



INSTITUTO
NACIONAL DE
SALUD



Curso Virtual

INTOXICACIONES POR SUSTANCIAS QUÍMICAS

Unidad 4: *Gases, sustancias psicoactivas y laboratorio de toxicología*

Agosto 2022 - Versión 01



La salud
es de todos

Minsalud

Contenido

Grupos de sustancias: gases y sustancias psicoactivas; laboratorio de toxicología	3
Unidad 4	3
1. GASES.....	3
1.2 Monóxido de carbono	4
Toxicodinamia.....	4
Efectos clínicos agudos – intoxicación aguda- Manejo.....	4
1.2 Gas cloro	5
Características fisicoquímicas.....	5
Cuadro clínico.....	6
Tratamiento.....	6
2. SUSTANCIAS PSICOACTIVAS	7
2.2 Marihuana	8
Cuadro clínico.....	9
Tratamiento agudo.....	9
Tratamiento del síndrome de dependencia	9
2.3 Cocaína	9
Cuadro clínico.....	10
Tratamiento de la intoxicación aguda por Cocaína.....	10
3. LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA	11
4. REFERENCIAS.....	15

Grupos de sustancias: gases y sustancias psicoactivas; laboratorio de toxicología

Unidad 4

Resultados del aprendizaje

- Identificar las principales sustancias con las cuales se presentan las intoxicaciones por gases y sustancias psicoactivas
- Reconocer las principales características de las pruebas toxicológicas como son la toma de muestra, el procesamiento y la interpretación

1. GASES

La intoxicación por gases puede presentarse en situaciones en las cuales el gas tóxico desplaza el oxígeno del ambiente, lo cual impide el adecuado intercambio gaseoso pulmonar o por irritación de las vías respiratorias lo que dificulta el ingreso de aire (1).

Los principales mecanismos de intoxicación son:

- Gases irritativos de las vías respiratorias
- Gases asfixiantes, estos a su vez se clasifican en asfixiantes deprivantes y asfixiantes sistémicos (mitocondriales) (1).

La gravedad de los síntomas después de la exposición a un gas irritante depende de la concentración de la sustancia, la duración de la exposición, la toxicidad de la sustancia, su solubilidad en agua, la frecuencia respiratoria por minuto y la susceptibilidad de la persona (2).

En las intoxicaciones por gases, la notificación ocurre principalmente por monóxido de carbono y gas domiciliario, aunque también se identifican casos de intoxicaciones por gases de tipo industrial.

1.2 Monóxido de carbono

El monóxido de carbono es un gas que está compuesto por un átomo de carbono y un átomo de oxígeno, mediante enlaces covalentes. Es altamente reactivo, puede hacer uniones con metales como el hierro y el cobre. Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco, madera u otros gases derivados del petróleo, así como es producido por chimeneas, calderas, calentadores de agua o calefactores y los aparatos domésticos que queman combustible como las estufas, los vehículos automotrices. Tiene una afinidad intensa por la hemoglobina e interfiere con el transporte de oxígeno en la sangre, por lo cual se considera un gas asfixiante (3,4)

Toxicodinamia

Al tratarse de un gas su vía de absorción es la vía respiratoria (100 %), aunque hay un porcentaje no estimable de absorción por vía dérmica, al ingresar por vía inhalatoria atraviesa la membrana alveolo/capilar por difusión pasiva (4).

Dado su alta afinidad por la hemoglobina, es entre 230 - 270 veces más afín a la hemoglobina que el oxígeno, produce carboxihemoglobina, esto ocurre a través de reacciones de óxido – reducción, al unirse el monóxido de carbono a la molécula de hierro de la hemoglobina, impidiendo la unión del oxígeno, lo que lleva a una alteración del transporte de oxígeno hacia los tejidos. Se puede encontrar unido a esta proteína y pequeñas cantidades libre en la sangre. Así mismo, puede verse unido a mioglobina, 2% al miocardio y 1% al musculo esquelético (3,4).

Su eliminación así mismo es por vía respiratoria. Los órganos blancos suelen ser principalmente el sistema nervioso (central y periférico) y cardiovascular, dado estos son sistemas altamente requirentes de oxígeno (4).

Efectos clínicos agudos – intoxicación aguda- Manejo

Los síntomas son variados y usualmente dependen del periodo de exposición y de los niveles de monóxido de carbono (ver tabla 2).

