

TOXICIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

1. INTRODUCCIÓN.

La Toxicología Laboral tiene por objeto el estudio de las alteraciones producidas en el individuo por el contacto con los agentes tóxicos en el puesto de trabajo. En esta unidad se trata de comprender qué relación existe entre la toxicidad y la dosis de exposición con la respuesta tóxica.

Para ello se verá que alteraciones sufre el tóxico desde su entrada en el organismo hasta su eliminación total o parcial y cómo estas alteraciones son determinantes en la acción del tóxico, según el grado de absorción, los tejidos a los que llegue, el metabolismo que sufra y la rapidez de eliminación.

Los estudios toxicológicos nos informan de que, para la mayoría de los compuestos, la severidad de un daño está relacionado con la concentración y el tiempo de exposición y a su vez de otras variables que se deben tener en cuenta ya que pueden modificar la magnitud del efecto.

En esta unidad se consideraran los estudios dosis-efecto y dosis-respuesta por su interés, ya que se utilizan para establecer unos índices que permiten clasificar los tóxicos según la severidad del efecto producido y otros que van a ser utilizados a la hora de fijar unos niveles admisibles de exposición.

El interés por la relación causa efecto del trabajo en los trabajadores no es algo que se haya empezado a plantear de forma reciente, ni siquiera con la llegada de la primera revolución industrial (segunda mitad del siglo XVIII), de hecho, en el código de Hamurabi se habla de la alta incidencia de las cataratas entre los trabajadores de la época como orfebres, trabajadores del vidrio o tejedores estableciéndose legislación para el trato, uso y venta de esclavos.

En el antiguo Egipto en el libro “la sátira de los oficios” se hace mención de la fatiga de los trabajadores y de las deformaciones físicas debidas a las posturas incómodas.

Hipócrates el Grande en el siglo V a.C. Escribe sobre las enfermedades de los mineros entre los que destacan sus trabajos sobre el Saturnismo estableciendo una metodología para visitar los centros laborales y dar a conocer los factores causales de las enfermedades.

En la antigua Roma ya se establecen exigencias a los patrones para la adopción de medidas de seguridad para sus trabajadores y en siglo I a.C. Plinio el viejo ya enuncia normas

preventivas para los trabajadores de las minas de plomo y mercurio al recomendar que se colocaran vejigas de animales delante de la nariz y boca para evitar la aspiración de polvos.

Nadie parece mostrar interés por este tema hasta el siglo XVI, y en el se publican dos tratados, “De re metallica” y “De animati bus subterrani” en los que se hace mención a las enfermedades de los mineros, afecciones de las articulaciones, pulmones y accidentes y se mencionan las malas condiciones de ventilación de las minas.

En 1567 Paracelso, médico y alquimista suizo escribe una monografía en tres tomos dedicada a las enfermedades padecidas por los mineros, fundidores y enfermedades causadas por el mercurio.

Durante el siglo XVII se escribe sobre las enfermedades de los marinos, soldados y abogados y como en los siglos anteriores sobre las enfermedades de los mineros.

En este mismo siglo nace en Capri el considerado “padre de la medicina del trabajo” Bernardino Ramazzini, médico, filósofo y maestro. En su obra “De morbidis artificum diatriba” analiza más de 54 profesiones y sus patologías con un enfoque preventivo y de diagnóstico. Introduce en la anamnesis **¿dónde trabaja Usted?** Así mismo realiza acciones preventivas esenciales como intercalar descansos en los trabajos de larga duración, en ambientes pulvígenos con escasa ventilación los trabajadores deberían trabajar con la corriente de aire a la espalda.

En 1775 Percival Pott relaciona el cáncer de escroto con el trabajo de los deshollinadores.

En 1802 surge una Ley en el Parlamento Inglés sobre Salud y moral de los aprendices donde se limita la jornada de trabajo y fija los niveles mínimos de higiene y educación de los trabajadores.

Ya a principios del siglo XX, la Facción XII del tratado de Versalles dará origen a los principios rectores de la Organización Internacional del Trabajo, siendo su aspiración “La promoción y conservación del más alto grado de bienestar físico, mental y social de todas las ocupaciones, la prevención entre los trabajadores de las desviaciones de la salud causadas por sus condiciones de trabajo; la protección de los trabajadores, de riesgos que pueden resultar adversos para su salud; colocar y conservar al trabajador en un ambiente adaptado a sus

condiciones fisiológicas; y para resumir, la adaptación del trabajo al hombre y de cada hombre a su trabajo".

