

semana o menos. El término subcrónico se refiere a exposiciones cercanas a 3 meses.

Los efectos tóxicos crónicos se producen siempre que hay acumulación de agentes en un sistema biológico, en el cual la absorción es mayor que la eliminación o metabolismo. Los procesos metabólicos involucran la transformación de ciertas sustancias químicas y la formación de otras.

Las exposiciones crónicas presentan mayor dificultad de estudio que las exposiciones agudas, en las primeras están involucrados largos períodos de tiempo y diferentes vías de entrada de la sustancia al cuerpo.

La vía de entrada de varios solventes orgánicos comunes puede ser a través de la piel y también por el aparato respiratorio al encontrarse presentes en el aire, además de presentarse una exposición ocular.

A menudo el hígado es afectado por la introducción de sustancias tóxicas, alterando sus funciones primarias como es la desintoxicación de sustancias en la sangre. Este órgano se puede dañar por cantidad o por el grado de toxicidad de la sustancia química. Los solventes clorados y el alcohol en particular pueden dañar el hígado. Otros ejemplos de exposiciones crónicas incluyen la exposición al yodo, el cual afecta la glándula tiroides y la exposición a metales pesados que afectan a los sistemas nervioso y óseo.

Vías de Entrada

Las diferentes formas en las cuales se pueden introducir las sustancias químicas al organismo humano son:

- a) Por inhalación o respiración a través de los pulmones, es la vía más importante de exposición en el lugar de trabajo. Los alveolos pulmonares presentan una área superficial muy extensa que permite a la sustancia química viajar al torrente sanguíneo rápidamente; algunos efectos que se producen por medio de esta vía son: asbestosis, enfisema, mesothelioma, enfermedad del pulmón negro del minero, cáncer de pulmón y envenenamiento sistemático.
- b) Por contacto directo o absorción a través de la piel. Los cuatro tipos de efectos son:
 - Irritante; cuando las sustancias químicas causan dermatitis inmediata.
 - Daño tisular, las sustancias químicas como las corrosivas, incluyendo ácidos y bases deterioran la piel y causan daño a las capas interiores del tejido.
 - Efectos alérgicos, algunas sustancias químicas como el níquel, cromo, formaldehído y los isocianuros provocan que la piel se vuelva hipersensitiva después de repetidas exposiciones, esto se conoce como dermatitis por sensibilización.

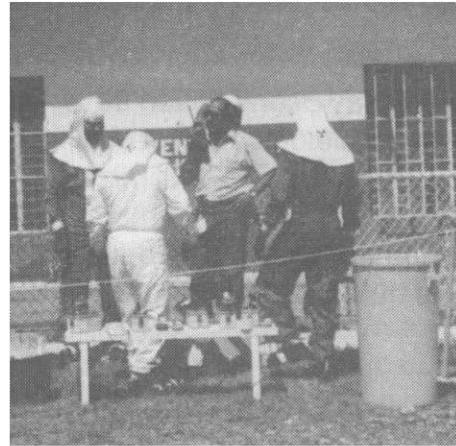
- Efectos internos, muchos solventes se absorben a través de la piel, circulando hasta el torrente sanguíneo y entonces dañan a algún órgano en particular y pueden causar envenenamiento sistemático.
- c) Por ingestión. En el lugar de trabajo muchas personas pueden, sin saberlo, comer o beber sustancias químicas peligrosas, absorbiéndolas a través del tracto gastrointestinal a la sangre; algunas sustancias afectan directamente al estómago, produciendo úlceras y cáncer intestinal.
- d) Aunque no se considera a los ojos como vía de entrada a otras partes del cuerpo, por sí mismos pueden lesionarse cuando se exponen a una sustancia cuyos vapores sean irritantes o tóxicos. La córnea es muy sensible a muchas sustancias, especialmente ácidos y bases, ésta puede adquirir una apariencia opaca u oscura; se pueden presentar daños en el cristalino y cambios en la apariencia del líquido lubricante.

Clases de Tóxicos

Las sustancias químicas tóxicas se pueden dividir en varias clases, dependiendo de los efectos que producen y pueden ser:

IRRITANTES: Provocan irritación de los órganos de contacto (ojos, piel). Estos pueden dividirse en irritantes primarios, los cuales simplemente causan inflamación y secundarios, que pueden

causar inflamación más otros efectos adicionales como la urticaria



ASFIXIANTES: Son depresivos del tejido respiratorio. Pueden dividirse en *simples*, los cuales son gases fisiológicamente inertes y únicamente desplazan al oxígeno; y *asfixiantes químicos*, que impiden al cuerpo utilizar el oxígeno de la sangre.

HEPATOTOXICOS: Afectan al hígado, algunos de estos efectos incluyen la alteración de los niveles de enzimas en el hígado; lo hacen incapaz de eliminar los tóxicos del cuerpo, intoxicándolo.

NEFROTOXICOS: Afectan los riñones, alterando la remoción de desechos líquidos generados por el cuerpo, provocando el envenenamiento sistemático y causando la muerte.