Tabla 2. Síntomas y signos clínicos al envenenamiento por monóxido de carbono

SEVERIDAD	SIGNOS Y SÍNTOMAS
LEVE	Fatiga, malestar general, cefalea, mareo, confusión, desorientación, visión borrosa, náuseas y vomito.
MODERADO	Ataxia, síncope, taquipnea, dolor torácico, palpitaciones, rabdomiólisis.
SEVERO	Hipotensión, arritmias cardiacas, isquemia miocárdica, coma, depresión respiratoria, edema pulmonar no carcinogénico,

El manejo inicia en la atención pre - hospitalaria, retirando al individuo del lugar de exposición, suministro de oxígeno suplementario a alto flujo con dispositivos para este fin, que serán usados de acuerdo con el compromiso clínico del paciente, dado se debe suministrar a una concentración del 100%. (7) En algunos casos también se puede usar la cámara hiperbárica, para aumentar la eliminación del xenobiótico con criterios clínicos muy específicos (4,5).

1.2 Gas cloro

El cloro gaseoso se utilizó por primera vez como *arma química* a gran escala durante la Primera Guerra Mundial. La batalla de Ypres donde se usó este gas, causo cerca de 5000 muertes por asfixia, lesión pulmonar aguda (ALI) y síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). A partir de entonces, el cloro gaseoso y otros agentes asfixiantes se utilizaron con regularidad durante la guerra, lo que provocó aproximadamente 1,3 millones de víctimas de armas químicas hasta 1.918 (6,7).

Otras fuentes de exposición al gas cloro son los accidentes laborales o industriales. Adicionalmente el hipoclorito está disponible en muchos detergentes y blanqueadores a base de cloro; cuando se mezcla con ácidos domésticos, libera cloro gaseoso. Por lo tanto, los accidentes domésticos con exposición al gas cloro son comunes. En Estados Unidos se documentaron en 2.017, 4.305 exposiciones de cloro gaseoso y otras 2.284 por mezclar hipoclorito con ácidos domésticos (6) como: ácido acético (vinagre) y ácido bórico o algunas bases como: amoníaco y bicarbonato .

Características fisicoquímicas

El cloro tiene un punto de ebullición de -34°C a 760 mmHg y, por lo tanto, se encuentra en forma gaseosa en un ambiente normal. Es de color amarillo verdoso y tiene un olor distintivo, como líquido es transparente y de color ámbar (6,7).

El cloro gaseoso tiene una solubilidad en agua media, por lo que puede provocar síntomas en las vías respiratorias superiores e inferiores, así como en la mucosa ocular y la piel. Este gas, al interactuar con las mucosas del individuo y con el agua de los fluidos corporales puede producir ácido hipocloroso y clorhídrico, generando una reacción de oxidación, lo cual libera iones que atraviesan la membrana celular produciendo radicales libres, favoreciendo el daño celular, oxidación de los lípidos de la membrana y lesiona el ADN. Los factores de transcripción regulados por redox como

AP-1, Nrf2 y NF-κB juegan un papel clave en la respuesta inflamatoria de las células (6).

Cuadro clínico

El cloro gaseoso causa un espectro de síntomas clínicos que dependen de la concentración de este, la duración de la exposición, la ventilación por minuto de las víctimas y las características individuales de las víctimas, como la edad, el sexo, las características físicas, las enfermedades preexistentes y el tabaquismo (6).

Los signos y síntomas en exposiciones agudas accidentales (domiciliarias y ocupacionales) son, inyección conjuntival (ojos rojos), lagrimeo, irritación de nariz y garganta, tos seca, dolor torácico retroesternal, sofocación, sensación de asfixia, disnea, taquipnea, estridor inspiratorio, edema glótico, laringoespasma, broncoespasmo. Si la piel o los ojos estuvieron en contacto con el gas, puede presentarse quemaduras, ampollas y lesiones parecidas a las quemaduras por congelación. En casos severos, puede presentarse neumonitis tóxica, edema pulmonar y muerte (6,7).

Una exposición baja (1–30 ppm) por una hora produce irritación leve a moderada de las membranas mucosas, mientras que una exposición más alta (30 ppm y un poco más) causa dolor en el pecho, disnea y tos. El edema pulmonar agudo se desarrolla típicamente entre 40 a 60 ppm. Las concentraciones superiores a 400 ppm suelen ser mortales en 30 minutos, mientras que los niveles superiores a 1.000 ppm suelen ser mortales en cuestión de minutos. Las tasas de mortalidad varían según el nivel de exposición, pero normalmente oscilan entre el 1 % y el 2 %. Cuando ocurre una muerte a las pocas horas de la exposición, la causa se atribuye principalmente al edema pulmonar y hemorragia (7).