2. TOXICIDAD. DEFINICIONES.

Etimológicamente la Toxicología es la ciencia que estudia los venenos (toxikon = veneno), es decir, las sustancias capaces de producir efectos nocivos sobre los seres vivos.

Paracelso manifiesta que "todas las sustancias son venenos..., es la dosis lo que diferencia un veneno de un remedio".

Todas las sustancias son potencialmente tóxicas ya que pueden causar daños e incluso la muerte después de una exposición excesiva. Por otro lado, la mayoría pueden ser usadas de forma segura si se toman las precauciones para que la exposición esté por debajo de unos límites tolerables y se manejan con precauciones apropiadas.

Antes de continuar es necesario definir que entendemos por toxicidad de una sustancia o preparado.

La toxicidad es la capacidad de una sustancia o preparado de ocasionar daños en un organismo vivo, esta capacidad es intrínseca a la sustancia y puede ser modificada por multitud de factores como pueden ser:

- Dosis administrada y/o absorbida.
- Vía de administración .
- Distribución en el tiempo de la dosis.

No obstante depende de multitud de factores y que poco más adelante retomaremos.

Otras definiciones importantes para la mejor comprensión de lo que es la toxicología son:

- **Tóxico** es toda sustancia externa que, al entrar en contacto con el organismo, puede provocar una respuesta perjudicial, daños serios o incluso la muerte. Hay tóxicos que pueden ser dañinos a dosis altas pero inocuos e incluso indispensables a dosis bajas, pueden afectar a una parte del cuerpo o dar lugar a una alteración generalizada, los cambios pueden ser temporales, permanentes o manifestarse en la descendencia.

El posible efecto nocivo de los contaminantes químicos sobre la salud, debido a su presencia en el ambiente laboral, es consecuencia de la acción tóxica que en general pueden ejercer. Se entiende por **toxicidad o acción tóxica** la capacidad relativa de una sustancia para ocasionar daños en los organismos vivos una vez que ha alcanzado un punto del cuerpo susceptible a su acción.

La acción tóxica la ejercen mediante modificaciones de las funciones del organismo a nivel celular, bioquímico o molecular que darán lugar a una manifestación observable, **efecto**.

- **Intoxicación :**

Desde el punto de vista de tiempo de aparición de los signos y síntomas relacionados con la exposición a los tóxicos, podemos hablar de:

- **Aguda:** exposición corta y rápida, no superior a 24h, antes de la aparición de síntomas.
- **Subaguda:** exposición inferior a 28 días.
- **Subcrónica:** exposición inferior a 90 días.
- **Crónica:** Periodos superiores a 90 días. Tipos:
 - Por acumulación del tóxico. Saturnismo.
 - Por acumulación de efectos. Daños sobre el SNC por exposición al sulfuro de carbono.
- **Toxicidad evidente** es aquella en la que los signos de intoxicación son de tal gravedad, que la administración de una dosis inmediatamente superior puede suponer la muerte.
- **Dosis discriminante** es el nivel de dosis que produce una toxicidad evidente pero no la muerte y los niveles de esta son cuatro (5, 50, 500 ó 2.000 mg/Kg).
- **Efecto reversible** aquel que transcurrido un corto espacio de tiempo, desaparece el efecto inicial.
- **Efecto irreversibles** aquel que no desaparece con el tiempo.
- **Efecto estocástico.** Aquel cuya probabilidad de que se produzca el efecto aumenta con la dosis.
- **Efecto no estocástico.** Aquel en el que la intensidad o gravedad del efecto depende directamente de la dosis.

La exposición a un contaminante, entendida como una situación de contacto efectivo del contaminante con el individuo, origina un proceso de interacción mutua:

- Por un lado la acción del organismo sobre el contaminante que se traduce en su posible absorción, distribución, metabolización y eliminación, "ADME". Todos estos procesos van a determinar que se alcance un determinado nivel de concentración del tóxico en el órgano o tejido donde ejerce su acción y la duración
- Por otro lado tenemos la acción adversa que puede desarrollar el contaminante sobre el organismo, una vez que ha alcanzado una concentración determinada en dicho órgano, por ejemplo, interfiriendo la actividad de algunos enzimas.

