
Dermatitis de contacto por cemento: toxicocinética del cromo y derivados. Fuentes de exposición

G. GIL TOCADOS,
A. MANRIQUE PLAZA
J.M. FERNANDEZ VOZMEDIANO

TOXICOLOGIA

La exposición laboral al cromo representa un problema importante para la salud. En condiciones normales de exposición, el contenido total de cromo en el hombre es de 6 mg. En niños y en animales existe una concentración mucho mayor. Las razones para que la concentración sea tan baja en el cuerpo humano son fundamentalmente:

1. La mayor parte del cromo en la corteza terrestre está en forma insoluble.
2. La ingestión de cromo mediante el consumo de vegetales es a base fundamentalmente de los que tienen menor cantidad de cromo.
3. Los compuestos de cromo hexavalente se transforman en el medio ácido del estómago en las formas trivalentes, que no son absorbidas.

Las principales vías de absorción las constituyen: contacto dérmico, ingestión e inhalación, siendo esta última la principal vía en la exposición laboral a compuestos de cromo. En general los compuestos solubles hexavalentes son absorbidos más rápidamente por cualquier vía. Así por ejemplo, tanto por ingestión

como por inhalación, los compuestos de Cr (III) se absorben del orden del 0.1 al 1.2%, mientras que los Cr (VI) aproximadamente el 2%. Se considera que la absorción media en el tracto digestivo es del orden del 0.5% al 3%, dependiendo no sólo del estado de oxidación sino del estado funcional del estómago e intestino. De esta forma, en el caso de aquilia gástrica la absorción de Cr (VI) aumenta al no haber reducción en formas trivalentes por el jugo gástrico (1).

En relación a la vía de absorción cutánea hay que destacar varios aspectos muy importantes que favorecen la comprensión de uno de los cuadros patológicos más importantes que produce el cromo como es la dermatitis alérgica de contacto (2):

- a) Los compuestos de cromo (VI) penetran en la piel más rápidamente que los compuestos de cromo (III).
- b) La penetración de los cromatos aumenta con el incremento de pH (3).
- c) La penetrabilidad de las sales de Cr (III) depende de la naturaleza del anión.
- d) Las diferencias de penetración entre los compuestos de Cr (VI) y Cr (III) parecen depender de la integridad de la epidermis que forma la barrera más importante para la absorción de estos productos.

- e) La piel y sus componentes facilitan la reducción de los cromatos.
f) El Cr (III) se une fuertemente a determinadas proteínas epidérmicas.

Asímismo hay que tener en cuenta que la absorción realizada a través del estrato córneo de la epidermis aumenta a su vez en relación a varios factores:

1. Soluciones de continuidad de la piel por abrasión, heridas o quemaduras.
2. Aumento de la hidratación del estrato córneo.
3. Contacto con disolventes orgánicos que eliminan el manto ácido graso de la piel.
4. Espesor y difusividad de esta capa córnea.

Otra vía de penetración no menos importante es a través de los folículos pilosos. Una vez en el organismo y en relación a su capacidad de toxicidad, el cromo se puede distribuir dependiendo de dos hechos biológicos fundamentales:

1. Las membranas celulares son permeables al Cr (VI), pero no al cromo (III).
2. El Cr (VI) se reduce a Cr (III) dentro de las células a nivel de las mitocondrias y en el núcleo.

En condiciones normales el cromo se distribuye por igual en los eritrocitos y en el plasma. Después de la absorción, el Cr (III) va a ser transportado principalmente mediante su unión a la transferrina plasmática (4, 5) en una proporción aproximada del 70 al 90% según estudios realizados en ratas (6). El Cr (VI) atraviesa rápidamente la membrana del hematíe sufriendo una reducción a Cr (III) en el interior de la célula, permaneciendo mucho tiempo unido a la fracción globina de la Hb. Se ha propuesto como método sencillo de desintoxicación, la reducción por ácido ascórbico, aunque van a participar otros factores (7). Una vez unido a los tejidos, el cromo se presenta principalmente como Cr (III) localizándose principalmente en sangre, hígado, bazo, riñón, tejidos blandos y hueso. Por el contrario no se va a acumular en el pulmón.