Tratamiento

- El manejo inicia en el ámbito prehospitalario, retirando a los individuos expuestos del entorno tóxico lo antes posible.
- La descontaminación debe realizarse por unidades de descontaminación especializadas tipo HAZMAT o por bomberos entrenados en manejo de sustancias químicas, situaciones ocupacionales o derrames.
- El personal médico de emergencia en el lugar debe estar equipado con equipo de protección personal completo. Para el cloro gaseoso en sí, serían suficientes

máscaras de gas con filtros de carbón activado, si los individuos expuestos han estado en contacto con concentraciones moderadas a altas.

- De acuerdo con los hallazgos en: el examen físico, la oximetría de pulso, gases arteriales, radiografía de tórax, electrocardiograma y hemograma completo se definirá la severidad del cuadro clínico así como el manejo sintomático.
- Administrar oxígeno suplementario humidificado a necesidad
- Si hay broncoespasmo, puede suministrar broncodilatadores de acción corta tipo β 2-agonistas y bromuro de ipratropio.
- Puede administrar corticoides inhalados o intravenosos para controlar el proceso inflamatorio.
- Si se trata de un caso severo considere manejo en unidad de cuidados intensivos e intubación / traqueotomía para el síndrome de dificultad respiratoria (6, 7).

2. SUSTANCIAS PSICOACTIVAS

Las sustancias psicoactivas o psicotrópicas son aquellas sustancias químicas que al consumirlas o usarlas tienen la capacidad de alterar las funciones nerviosas superiores (estado de ánimo, tiempo de reacción y coordinación) y cuyo uso principal es recreativo. Estas sustancias tienen el potencial de producir dependencia física y tienen efectos físicos graves, siendo frecuentes las sobredosis fatales (8,9).

Las sustancias psicoactivas o también llamadas drogas de abuso serán clasificadas como legales o ilegales dependiendo de su producción, distribución, venta o uso farmacológico aprobado (está relacionado con el control y prohibición de la legislación nacional e internacional) (8). Un ejemplo de una sustancia controlada corresponde al psicofármaco clonazepam, el cual tiene diferentes grados de restricción de disponibilidad, en función de sus riesgos para la salud y la utilidad terapéutica, será legal y su uso recreativo será ilegal (9).

Estas sustancias incluyen depresores del sistema nervioso central como etanol, metacualona y secobarbital; estimulantes del sistema nervioso central, como cocaína, metanfetamina (speed), cafeína y nicotina; opioides como heroína y petidina (demerol); y alucinógenos como dietilamida del ácido lisérgico (LSD), fenciclidina (PCP) y tetrahidrocannabinol, el principio activo de la marihuana. Otra complicación de la importancia toxicológica es que muchas drogas de abuso se sintetizan en laboratorios

ilegales y mal equipados con poco o ningún control de calidad. Por lo tanto, los productos resultantes a menudo están contaminados con compuestos de toxicidad desconocida, pero posiblemente peligrosa (9).

En 2.018, se estima que 269 millones (rango: 166–373 millones) de personas habían consumido una droga al menos una vez en el año anterior, lo que equivale al 5,4 % (rango: 3,3–7,5 %) de la población mundial de entre 15 y 64 años. Suponiendo que no haya cambios en la prevalencia mundial del consumo de drogas, considerando únicamente el aumento proyectado en la población mundial, el número mundial de personas que consumen drogas aumentaría en un 11%, a 299 millones de personas para 2.030 (9).

Esta proyección es puramente un reflejo del crecimiento de la población. Sin embargo, tal aumento a nivel mundial enmascararía importantes variaciones en las tasas de crecimiento entre regiones. El mayor crecimiento de la población y, por tanto, del número proyectado de personas que consumen drogas, tendrá lugar en los países de ingresos más bajos (se prevé que ese crecimiento supere el 40% durante el período 2.018-2.030), mientras que los países de las regiones más desarrolladas, en Europa en particular, probablemente ver una disminución en el número de personas que consumen drogas para 2.030 (9).

En Colombia, predominan las intoxicaciones por marihuana, cocaína y bebidas alcohólicas, principalmente aguardiente dentro del grupo de sustancias psicoactivas.

2.2 Marihuana

La marihuana o el cannabis es una sustancia proveniente de la planta del cáñamo. Su forma más frecuente de consumo es por vía respiratoria mediante la combustión del cigarrillo artesanal y aspiración del humo. También puede consumirse por vía oral en preparaciones horneadas en forma de galleta o brownie. Se ha utilizado con fines medicinales o recreativos desde hace más de 4.000 años (10)

El principal componente psicoactivo del cannabis es el Δ^9 tetrahidrocannabinol (Δ^9 -THC). Sin embargo, la planta puede contener al menos 60 cannabinoides distintos entre los 400 compuestos identificados. Actualmente se está investigando las propiedades medicinales de los cannabinoides con el fin de producir medicamentos para el manejo de la epilepsia, el dolor, manejo del síndrome emético en los pacientes con cáncer (10).