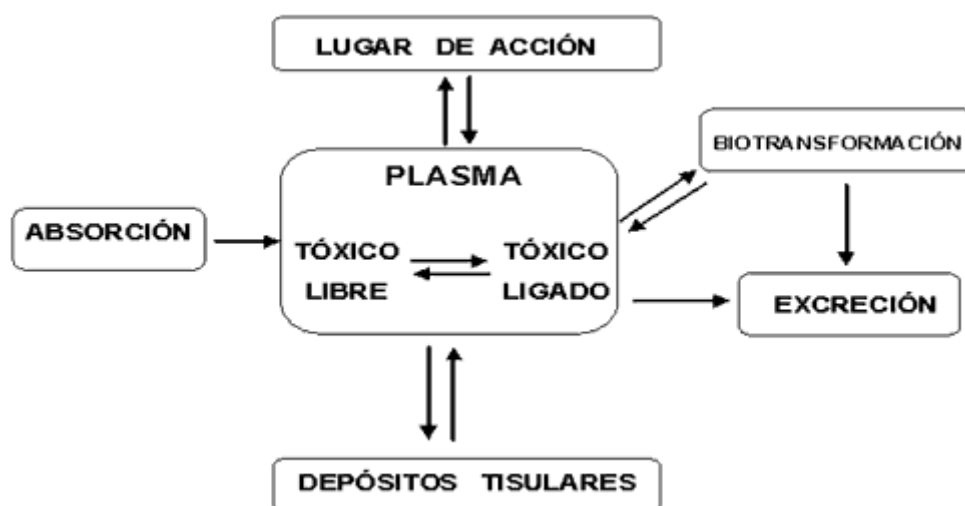


Figura 1: Interacción tóxico-individuo

3. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS TÓXICOS.

El principal recurso para establecer la toxicidad de los compuestos químicos es la experimentación en animales, que permite obtener datos de toxicidad aguda y crónica. Una de las pruebas más utilizada consiste en determinar la dosis letal para exposiciones agudas. Se llama **dosis letal 50**, DL_{50} , cuando se refiere a la dosis, expresada en mg/kg de peso del animal, que administrada de una vez por vía oral a un grupo determinado de animales produce la muerte del 50% de los mismos. Si la administración es vía inhalatoria se habla de **concentración letal 50**, CL_{50} . En base a los valores de las DL_{50} y las CL_{50} se pueden clasificar los tóxicos en muy tóxicos, tóxicos y nocivos.

CRITERIOS DE TOXICIDAD AGUDA				
Categoría	DL50 rata Oral mg/kg	DL50 rata o	CL50 inhalatoria rata	
		conejo cutánea mg/kg	mg/l/4 horas	
Muy tóxicos	≤ 25	≤ 50	Aerosoles o ≤ 0.25	Gases y vapores ≤ 0.50
Tóxicos	25-200	50-400	partículas 0.25-1.00	0.5-2.0
Nocivos	200-2000	400-2000	1.00-1.50	2.0-20.0

Tabla 1

Criterios de toxicidad subaguda, subcrónica y crónica			
Categoría	Oral rata mg/kg/día	Piel rata o conejo mg/kg/día	Inhalación rata mg/l/6 h/día
Tóxico	≤ 5	≤ 10	≤ 0.025
Nocivo	≤ 50	≤ 100	≤ 0.25

Tabla 2

Cuando lo que se estudia no es la muerte sino otro efecto tóxico con una magnitud determinada, hablaremos de dosis tóxica, por ej. **dosis tóxica 50**, DT_{50} .

- **Relación dosis-efecto** es la correspondencia entre la dosis de exposición y la magnitud de un efecto específico en un individuo determinado.
- **Relación dosis-respuesta** es la correspondencia entre la dosis de exposición y la proporción de individuos, dentro de un grupo de sujetos definido, que presentan un efecto específico con una magnitud determinada.