NEUROTOXICOS: Afectan al sistema nervioso; bloqueando los impulsos eléctricos de la sinapsis, actuando como un circuito abierto, también pueden afectar los centros más altos del cerebro, causando una reducción en la habilidad de pensamiento. Sólo con largas dosis se afectan las funciones automáticas de la médula y el cerebelo.

ANESTESICOS: Son depresivos del sistema nervioso central, reduciendo la intensidad de impulsos nerviosos, pueden afectar al sistema nervioso periférico.

TOXICOS HEMATOPOYETICOS: Afectan los órganos formadores de sangre (médula espinal), alterando así la formación de glóbulos rojos, los cuales son de suma importancia ya que contienen hemoglobina para el transporte del oxígeno de los pulmones al cuerpo; también se puede presentar reducción de glóbulos rojos produciéndose anemia. En la sangre existe otro tipo de células importantes; los leucocitos, los cuales participan en la defensa del cuerpo y cuando se dañan, los microorganismos patógenos llegan a la sangre fácilmente produciendo enfermedades infecciosas.

TOXICOS CRONICOS. Los tóxicos crónicos se dividen en tres grupos dependiendo del tipo de efecto que originen, como son:

a) **TERATOGENOS:** Son sustancias que pueden causar algún tipo de defecto en los bebés que se encuentran en desarrollo fetal, sobre todo en la primeras semanas de embarazo. También se consideran en este rubro los abortivos, cuando la madre se expone a algún tipo de sustancia.

b) **MUTAGENOS:** Son sustancias que pueden causar cambios genéticos a futuras generaciones; las alteraciones genéticas humanas se pueden originar de diferentes formas en los códigos genéticos, los cuales no se codifican bien al ser transmitidos, ya que existe un cambio en la secuencia de las bases en el DNA. Si la secuencia se cambia, por ejemplo, por una parte izquierda o partes extras en la

cadena del DNA, el mensaje que se transmitirá será totalmente diferente al que debería ser.

c) **CARCINOGENOS:** Son sustancias que pueden causar crecimiento anormal de las células o cambios en el metabolismo celular, causando cáncer. Algunas sustancias pueden cambiar la secuencia de bases del DNA de células individuales expuestas, como las de la piel, causando malformaciones en el área afectada o crecimiento anormal en dichas células; estos cambios se llevan a cabo en células que no juegan un papel importante en la reproducción de la especie humana

Dosis

Para poder normar y reglamentar el uso de estas sustancias peligrosas se necesita hacer estudios experimentales para conocer el potencial de peligrosidad. Esto se lleva a cabo administrando diferentes dosis a una población de animales en experimentación; la dosis de una sustancia química es el parámetro más significativo para la evaluación en los estudios de toxicidad, porque las dosis normalmente se asocian con el incremento en los efectos tóxicos. La dosis es una medida de la cantidad de sustancia administrada por el peso del animal en experimentación, o como la cantidad de sustancia por volumen del aire respirado.

La dosis es la variable primaria examinada en los experimentos toxicológicos, ésta determina si la exposición produce un efecto tóxico o no. La predicción de efectos tóxicos resulta de la exposición a una sustancia química en una dosis determinada y la relación que existe con la respuesta natural y la frecuencia de dicha respuesta. Matemáticamente se expresa como una relación dosis-respuesta, la cual se puede representar en una gráfica o en forma numérica y tiene una relación directamente proporcional, si la dosis es alta produce más muertes que una dosis pequeña. El término respuesta o efecto se usa indistintamente denotando cambios biológicos y se asocia a una exposición, pero más bien un efecto denota un cambio biológico en un organismo, mientras que una respuesta se refiere a la proporción de la población que muestra efectos adversos. El índice de respuesta es una cantidad del efecto, semejante al daño en una célula y al cambio en los niveles de hemoglobina. Otro término

importante es la letalidad que se expresa como un índice máximo de respuesta; éste es muy fácil de cuantificar.

Constituyentes que hacen Peligroso a un Residuo

La legislación en materia de residuos peligrosos, constituye una parte muy importante para la prevención y control de la contaminación ambiental y los efectos sobre la salud, provocados por una deficiente disposición de los subproductos de los procesos químicos. La Norma Técnica Ecológica establece el listado de residuos peligrosos y las características de peligrosidad de los mismos. A continuación se presenta el listado de los constituyentes que hacen peligroso a un residuo. También se resumen algunos efectos a la salud en los cuadros 2, 3, 4, 5 y el destino en el ambiente en los cuadros 6, 7, 8 y 9. La clasificación se hizo con base en las características químicas de los constituyentes