Los cannabinoides actúan en un receptor cerebral específico (CB1), el cual favorece las acciones psicoactivas de la molécula (10).

Cuadro clínico

La fase aguda se caracteriza por euforia, aumento de la percepción sensorial, analgesia, incremento de la sociabilidad, relajación, inyección conjuntival (ojos rojos). En la sobredosis se presenta: ansiedad, pánico, despersonalización, actitud paranoide, dificultades en la concentración, en la memoria y disfunción cognitiva, alteración en la percepción del tiempo, en la coordinación motora, en las funciones ejecutivas y taquicardia (10).

Tratamiento agudo

- La toxicidad clínica por cannabinoides rara vez es grave y se suele dar manejo sintomático.
- No se recomiendan medidas de descontaminación.
- Se puede utilizar benzodiazepinas en pacientes agitados o con episodios psicóticos transitorios. Lorazepam 1 a 2mg intramuscular o diazepam 5 a 10mg intravenoso.
- Verificar que de presentarse policonsumo con otras sustancias psicoactivas como cocaína o alcohol, estas deben ser tenidas en cuenta para el manejo sintomático.

Tratamiento del síndrome de dependencia

- No existen medicamentos específicos para el tratamiento farmacológico de la dependencia a la marihuana.
- Los programas se concentran en la consejería, grupos de apoyo (Narcóticos Anónimos).
- Terapia cognitivo-conductual (10,11).

2.3 Cocaína

La cocaína es una sustancia estimulante del Sistema Nervioso Central (SNC). Esta sustancia ha sido ampliamente utilizada desde las civilizaciones indígenas suramericanas, principalmente en la región Andina. Sus nombres comunes son: coca, perico, nieve, marchosa, lady pura, pasta, blanca, perica, farlopa. Puede ser consumida de manera aspirada, inhalada e intravenosa (10).

Según su procesamiento, esta se tiene diferentes formas químicas, las más conocidas son: el clorhidrato de cocaína, la cual puede ser aspirada e intravenosa; la pasta básica de cocaína y el crack pueden ser fumados (10).

El ingrediente activo de la cocaína es la metil benzoilecgonina, el cual es un éster alcaloide que atraviesa fácilmente la barrera hematoencefálica, cuya acción es bloquear el transportador de adrenalina y noradrenalina, inhibiendo la recaptación de dopamina y aumentando su concentración en la hendidura sináptica. Esto favorece los estados de vigila, alerta e hiperactividad del sistema nervioso autónomo que se traduce en aumento de la frecuencia cardíaca, vasoconstricción y midriasis (10).

Adicionalmente bloquea los canales de sodio dependientes de voltaje, generando propiedades anestésicas por estabilización de la membrana neuronal y bloqueo de la conducción nerviosa periférica (10).

Cuadro clínico

Se caracteriza por taquicardia incluidas arritmias, taquipnea, midriasis (pupila dilatada), presión arterial alta, sudoración o escalofríos, náuseas y vómitos, agitación psicomotora, convulsiones y psicosis transitoria (10,11).

Tratamiento de la intoxicación aguda por Cocaína

Para el tratamiento agudo se establecen las siguientes fases

- Estabilización hemodinámica: control de la frecuencia cardíaca o arritmias, según el tipo la clasificación de la arritmia. Evitar el uso de beta-bloqueadores y antiarrítmicos tipo Ia y Ic, así como los bloqueadores beta-adrenérgicos, control de la tensión arterial. En caso de alteración respiratoria que amerite intubación orotraqueal, evitar el uso de succinilcolina (puede empeorar los síntomas y la toxicidad) (11).
- Tratamiento farmacológico: no hay un tratamiento específico: se debe hacer manejo de síntomas y posibles complicaciones (11).
- Hidratación: se debe garantizar la hidratación; algunos pacientes pueden cursar con rhabdomiólisis por lo cual es fundamental promover la diuresis y prevenir una falla renal aguda (11).
- Manejo de la hipotermia: usar medios físicos para el manejo de la hipotermia; los antipiréticos como acetaminofén o AINES no están indicados dado son ineficaces en el manejo de la hipertermia (11).
- Manejo de la agitación psicomotora, ansiedad y convulsiones: realizar tratamiento con diazepam 5 a 10mg intravenoso según los esquemas recomendados para cada situación; evitar el uso de antipsicóticos, por riesgo de

interacciones toxico-farmacológicas. Pero de ser estrictamente necesario utilizar haloperidol acompañado de una benzodiacepina (11).

3. LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA

El diagnóstico de intoxicaciones a través del laboratorio constituye un verdadero apoyo en el abordaje del paciente intoxicado, por ello, es necesario que dentro de la atención de urgencias toxicológicas se garanticen algunos exámenes básicos de forma rutinaria y con un tiempo de respuesta que permita la toma de decisiones clínicas oportunas. Estos exámenes deben abarcar el análisis de medicamentos como acetaminofén, salicilatos, benzodiacepinas, entre otros y sustancias psicoactivas incluyendo etanol (12).

Además, deben tenerse todos los procedimientos y suscribirse convenios que permitan remitir muestras a laboratorios más complejos para la determinación de sustancias tóxicas en donde se requieran pruebas más robustas o que no se encuentren disponibles. Los laboratorios para considerar deben estar habilitados y de forma ideal acreditados para lograr la calidad y confiabilidad exigidas. Adicionalmente, de la disponibilidad de análisis, existen aspectos para tener en cuenta para el diagnóstico del paciente intoxicado a través del laboratorio:

La obtención de la muestra: cada laboratorio debe contar con procedimientos escritos sobre las exigencias de toma, transporte y conservación de las muestras. Pero además de las matrices o tubos particulares que se requieren para cada análisis, existen otros requisitos que deben ser tenidos en cuenta en el laboratorio de toxicología:

- Orden Médica: la solicitud de exámenes debe ser completamente específica sobre la prueba que se desea. No se deben generar órdenes tales como: “*se solicitan drogas, sustancias psicoactivas o realizar búsqueda de tóxicos*”, ya que, teniendo en cuenta el gran número de sustancias que pueden asociarse a una intoxicación el médico tratante debe optimizar los recursos y evitar pruebas innecesarias. La orden médica debe contener el nombre exacto de la(s) prueba(s) requerida(s), la matriz biológica que debe ser analizada de acuerdo con la cinética del agente implicado del que se sospeche e inclusive el tipo de técnica por el que requiere sea procesado.

- Sospecha clínica: para el analista conocer cuál puede ser la sustancia implicada es de gran importancia, en primer lugar, para orientar sobre la correcta toma de la muestra y segundo para indicar sobre las posibles interferencias, sensibilidad y especificidad de las técnicas disponibles. Por lo anterior, los medicamentos suministrados deben ser de conocimiento del laboratorista, ya que muchos de ellos generar reacciones cruzadas

con otras sustancias químicas, lo que podría llevar a interpretaciones erróneas de los resultados obtenidos.

- **Consentimiento Informado:** muchas de las pruebas de toxicología, sobre todo aquellas en las que están implicadas sustancias psicoactivas, afectan directamente la privacidad del paciente, por tanto, el consentimiento informado entendiéndolo como la aceptación de un acto diagnóstico o terapéutico tras ser enterado y comprender plenamente de la situación clínica (13), debe ser tenido en cuenta en estos casos. Se debe verificar este requisito antes de enviar las muestras al laboratorio para evitar el no procesamiento de estas por documentación incompleta.

- **Cadena de Custodia:** teniendo en cuenta la posibilidad que algunas pruebas toxicológicas estén asociadas a procesos judiciales (niveles de alcohol o determinación de otras sustancias psicoactivas), algunos laboratorios requieren un formato donde se consigne quiénes han interactuado con la muestra toxicológica desde su obtención hasta su análisis final y conservación de ser necesario que permita asegurar su autenticidad. Por lo anterior, se debe revisar este requisito previo a la toma de la muestra.

Procesamiento: Un aspecto crítico es conocer la técnica de análisis utilizada y si se trata de una prueba presuntiva o confirmatoria. Para el primer caso, la disponibilidad en laboratorios de baja complejidad, la rapidez de los resultados, el bajo costo y la alta sensibilidad que presentan las hacen bastante útiles en una urgencia toxicológica. Estas pruebas incluyen los inmunoensayos, pruebas colorimétricas, espectrofotométricas, cromatografía en capa fina -TLC (por su sigla en inglés), etc., que sirven como método de tamizaje; sin embargo, pueden sacrificar especificidad, por lo que, todos los resultados positivos deben ser confirmados con un método alternativo diferente en técnica y principio y es allí donde a través de técnicas como cromatografía de gases, líquida o absorción atómica se logra la confirmación de un resultado. Reconocer la utilidad de las pruebas rápidas, pero a la vez las limitaciones que poseen permitirán hacer el uso adecuado de estas técnicas.