Ambas relaciones pueden representarse de modo gráfico, curvas dosis-efecto y dosis-respuesta. El conocimiento completo de estas relaciones permite la determinación de la dosis máxima a la que no se observa respuesta en unas condiciones definidas, es decir, el nivel umbral de respuesta, de evidente interés en prevención de riesgos.

En la gráfica se puede ver la representación de las curvas dosis-respuesta para tres efectos: muerte, cambios bioquímicos sin alteración funcional y el efecto tóxico que se esté estudiando.

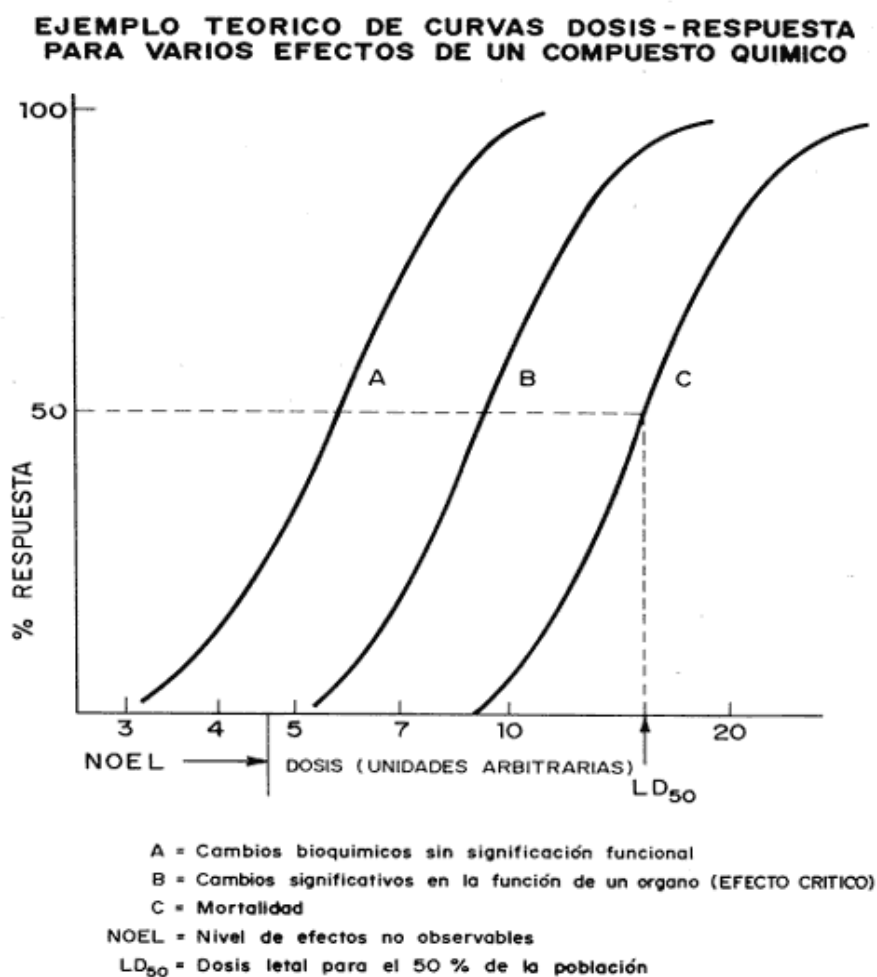


Figura 2: Relación dosis-efecto, y dosis-respuesta

Además de los estudios de los efectos agudos, desde un punto de vista preventivo nos interesan los estudios de toxicidad crónica para conocer cuál es la dosis más alta a la que no es observable dicho efecto tóxico, lo que se conoce como NOEL (no-observed-effect-level = nivel sin efecto observado); en la actualidad la denominación que se utiliza para este concepto es NOAEL (no-observed-adverse-effect-level = nivel sin efecto adverso observado).

Este valor NOAEL permite estimar unos niveles por debajo de los cuales no sería tóxico para el hombre; aplicando unos factores de incertidumbre, que son unos valores por los que se divide el NOAEL obtenido en estudios de experimentación animal.

Al estudiar las repercusiones de los contaminantes sobre la salud de los trabajadores hay que tener en cuenta que tanto la aparición como la evolución de los mismos dependerá de los siguientes factores:

- Propiedades físico-químicas.
- Toxicidad del compuesto.
- Factores biológicos (procesos ADME).
- Concentración ambiental y tiempo de exposición.
- Interacción con otras sustancias.
- Factores propios del individuo.
- Factores ambientales.