Por último, la excreción se produce principalmente por la vía del aclaramiento renal y en menor grado por otras vías más lentas como descarnación de la piel (células, uñas, pelo, sudor), bilis y heces. En la Fig. 1 se representa un esquema general de la absorción, distribución y excreción del cromo en el hombre en condiciones normales de exposición.

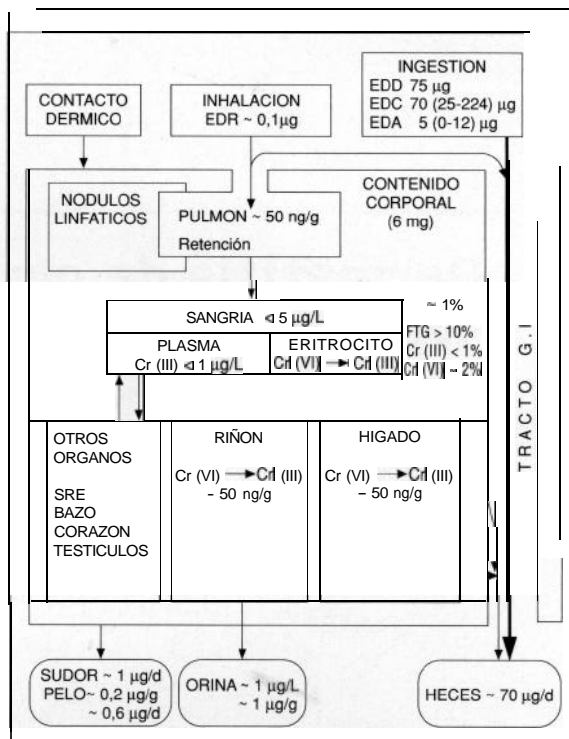


Fig. 1. Esquema general de la absorción, distribución y excreción del cromo en el hombre en condiciones normales de exposición. EDR: Entrada diaria por las vías respiratorias. EDD: Entrada diaria con la dieta. EDC: Entrada diaria con la comida. EDA: Entrada diaria con el agua. FTG: Factor de tolerancia a la glucosa. SRE: Sistema retículo endoplásmico.

EFFECTOS BIOLÓGICOS

El cromo (III) es un elemento esencial pero también puede ser tóxico para el hombre. En el organismo es necesario para el mantenimiento normal de la glucosa, colesterol y metabolismo de los ácidos grasos. Es también un coactor en la iniciación de la acción periférica de la insulina y también desempeña un papel importante en diferentes reacciones enzimáticas como es el caso de la actividad tromboplástica y betagluconidasa (8).

La deficiencia de cromo en animales está asociada con una alteración de la tolerancia de la glucosa, disminución del crecimiento, opacidad corneal y degeneración necrótica del hígado. En el hombre esta deficiencia puede dar lugar a una intolerancia a la glucosa y a neuropatía (9). También tiene la propiedad de ligarse a las proteínas en las capas superficiales de la piel, formando complejos estables, lo que probablemente justifique que estos compuestos no originen dermatitis ni ulceraciones.

El cromo (VI) es sin embargo altamente tóxico. Su interacción biológica con biomoléculas está asociada con la reducción a Cr (III) y la formación de complejos de coordinación (10). La reducción del cromo (VI) a cromo (III) es muy importante en su toxicidad. Esta reducción intracelular se produce con la participación de glutatión reducido, NADH y NADHP, ácido ascórbico, etc. El consumo de electrones para esta reducción puede inhibir un número de procesos metabólicos dependiendo de la disponibilidad electrónica, como por ejemplo, la glutatión reductasa, la síntesis intracelular de ATP, el intercambio de fosfolípidos de las membranas y la reducción de los iones peróxido entre otros (11, 12).

El cromo (VI) reacciona fácilmente con los ácidos nucleicos reduciéndose a Cr (III) con la formación de complejos. Así por ejemplo fracciones purificadas de RNA contienen cantidades considerables de cromo sin función conocida. In vitro el Cr (VI) influye en la síntesis del DNA. Los efectos tóxicos agudos del Cr (VI) pueden dar lugar a un shock cardiovascular inmediato y a efectos posteriores sobre riñón (selectivo sobre los conductos proximales sin daño glomerular), hígado, sistema nervioso y órganos hematopoyéticos.