Lectura recomendada: Ciencias Forenses y Pruebas Presuntivas (14), disponible en: <http://www.bvs.hn/RCFH/pdf/2016/pdf/RCFH2-2-2016-9.pdf>

Interpretación: Además de todo lo correspondiente a la fase preanalítica y analítica durante el procesamiento de muestras toxicológicas, la correcta interpretación de los resultados está sujeta a diferentes variables, las cuales incluyen:

- **Ventana de detección:** una sustancia química implicada en una intoxicación es única en determinado momento, por lo que una nueva toma de muestra no siempre se relaciona con un resultado de una muestra obtenida previamente. Esto se debe a las

características cinéticas, vías y tiempos de eliminación propios de cada analito. Por ejemplo, para las sustancias psicoactivas, el tiempo o ventana en el que pueden ser detectados varía según la matriz analizada. Es así como estas pueden ser detectadas en sangre o saliva desde los primeros minutos de exposición hasta algunas horas según la sustancia, correlacionándose directamente con el estado del paciente, mientras que, en orina, se hallan a partir de horas y pueden persistir por varios días o semanas, no necesariamente se relacionan con un consumo inmediatamente anterior. Inclusive en matrices como cabello se pueden tener hallazgos después de algunos años tras la exposición. En la Tabla 4 se presentan algunas sustancias psicoactivas y su respectiva ventana de detección:

Tabla 4. Ventana de detección de las sustancias psicoactivas más comunes

Sustancia	Fluido oral (horas)	Orina (días)	Cabello (días)
Anfetaminas	1 – 48	2 - 4	Más de 90
Barbitúricos	N/A	Hasta 7	Más de 90
Benzodiazepinas	N/A	Hasta 7	Más de 90
Cannabinoídes	Hasta 24	1 - 30	Más de 90
Cocaína	1 – 36	1 - 4	Más de 90
Etanol	Hasta 24	1	Más de 90
Heroína (opioides)	1 – 36	2 - 3	Más de 90
Metanfetaminas	1 – 48	2 - 5	Más de 90

Adaptado de Hadland SE, Levy S - 2016 (15)

- Falsos positivos y negativos: los falsos positivos se presentan cuando el método no es lo suficientemente específico y hay reacción cruzada con otras sustancias que generan una lectura positiva de la prueba. Continuando con las sustancias psicoactivas como ejemplo, sustancias como la efedrina y pseudoefedrina, presentes en antigripales generan un resultado falso positivo para anfetaminas en los inmunoensayos o el consumo de oxacepam se relaciona con resultados positivos para benzodiazepinas (16). Además, consumo de preparados con hojas de coca (como té) o semillas de amapola (en tortas) van a derivar en una prueba positiva para cocaína u opioides respectivamente, sin que estén asociados a un consumo de sustancias psicoactivas o un cuadro de intoxicación aguda.

Los falsos negativos se pueden presentar cuando existe adulteración, sustitución, daño o degradación de las muestras, no se toma la prueba dentro de la ventana de detección

adecuada, la sensibilidad de la prueba es muy baja o el punto de corte de la prueba es muy alto, falla durante alguna de las fases preanalíticas como en la correcta identificación de la muestra o cuando se presenta un error durante el análisis como tal.

Lectura recomendada: Falsos positivos en pruebas de detección de drogas de abuso en orina asociados a consumo de medicamentos (16), disponible en: <http://omextad.salud.gob.mx/contenidos/investigaciones/Falsospositivos.pdf>

Finalmente, dentro de la evaluación del paciente intoxicado, juntos con los biomarcadores de exposición, se requieren indicadores del estado de salud en el momento de la exposición al agente tóxico. El laboratorio clínico de rutina también es de gran ayuda al procesar muestras que permiten evaluar dichos indicadores o biomarcadores de efecto. El cuadro hemático, pruebas de coagulación, parámetros bioquímicos como glucosa o creatinina, enzimas hepáticas o gases arteriales y electrolitos se ven alterados durante un cuadro de intoxicación aguda y pueden orientar sobre el agente causal. Por ejemplo, ante una acidosis metabólica con anión gap aumentado, el médico puede evaluar posibles cuadros asociados a metanol o salicilatos; en el caso de una hipoglicemia, se puede asociar con alcoholes, insulina o salicilatos (17).

A continuación, se resumen las principales sustancias asociadas a intoxicaciones en cada grupo químico y los aspectos más relevantes para el análisis por laboratorio según la Guía para el Manejo de Emergencias Toxicológicas del MSPS (18) (ver tabla 5).