Cuando el efecto de un tóxico no se ve modificado por la presencia de otro tóxico se dice que tienen **efectos independientes**.

La acción simultánea de varios tóxicos puede, excepcionalmente, potenciar o inhibir los efectos que producirían actuando aisladamente. De la interacción de dos tóxicos puede surgir una modificación cuantitativa del uno sobre el otro, en el sentido de aumento del efecto de este último, lo que se denomina sinergismo o bien de una disminución del mismo, o sea antagonismo.

Sinergismo cuando hay un aumento del efecto producido por la exposición combinada a dos tóxicos, pueden presentarse dos casos:

- La acción combinada es igual a la suma de sus efectos individuales, se trata entonces de un sinergismo de suma o aditivo, o simplemente se designa como **aditividad**.
- En cambio cuando producen un efecto mayor que la suma de los efectos de los dos compuestos si actuaran por separado se trata de sinergismo de potenciación o bien **sinergismo** propiamente dicho.

Antagonismo cuando un tóxico interfiere a otros, el efecto combinado es menor. Puede ser antagonismo funcional (si producen efectos contrarios), químico (si se inactivan al reaccionar uno con otro), de disposición (cuando uno afecta a otro en su absorción, distribución, metabolización o excreción) o de receptores (si compiten por el mismo receptor).

Cuando estén presentes en el ambiente varios agentes que ejercen la misma acción sobre los mismos órganos o sistemas, es su efecto combinado el que requiere una consideración preferente. Dicho efecto combinado debe ser considerado como aditivo, salvo que se disponga de información que indique que los efectos son sinérgicos o bien independientes.

4. FACTORES DETERMINANTES DE LA TOXICIDAD.

Como hemos mencionado anteriormente, los factores que determinan la toxicidad de una sustancia o preparado son múltiples y estamos hablando, no de la capacidad intrínseca de la sustancia, sino también del individuo y de la forma de entrada en el organismo, así es necesario tener en cuenta factores como:

- Características físico-químicas del compuesto.
- Características físicas de su presentación.
- Naturaleza liposoluble o hidrosoluble.
- Solubilidad en fluidos biológicos.
- Vía de penetración.
- Duración de la exposición.

También son factores determinantes las características fisiológicas del individuo, las tareas que ha de desarrollar y las condiciones de trabajo. Así un trabajador corpulento, tendrá una capacidad pulmonar superior a la media de trabajadores y suponiendo que la concentración de un tóxico en el aire sea igual en todo el recinto, supongamos además que este realiza tareas que requieren un mayor esfuerzo físico, entonces la cantidad de aire inhalado será mayor que la del resto de los trabajadores y por tanto la cantidad de tóxico que introduce en su cuerpo es mayor también.

Así mismo el volumen-aire minuto inhalado por una mujer embarazada es mayor que en una que no lo esté.

También es de considerar la edad del trabajador ya que la piel, con el paso del tiempo pierde capacidad protectora y si además está deteriorada mayor será la dosis absorbida.

Es decir que la concentración de un tóxico en el medio ambiente (laboral o no) es un simple nivel de referencia ya que aunque las condiciones de trabajo sean comunes a varios trabajadores, al tener todos los individuos características fisiológicas diferentes, les afectará de distinta forma.

Para conocer la cantidad de tóxico que tiene el trabajador en el organismo, es necesario recurrir a los valores límites biológicos, pero el recurrir a ellos tiene dos inconvenientes.

Para medirlos ya han sido incorporados al organismo del trabajador y el desarrollo tecnológico actual es escaso, ya que al incorporarse al organismo este lo transforma en otras sustancias (metabolitos) para poder eliminarlos y este proceso es desconocido en la mayoría de las sustancias que se utilizan actualmente.

5. EVOLUCIÓN DE LOS TÓXICOS EN EL ORGANISMO.

Generalmente la severidad de una lesión producida por un tóxico está relacionada con las características físico-químicas de esta, la vía de entrada en el organismo, cantidad de tóxico absorbida (dosis) y el tiempo que este permanece en él.