RIESGOS INDUSTRIALES

Las manifestaciones subagudas y crónicas de la exposición a los derivados de cromo incluyen la afectación de distintos órganos y sistemas:

1. *Piel y mucosas:* El peligro del contacto cutáneo con compuestos de cromo fundamentalmente hexavalente se derivan de su fabricación o empleo en las diversas profesiones, fundamentalmente en los trabajadores de la construcción, produciendo úlceras cutáneas y del septo nasal y en especial, por su alta frecuencia, dermatitis de contacto alérgica.

Para algunos autores, el cromo sería también un agente fotosensibilizante. TRONNIER y TUREK (13) publicaron el efecto fotosensible de los compuestos trivalentes y sugirieron que la reducción de cromo hexavalente a las formas trivalentes se produce en la piel. WAHLBERG y WENNERSTEN demostraron que los sujetos sensibles al dicromato reaccionan al fotopatch a concentraciones bajas de dicromato, irradiadas con luz ultravioleta de onda corta (14).

2. *Sistema respiratorio:* Este tipo de riesgo deriva en la mayoría de los casos de la inhalación del polvo y

humos procedentes de la fabricación del dicromato a partir del mineral de cromita. También puede deberse a la inhalación de nieblas de ácido crómico durante el proceso de cromado y revestimiento de superficies metálicas. La inhalación de estos polvos puede provocar fenómenos irritantes del aparato respiratorio con irritación faríngea, tos, sensación de dolor retroesternal y broncoespasmo, bronquitis crónica, rinitis crónica, perforación del septo nasal, y ocasionalmente pólipos, sinusitis y papilomas. Al parecer los síntomas guardan relación directa con los niveles sanguíneos de cromo como se ha demostrado en algunos estudios (15). No es infrecuente que en caso de sensibilización al cromo, al igual que con el níquel y cobalto, que se presenten crisis de asma agudo o broncoespasmo concomitante con dermatosis alérgica de contacto de la misma etiología (16, 17). No todas las personas sensibilizadas presentan los síntomas aunque pueden llegar a exhibirlas al aumentar el contacto con el alérgeno. Este tipo de exposición, además de las lesiones cutáneas también puede producir lesiones en los ojos, tales como conjuntivitis, queratitis y úlceras corneales.

Igualmente es incuestionable desde hace años la acción cancerígena del cromo y sus compuestos constituyendo el principal factor de riesgo para la salud de los trabajadores. Se han llevado a cabo numerosos estudios experimentales que apoyan esta teoría realizados inicialmente por MALCHE & GREGORIOUS (18) y BIDSTRUP & CASE (19) y posteriormente por LEVY & VENIT (20).

Se han confirmado como cancerígenos pulmonares el cromato de calcio y estroncio, y como muy sospechosos de crear también cáncer de pulmón, el cromato de plomo, ácido crómico y los dicromatos alcalinos. Generalmente el cáncer de pulmón aparece tras 15 a 20 años de exposición a cromatos. Sin embargo, no parece existir riesgo en la población general por exposición ambiental al cromo. Para justificar el efecto cancerígeno de este producto se han propuesto dos teorías sin que existan conclusiones definitivas. En la primera teoría se involucra al cromo (III) intracelular como responsable de inducir mutaciones directas en las células somáticas. En la segunda, se postula que sea debido a una inhibición de enzimas reparadoras, con una relación directa entre el potencial tóxico y cancerígeno.

Este tipo de lesión maligna es el único efecto a largo plazo confiado de la exposición profesional al cromo entre los trabajadores que participan en los procesos de obtención de dicromatos a partir del mineral de cromita. El riesgo en este tipo de industrias ha sido demostrado en Alemania, Estados Unidos y el Reino Unido.

La clínica no difiere de la de cáncer de pulmón de otro origen. Comprende todos los tipos histológicos, pero el tipo anaplásico de células pequeñas parece ser el más frecuente. Igualmente se ha debatido ampliamente la posibilidad de que el cromo (III) y el cromo (VI) puedan causar neumoconiosis (21).