Tabla 5. Determinación de las sustancias tóxicas más frecuentes a través del laboratorio.

Sustancia	Muestra	Método analítico	Valor de referencia	Biomarcadores efecto
Acetaminofén	Sangre	Inmunoensayo, colorimetría	Nivel tóxico superior a 100 µg/ml	Transaminasas, PT e INR, bilirrubinas, gases, lactato y creatinina
Antidepresivos tricíclicos	Sangre	Enzimoinmunoanálisis, HPLC	> 1000 ng/ml	electrolitos, glucosa, BUN, creatinina, creatinin kinasa (CPK), Mioglobina, gases.
	Orina	Inmunoensayo	Positivo: >1000 ng/ml	
Plaguicidas inhibidores de colinesterasa	Sangre	Actividad de la enzima colinesterasa por el método de Mitchell	Normal de 91 a 164 Ud de delta pH/	perfil hepático, renal, glicemia y amilasas
Glifosato y AMPA	Sangre	LC-MS/MS		Electrolitos, función renal y hepática, gases, glicemia y electrolitos.
	Orina	HPLC		
Metanol	Sangre	Espectrofotométrico o Cromatografía de gases	Niveles Tóxicos de 5 µg/dl a 20 µg/ dl	Gases arteriales, brecha aniónica/osmolar, lactato, electrolitos, transaminasas,

				Mayor de 20 µg/dl niveles fatales	amilasa sérica, parcial de orina, función renal, cuadro hemático y glicemia.
Mercurio	Orina 24h	Espectrofotometría de absorción atómica vapor frío / DMA-80 Analizador Directo de Mercurio Método EPA.		≤ 10 µg/L < 5 µg /g creatinina	Electrolitos, glicemia, BUN, creatinina, transaminasas hepáticas, uroanálisis y gases arteriales.
	Sangre	Espectrofotometría de absorción atómica vapor frío / DMA-80 Analizador Directo de Mercurio Método EPA.		5 - 10 µg/L	
Plomo	Sangre	Espectrofotometría de absorción atómica horno de grafito		38 µg/dl	ALA- d eritrocitaria, zinc protoporfirina (ZPP), ALA-Urinaria, cuadro hemático y ESP
Monóxido de Carbono	Sangre	Espectrofotométrico UV-VIS para determinación de caorboxihemoglobina		Población general hasta 2 %	Enzimas cardíacas, mioglobina, troponinas, creatina Quinasa, creatinfosfoquinasa y lactato
Marihuana	Orina	Test rápido de inmunoensayo		Negativo, < 50 ng/ml según NIDA	Ionograma, gases arteriales, glicemia, electrocardiograma
Cocaína	Orina	Test rápido de inmunoensayo		Negativo < 300 ng/ ml según NIDA	Electrolitos, glicemia, BUN, creatinina, creatina quinasa (CPK), uroanálisis, mioglobina en orina, troponina cardíaca.

Ajustado de la Guía para el Manejo de Emergencias Toxicológicas del MSPS (18)

Si requiere profundizar sobre el análisis de laboratorio de otras sustancias tóxicas, se recomienda profundizar en el capítulo 12 de la Guía para el Manejo de Emergencias Toxicológicas del MSPS (12) y la Guía para la Obtención, Conservación y Transporte de Muestras para Análisis Toxicológicos del Ministerio de Salud de Argentina (19).

4. REFERENCIAS

1. Laita AD, Mambrilla MR, Castrillón JLP. Enfermedades por tóxicos: intoxicaciones por gases y metales. Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado; 12(69):4027–42. [Internet]. 2018 Dec 1 [citado en Jul 26 de 2021] Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304541218302993>