La **toxicocinética** es la ciencia que estudia el paso por el organismo de un tóxico, es decir como y por donde es transportado, cuales son las transformaciones que sufre el tóxico en el interior del organismo (metabolitos) y la eliminación de estos.

Para el estudio de la evolución del tóxico en el organismo distinguiremos cuatro fases:

1. Absorción: vías de entrada

Si excluimos aquellas sustancias cuyo efecto se ejerce directamente sobre la zona de contacto (cáusticos, irritantes, sensibilizantes) las sustancias en primer lugar son absorbidas, es decir, pasan del exterior al torrente sanguíneo.

Las principales vías de entrada son la inhalatoria y la dérmica. La vía digestiva puede ser otra vía de entrada, la ingestión puede producirse por penetración accidental en la boca o bien por la ingestión de partículas insolubles inhaladas que alcanzan la boca por acción de aparato mucociliar que arrastra el moco con las partículas y pueden acabar siendo deglutidas.

La absorción vía digestiva es menos importante que la inhalatoria y la dérmica, pero que hay que tener en cuenta cuando se está expuesto a determinados tipos de polvo tóxico y no se mantiene una buena higiene o cuando se come, bebe o fuma en el puesto de trabajo.

Absorción por vía inhalatoria

Es la más frecuente y la de mayor trascendencia en toxicología laboral; es también la más rápida, al menos para gases y vapores, ya que el tóxico una vez que llega a los

alveolos pulmonares ha de atravesar el epitelio alveolo-capilar que es una membrana muy fina y de gran superficie.

Los **gases** y **vapores** se absorben por difusión con gran facilidad sobre todo cuando se trata de compuestos liposolubles. La velocidad de difusión dependerá principalmente del gradiente de concentración existente a un lado y otro de la membrana, es decir en el aire alveolar y en la sangre.

La concentración alveolar depende de la concentración ambiental y del tiempo de exposición.

A lo largo de la exposición se va alcanzando un doble equilibrio con interdependencia de los coeficientes de reparto sangre/aire y tejido/sangre:

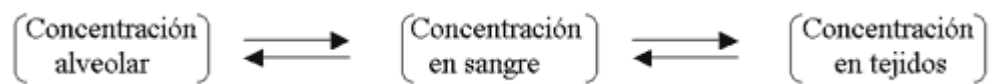


Figura 3

Cuando el primero es alto, mayor es la velocidad de difusión de esta sustancia que pasa rápidamente a la sangre y a su vez ésta se distribuye a los tejidos tanto más rápidamente cuanto mayor sea el coeficiente de reparto tejido/sangre.

Absorción de **materia particulada**. La absorción de las partículas suspendidas en el aire inspirado es menos rápida que la de gases y vapores, pero apreciable. Dado que el sistema respiratorio está especialmente diseñado para que la materia particulada no llegue a los pulmones, las variables críticas para su absorción son el tamaño, forma y peso específico de la partícula; es decir, su diámetro aerodinámico, que es el diámetro de una esfera con peso específico la unidad, que posee la misma velocidad de sedimentación que la partícula en cuestión.

La porción de materia particulada total que se inhala depende de las propiedades de las partículas, de la velocidad y dirección del movimiento del aire cercano al cuerpo, de la cadencia respiratoria y de si la respiración es a través de la nariz o de la boca. Las partículas que son inhaladas pueden ser exhaladas o pueden depositarse en alguna parte del tracto respiratorio. Tanto el lugar de depósito como la probabilidad de exhalación dependen de las propiedades de la partícula, del tracto respiratorio, del modelo respiratorio y de otros factores.

Las partículas con diámetro aerodinámico inferior a 5 μm pasan a la región alveolar constituyendo lo que se denomina **fracción respirable**, pudiendo ser allí absorbidas.

Las partículas depositadas pueden ejercer su efecto nocivo en el lugar donde se depositan (región naso-faríngea, traqueo-bronquial o alveolar).

Las partículas líquidas o los componentes solubles de las partículas sólidas pueden ser absorbidos, en parte, en los tejidos donde se depositaron.