3. *Riñón*: Recientemente se han publicado varios casos de nefrotoxicidad inducida por cromo en trabajadores expuestos a lluvias de ácido crómico y cromo soluble hexavalente de los humos de soldaduras. También se ha descrito un caso de afección renal por cromo (22).

4. *Aparato digestivo*: También se ha demostrado que el cromato de zinc posee capacidad de desarrollar cáncer gástrico.

EVALUACION DE RIESGOS PARA LA SALUD

Aunque el número de compuestos peligrosos a los que están expuestos los trabajadores a nivel industrial es relativamente escaso, es muy importante no sobrepasar los límites de exposición laboral (Tabla I). Entre los principales compuestos hexavalentes que poseen un determinado riesgo para la salud procede destacar los siguientes productos:

- Cromato sódico o dicromato sódico.
- Cromato cálcico, de zinc y plomo.
- Oxido de cromo o ácido crómico.

En la forma trivalente y cromo elemental tienen interés toxicológico:

- Mineral de cromita y cromita cálcica.
- Oxido de cromo.
- Sulfato básico de cromo.
- Aleaciones de cromo metal.

La exposición laboral se considera peligrosa en niveles que oscilan entre 0.1 y 5 mg/m³ lo que puede producirse en la fabricación de productos de dicromato, en la industria química, en metalurgia, en el trabajo con productos refractarios, en la industria del cromado y en las operaciones de soldadura.

La polución ambiental por cromo es generalmente baja. Las concentraciones de cromo en el aire urbano suelen encontrarse habitualmente en cifras inferiores

	TWA OSHA (mg/m ³)	IDLH (mg/m ³)	TLV ACGIH (mg/m ³)	MAC URSS (mg/m ³)	NIOSH (mg/m ³)
CROMO (1)	1	500	-	-	-
CROMO (2)	0.5	250	-	-	-
CROMO (3)	-	-	0.05 (4)	-	-
OXIDO CROMICO	-	-	0.5 (5)	0.01	+
SULFATO CROMICO	1	-	0.5 (5)	-	-
DICROMATO SODICO	-	-	0.05 (6)	0.01	0.025 (7) 0.05 (8)
DICROMATO POTASICO	-	-	0.05(6)	0.01	0.025 (7) 0.05 (8)
TRIOXIDO DE CROMO	0.1(10)	30	0.05(6)	0.01	0.025 (7) 0.05 (8)
CROMATO DE PLOMO CALCIO Y ZINC	0.1(10)	30	0.05(4)	0.001	0.001 (9)

TABLA I. Cromo y sus compuestos. Límites de exposición. (1): Cromo metálico y sales insolubles. (2): Cromo en forma de sales crómica y cromosas insolubles. (3): Mineral de cromita procesado (cromato) como cromo. (4): Carcinógeno humano. (5): Compuestos de Cr III como Cr. (6): Compuestos de Cr VI hidrosolubles. (7): 10 horas diarias. (8): 15 min. techo. (9): Carcinógeno industrial (ciertos compuestos de Cr VI no hidrosolubles). (10): Techo.

TWA: Concentración promedio ponderada en el tiempo, para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales.

TLV: Concentración media ponderada en el tiempo adoptada por la ACGIH, para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales. ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Techo: valor techo, es decir, aquella concentración que no debe sobrepasarse ni siquiera de forma instantánea.

IDLH: Concentración inmediatamente peligrosa para la vida o para la salud, de la que el propio trabajador puede escapar sin desarrollar signos o síntomas que dificulten dicho escape o cualquier efecto irreversible sobre su salud (NIOSH/OSHA).

NIOSH: National Institute of Occupational Safety and Health.

OSHA: Occupational Safety and Health Administration.

MAC URSS: Concentración máxima permisible que no debe superarse.

a 50 ng/m³ salvo en las proximidades de los puntos de emisión que pueden llegar a 80 µg/m³. En áreas más alejadas encontramos cantidades desde 0.3 hasta 2 ng/m³ y en el medio rural estas cifras suelen ser menores de 10 ng/m³ por lo general.

