecimiento de microorganismos.

El K⁺ del interior de las células a temperatura ambiente sale a grandes cantidades mientras que en refrigeración se disminuye mucho la velocidad.

Otro ejemplo es: la gastrina o actividad de renina, que necesitan ser refrigeradas justo después de la extracción sanguínea.

Hay muestras que no se refrigeran como por ejemplo LCR, semen y orina.

Evitar la evaporación de muestras líquidas

Para ello utilizamos recipientes totalmente cerrados.

Si se evapora líquido aumentará la concentración de las sustancias de la muestra y los microorganismos pueden morir por desecación.

Congelación

No es lo más apropiado pero en determinados casos es necesario.

La temperatura de congelación y el procedimiento de congelación serán diferentes en función del caso.

Para evitar la formación de cristales se añaden crioprotectores, se suele hacer en nitrógeno líquido a -196°C.

Por ejemplo en el caso de la determinación de ACTH (hormona adenocorticotropa).

Transporte

Para el transporte de muestras podemos atender a:

- Recipiente Primero: con cierre hermético y alrededor de este material absorbente para que en caso de derrames no existan problemas.
- Recipiente Segundo: o envase exterior y que puede ser de plástico, metal o cartón duro.

Habría que realizar un etiquetado conveniente y controles para verificar que el material que se usa no va a producir fugas.