El sistema respiratorio tiene unos sistemas defensivos que permiten que las partículas, depositadas en la capa mucosa que recubre el aparato respiratorio, puedan ser expectoradas junto con el moco que segrega dicha mucosa respiratoria.

Vía digestiva

Las intoxicaciones laborales por vía oral, generalmente están asociadas a prácticas inadecuadas de trabajo, por ingestión accidental de sustancias, como puede ser por pipetear con la boca, fumar, comer, beber en el laboratorio, guardar comidas o bebidas en refrigeradores junto a productos químicos etc.

Los tóxicos entran a través de la cavidad bucal y salvo excepciones en las que puede ser absorbida por ésta (nicotina), son absorbidas por el tracto gastro-intestinal, pasando de aquí al hígado, en éste primer paso del tóxico por el "laboratorio principal del organismo", donde sufrirá una primera transformación (metabolito), pasando posteriormente al torrente sanguíneo, a la bilis o se acumulará en el.

Vía parenteral

Esta vía de entrada se produce por accidente laboral y pone directamente en contacto el tóxico con el torrente sanguíneo.

Absorción dérmica.

En circunstancias normales, cuando no se utiliza ropa protectora, la piel es la primera línea de defensa frente al ambiente. La piel no es muy permeable, sin embargo algunos tóxicos pueden ser absorbidos por la piel en cantidad suficiente para producir efectos en otros órganos, por ejemplo, el tetracloruro de carbono puede ser absorbido por la piel y producir daños hepáticos, también muchos plaguicidas han causado daños graves a través de su absorción por la piel.

Al contrario de lo que ocurre en otras vías de absorción, el tóxico necesita atravesar varias capas de células hasta llegar a la sangre, de las cuales la determinante es la epidermis y dentro de ella el estrato córneo, que es un estrato seco y queratinizado.

Las sustancias no polares atraviesan la piel más fácilmente que las polares y su paso es proporcional a su liposolubilidad e inversamente proporcional a su tamaño.

La absorción de los tóxicos a través de la piel depende del estado de la piel, la permeabilidad de sustancias hidrófilas y lipófilas se aumenta cuando la piel está dañada bien por enfermedades de la piel o por haber estado en contacto con agentes lesivos como detergentes, disolventes, fenol, ácidos fuertes etc. que puedan alterar la integridad de la piel y de esta forma aumentar su permeabilidad a las sustancias químicas.

2. Distribución.

Una vez que la absorción ha tenido lugar la sangre distribuye el tóxico por el organismo; se distribuye rápidamente a los tejidos con flujo sanguíneo elevado (pulmón, riñón, cerebro, hígado); a la vez está llegando a los compartimentos de flujo menor como los músculos y de forma más lenta al tejido adiposo y óseo.

Las sustancias se distribuyen de forma homogénea o bien de forma selectiva, ya que pueden existir tejidos con afinidad distinta por el tóxico. Los tóxicos pueden acumularse en los tejidos por los que tengan mayor afinidad, que pueden o no coincidir con el lugar donde ejercen su acción tóxica.

La acumulación es capaz de prolongar los efectos del tóxico tras cesar la exposición debido a la liberación progresiva del producto acumulado, ya que el tóxico acumulado está en equilibrio con el tóxico del plasma y se va liberando a medida que se metaboliza o se excreta.

Esta acumulación puede aumentar el tiempo de permanencia del tóxico en el organismo. El tiempo de permanencia viene dado por su **vida media biológica**, que es el tiempo necesario para que la concentración del tóxico se reduzca a la mitad, el proceso de eliminación puede ser mediante metabolización o excreción. Para algunas sustancias, su vida media biológica puede ser grande incluso años como en el caso de los plaguicidas clorados y el cadmio.

La capacidad de acumulación no es ilimitada, de acuerdo a esta capacidad se clasifican los tóxicos en:

- **Acumulativos**, despreciable o nula velocidad de eliminación; pudiéndose acumular en un órgano interno (pesticidas en el tejido adiposo) o en un órgano externo (sílice en los pulmones)

- **No acumulativos**, velocidad de eliminación alta, por ejemplo algunos disolventes que, a las pocas horas de haber cesado la exposición o durante el fin de semana, se eliminan totalmente del organismo.
- **Parcialmente acumulativos**, se eliminan lentamente, por ejemplo algunos metales.