2. Meulenbelt J. Irritant gases. *Medicine* [Internet]. 2016 Mar 1 [citado el 27 de julio de 2021];44(3):175–8. [Internet]. 2016 Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1357303915003217>
3. Eichhorn L, Thudium M, Jüttner B. The Diagnosis and Treatment of Carbon Monoxide Poisoning. *Deutsches Ärzteblatt International* [Internet]. 2018 Dec 24; ;115(51–52):863. [citado el 27 de julio de 2021] Disponible en: <http://pmc/articles/PMC6381775/>
4. Kinoshita H, Türkan H, Vucinic S, Naqvi S, Bedair R, Rezaee R, et al. Carbon monoxide poisoning. *Toxicology Reports* 2020 Jan 1;7:169–73.
5. Pollack Jr. Charles V. and Platt M and CRM and RVG and BJF. Carbon Monoxide Poisoning. In: Pollack Jr. C v, editor. *Differential Diagnosis of Cardiopulmonary Disease: A Handbook*; Cham: Springer International Publishing; p. 259–68. [Internet] 2019 Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63895-9_16
6. Zellner T, Eyer F. Choking agents and chlorine gas – History, pathophysiology, clinical effects and treatment. *Toxicology Letters*. 2020 Mar 1;320:73–9.
7. Achanta S, Jordt S-E. Toxic effects of chlorine gas and potential treatments: a literature review. <https://doi.org/10.1080/1537651620191669244>; 31(4):244–56. [Internet]. 2019 [citado el 25 de julio de 2021] Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15376516.2019.1669244>
8. Hodgson E. Classes of Toxicants: Use Classes, Drugs of Abuse. In: *A Textbook Of Modern Toxicology* [Internet]. 4th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2010. p. 49–74. [Internet] 2010 [citado el 19 de julio de 2021]. Disponible en: http://wikimariner.actionmodulers.com/wiki/images/8/80/Modern_Toxicology_4ed.pdf
9. Drugs (psychoactive) [Internet]. World Health Organization. [Internet] 2021 [citado el 19 julio de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/health-topics/drugs-psychoactive#tab=tab>
10. Velásquez de Pabón Elvia, Olaya Peláez Álvaro, Castaño Pérez Guillermo, Castro Rey Sergio. Marihuana (Cannabis). In: *Adicciones, aspectos clínicos y psicosociales, tratamiento y prevención*. 1st ed. Medellín, Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB); 2013. p. 447–50.
11. Uribe D, Arroyabe CL. Intoxicación por Marihuana. In: Peña LM, Zuluaga AF, editors. *Protocolos de Manejo del Paciente Intoxicado*. 1st ed. Medellín, Colombia: Editorial Artes y Letras S.A.S; 2012. p. 150–4.
12. Solari G. S, Ríos B. JC. ¿Cuál es la utilidad clínica de un estudio toxicológico? *Revista Médica de Chile*;137(10):1395–9. [Internet] 2009. [citado el 21 noviembre 2021] Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v137n10/art18.pdf>

13. Ministerio de la Protección Social. Recomendaciones Guía Técnica “Buenas Prácticas para la Seguridad del Paciente en la Atención en Salud” - Garantizar la Funcionalidad de los Procedimientos de Consentimiento Informado. p. 10 [Internet]. 2009. [citado el 21 noviembre 2021] Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Garantizar la funcionalidad de los procedimientos de consentimiento informado.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Garantizar%20la%20funcionalidad%20de%20los%20procedimientos%20de%20consentimiento%20informado.pdf)
14. Villanueva J, Matamoros M. Ciencias Forenses y Pruebas Presuntivas. Revista De Ciencias Forenses De Honduras; 2(2):45–54. [Internet]. 2017 [citado el 21 noviembre 2021] Disponible en: <http://www.bvs.hn/RCFH/pdf/2016/pdf/RCFH2-2-2016-9.pdf>
15. Hadland SE, Levy S. Objective Testing: Urine and Other Drug Tests. Vol. 25, Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America. W.B. Saunders; 2016. p. 549–65.
16. Garro L, Zavaleta E. Falsos positivos en pruebas de detección de drogas de abuso en orina asociados a consumo de medicamentos. Colegio de Microb Quim Clin Costa Rica; Vol 21(Falsos positivos en pruebas de detección de drogas de abuso en orina asociados a consumo de medicamentos): p. 34–44. [Internet]. 2015 [citado el 21 noviembre 2021] Disponible en: <http://omextad.salud.gob.mx/contenidos/investigaciones/Falsospositivos.pdf>
17. García MD, Huarte E. El Laboratorio en Toxicología. En: Libro electrónico de Toxicología clínica. Ed Navarra [Internet]. 2018 [citado el 21 noviembre 2021] Disponible en: http://www.navarra.es/home_es/Temas/Portal+de+la+Salud/Profesionales/Documentacion+y+publicaciones/Otras+publicaciones/Libro+electronico+de+Toxicologia/Generalidades.htm
18. Ministerio de Salud y Protección Social. Guía para el Manejo de Emergencias Toxicológicas - Convenio 344 de 2016. Bogotá; 2017. 96–99. [Internet]. 2017 [citado el 21 de noviembre 2021] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/GT/guias-manejo-emergencias-toxicologicas-output.pdf>
19. Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones - PRECOTOX. Guía para la obtención, conservación y transporte de muestras para análisis toxicológicos [Internet]. Ministerio de Salud de la Nación. Buenos Aires; 2016. 56. [Internet]. 2016 [citado el 21 de noviembre 2021] Disponible en: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=muestras+eorina+en+intoxicaciones>