LISTA DE CONSTITUYENTES QUE HACEN PELIGROSO A UN RESIDUO

Clave	Nombre del Compuesto	Clave	Nombre del Compuesto
1	Acido 2,4-Diclorofenoxiacético	25	Heptacloro
2	Acido 2-(2,4 5-Triclorofenoxi)-propiónico	26	Hexaclorobenceno
3	Acrlonitrilo	27	Hexaclorobutadieno
4	Arsenico	28	Hexaclorociclohexano
5	Bano	29	Hexacloroetano
6	Benceno	30	Isobutanol
7	Bencenos clorados	31	Mercurio
8	Cadmio	32	Metoxicloro
9	Clordano	33	Niquel
10	Clorobenceno	34	Nitrobenzeno
11	Cloroformo	35	Pentaclorofenol
12	Cloruro de metileno	36	Pindina
13	Cloruro de vinilo	37	Plata
14	Cresoles	38	Plomo
15	Cromo	39	Selenio
16	1,2-Diclorobenceno	40	1,1,2,2-Tetracloroetano
17	1,2-Dicloroetano	41	Tetracloroetileno
18	1,1-Dicloroetileno	42	Tetracloruro de Carbono
19	Disulfuro de Carbono	43	Toiueno
20	Endrin	44	Toxafeno
21	Eter dicloroetilico	45	1,1,1-Tricloroetano
22	Etil metil cetona	46	1,1,2-Tricloroetano
23	Fenol	47	Tricloroetileno
24	2,4-Dinitrotolueno	48	2,4 5- Triclorofenol

Cuadro No.2 Algunos Efectos a la Salud que causan los Metales

Clave	Cancerígeno	S.N.C*	Irritante	Higado y riñones	Mutagénico	S. Hematopoyético	Teratogénico
4	X	X					X
5		X				X	
8	X			X			
15	X			X	X		
31		X		X			X
33	X		X		X		
37			Argyria	X			
38	X	X		X		X	
39			Cerebral	X			

* = Sistema Nervioso Central

Cuadro No. 3 Efectos a la Salud causados por Compuestos Orgánicos

Clave	Cancerígeno	Mutagenico	Sistema Nervioso	Sistema Hematopoyético	Higado y Riñón	Irritante	Teratógeno
3	X	X	X	X	X		
7					X	X	
13	X				X		X
14			X		X	X	
16				X	X		
17					X		
18		X				X	
23					X	X	
24	X				X		
29			X		X		
34			X		X	X	
35					X		
45	X	X	X				
43			X		X		
40	X				X		
48	X				X		

Cuadro No. 4 Efectos a la Salud Causados por Disolventes

Clave	Cancerígeno	Mutagénico	Sistema Nervioso	Hígado y Riñón	Irritante	Cardiaco	Teratógeno
6	X				X	X	
10	X			X			
11	X		X	X	X	X	
13	X	X	X	X	X	X	
19					X		
21		X		X	X		
22			X		X		X
27	X			X	X		X
30	X		X	X	X		
36			X	X	X		
41	X			X	X		X
42	X		X	X	X		X
46	X	X	X	X		X	
7	X			X	X	X	

Cuadro No. 5 Efectos a la Salud Causados por Plaguicidas

Clave	Cancerígeno	Mutagénico	Sistema Nervioso	Hígado y riñón	Cardiaco	Teratógeno
1	X	X	X	X	X	X
2					X	
9	X	X	X	X		X
20			X	X	X	X
25	X	X	X	X		X
26	X			X		
28	X			X		
44	X		X	X		
32	X	X	X	X		

Cuadro No. 6 Destino de Metales

Clave	Es reactivo	Se precipita	Se adsorbe	Movible en suelo	Se bioacumula	Se deposita en océanos	Industria que lo utiliza
4			X	Lento		X	Colorante
5	X	X			Colorante		
8	X		X		Amalgama		
15		X	X		Metales		
31			X		Minería		
33			X		Bamiz		
37			X		Aleación		
38			X		X	Baterías	
39		X	X		X	Textil	

Cuadro No. 7 Destino de Compuestos Orgánicos

Clave	Se volatiliza	Fotólisis	Se hidroliza	Se adsorbe	Se biodegrada	Persiste en el medio	Industria que lo utiliza
3	X	X					Textil
7							Resinas
13	X	X					SSQO
14		X			X		Resinas
16				X		X	Resinas
17			X		Anaerobia		Solventes
23		X			X		SSQO
24		X			X		SSQO
29				X			
35		X		X	X		
43	X	X			X		Sacarina
45	X	X					SSQO
40		X					Solventes
48							
34							SSQO
18							

SSQO = Sintetizadores de Sustancias Químicas Orgánicas

Cuadro No. 8 Destino de Disolventes

Clave	Volatiliza	Fotólisis	Adsorbe	Biodegradación	Bioacumula	Persiste en el medio	Industria que lo utiliza
6	X	X		Lenta			Colorante
10	X		X		X		Colorante
1	X		X		X		Solvente
13	X	X		X			Betun
19							Textil
21	X	X					Textil
22	X				X		Colorante
27							
30		X		X			Resinas
36							Colorante
41	X			Anaerobia			Solventes
42							Granos
46		X					Casi todas
47					X	X	Cafeína

Cuadro No. 9 Destino de Plaguicidas

Clave	Volatiliza	Adsorbe	Fotólisis	Se biodegrada	Bioacumula	Persiste	Industria que lo utiliza
1			X				Herbicida
2		X	X	X		X	Herbicida
9	X	X			X	X	Plaguicidas
20			X	Lenta	X	X	Insecticida
25		X			X	X	Insecticida
26		X	X	Lenta	X	X	Insecticida
28		X				X	Insecticida
44		X		Anaerobia	X	X	Insecticida
32							Insecticida