3. METABOLISMO:

Como ya hemos comentado con anterioridad la mayor parte de los tóxicos pasan por el hígado. Este órgano intentará transformar los compuestos liposolubles en sustancias más polares para favorecer su eliminación a través de la orina, al hacer la molécula más polar favorece así su eliminación y disminuye el tiempo de permanencia en el organismo, por lo que la posibilidad de daño se reduce. Es de mencionar que, en algunas ocasiones, lo que ocurre es que transforma estas sustancias en otras mucho más tóxicas para el organismo, aunque afortunadamente este fenómeno se da con muy poca frecuencia.

La biotransformación de las sustancias también se realiza en el tracto gastro-intestinal, riñón etc aunque con menor capacidad.

4. EXCRECION

Es la eliminación o expulsión del organismo de las sustancias tóxicas o de sus metabolitos.

La vía más importante de excreción de los compuestos volátiles es la pulmonar y para los compuestos no volátiles, la renal, la biliar o la digestiva.

Sistema respiratorio

Los compuestos volátiles pasan de la sangre al aire alveolar y son excretados conjuntamente con el aire exhalado, por lo tanto la eliminación de estos compuestos aumenta con el flujo sanguíneo y con la frecuencia respiratoria.

Gran parte de las partículas quedan retenidas por filtración en las fosas nasales eliminándose mediante la mucosa nasal.

Las partículas depositadas en la mucosa faríngea, traquea y bronquios son transportadas por los cilios epiteliales y posteriormente expectoradas o deglutidas, con lo que se posibilitará la absorción del tóxico en el tracto gastro-intestinal.

Las partículas depositadas en los bronquiolos o alvéolos podrán, con más dificultad, transportarse a la zona ciliada o serán fagocitadas por los macrófagos y transportadas a los vasos linfáticos, algunas de estas partículas simplemente permanecerán en el pulmón favoreciendo así la aparición posterior de una lesión.

Excreción renal

La función esencial de los riñones es filtrar la sangre y eliminar los tóxicos o metabolitos polares y los tóxicos hidrosolubles procedentes de los tóxicos lipófilos que circulan por el torrente sanguíneo.

Excreción hepática

Los tóxicos que pasan a través del hígado pasan al torrente sanguíneo, se acumulan en él o son excretados en la bilis y eliminados por las heces.

Los tóxicos que pasan al torrente sanguíneo, se depositan en los órganos diana, son eliminados o continúan recirculando por el torrente sanguíneo hasta llegar nuevamente al hígado para sufrir sucesivas transformaciones.

Excreción cutánea

Otra de las formas de eliminación de los tóxicos del organismo es excretándolos disueltos en el sudor.

Excreción por Faneras

Algunos tóxicos pueden ser eliminados por las uñas o por el pelo.

Órganos diana

Como ya se ha visto anteriormente, la capacidad de producir efectos biológicos adversos, característica de los tóxicos, se manifiesta una vez que estos alcanzan una determinada concentración en el lugar donde producen los cambios funcionales; este órgano se llama órgano diana, generalmente los órganos diana más frecuentes son: el sistema nervioso central, sangre, hígado, riñón y pulmón.

6. UTILIDAD DE LA TOXICOCINÉTICA.

La toxicocinética nos va a indicar, en función del tóxico que queremos valorar cual será el fluido a analizar (sangre, orina, heces, saliva etc..), el metabolito que debemos buscar y que refleja el valor obtenido.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar Franco, J. (2001), Módulo 3, Ud. 3.2 “Toxicología Laboral Básica”, CURSO DE FORMACION PARA EL DESEMPEÑO DE FUNCIONES DE NIVEL SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA ADMINISTRACION GENERAL DEL ESTADO. I.N.S.H.T.
- Quirós Priego, J. J. (2003), “Prevención de riesgos laborales en la utilización de productos químicos. Etiquetado y Fichas Internacionales de Seguridad Química”. PLAN DE FORMACIÓN 2003 EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DEL C.S.I.C.
- Silva Alonso, M. A. (2003), “Prevención de riesgos laborales en la utilización de productos químicos. Toxicidad de productos químicos”. PLAN DE FORMACIÓN 2003 EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DEL C.S.I.C.