Entre las medidas más usuales de prevención están las normales de ventilación y extracción de polvos, humo y nieblas en el lugar de trabajo y los exámenes

médicos periódicos. Actualmente y según las distintas publicaciones se acepta por todo el mundo el valor que se detecta por análisis de activación neutrónica (23) que para una población sana no expuesta a los compuestos de cromo será de 0.15 µg/L de cromo en suero y plasma, y de 0.4 µg/L en orina. Como indicador de exposición se utiliza únicamente el cromo detectado en orina, estableciéndose en la población expuesta en una cifra no superior a 150 µg/L.

Por último procede destacar que el riesgo más frecuente para la salud pública es el contacto a través de la piel y la sensibilización cutánea que se produce a los compuestos de Cr (VI) que se reducen ya en la piel a Cr (III), afectando entre el 8 y el 15% de la población.

DEMOSTRACION DE LA EXISTENCIA DE SALES DE CROMO

La importancia que reviste el conocer la composición de los productos que maneja el trabajador tiene especial interés desde el punto de vista laboral, ya que nos va a permitir diagnosticar una enfermedad de origen profesional en cada caso y además va a repercutir en la dinámica interna de cada empresa permitiendo que los cambios de puesto de trabajo sean verdaderamente efectivos, con todos los problemas que se derivan de la movilidad de los trabajadores.

Desde un punto de vista químico lo más importante es la identificación de una determinada sustancia en las muestras objeto de análisis. A. Fisher establecía que, en el caso del cromo esta técnica debe realizarse de la siguiente forma:

«La sustancia a examinar se introduce en agua caliente para que desprenda las sales de cromo que pueda contener. La solución es acidulada con ácido hidroc্লórico diluido al 10%. Se añade una solución alcohólica al 1% de difenilcarbazida. La aparición de color rojo persistente es característico de las sales hexavalentes de cromo. La prueba es sensible hasta para diez partes de un millón.» (24).

Para la determinación de este metal en trazas y en matrices más complejas como detergentes, cementos y gomas, se requiere el empleo de técnicas muy sensibles y selectivas como la espectroscopia de absorción atómica que cuantifica concentraciones metálicas de p.p.b. (partes por billón) o ng/g (nanogramos por gramo) con gran fiabilidad (25).

FUENTES DE EXPOSICION

Hoy día existe cromo en sus diversas formas en todas las ramas industriales en mayor o menor cantidad así como en muchos productos de uso doméstico. De igual forma se pueden hallar en el ambiente y en la alimentación pequeñas cantidades.

Fuentes naturales

El Cr (III) y Cr (VI) se encuentran en distinta proporción en la naturaleza. La forma más común son las sales poco solubles de Cr (III) con baja toxicidad.

A) Polución ambiental

Las mayores fuentes de contaminación ambiental tienen lugar en los usos industriales del cromo que son fundamentalmente los procedimientos de:

- 1) Quemado de carbón.
- 2) Metalurgia.
- 3) Industria del cemento.
- 4) Emisiones de amianto procedentes de los forros de frenos (el amianto puede contener hasta 1500 µg Cr/g).
- 5) Emisiones procedentes de los sistemas de control catalítico de los automóviles.
- 6) Torres de enfriamiento de las plantas de energía las que se añaden cromatos a los sistemas de refrigeración.

La presencia en el ambiente de Cr (VI) derivado de estas fuentes es más bien accidental, ya que durante el tratamiento de los residuos industriales la mayor parte del Cr (VI) se reduce a Cr (III) casi completamente y el que queda en el ambiente se reduce fácilmente a Cr (III).

B) Suelos y Agua

En suelos no contaminados sólo se detectan trazas del orden aproximadamente de 250 µg/g. En las aguas, se encuentra por lo general Cr (III) en concentraciones que oscilan de 1 a 10 µg/l en aguas superficiales y menos de 2 a 3 µg/l en aguas potables.

En general el cromo del suelo es una forma poco soluble de mezcla de hidróxidos de Fe-Cr (III), pero en algunos casos, como por ejemplo a pH bajo puede pasar al agua. De esta forma pueden incorporarse a veces al organismo humano determinadas cantidades de cromo absorbible.

C) Alimentación

El contenido de cromo en la alimentación es generalmente bajo. En algunos tipos de alimentos se

encuentra Cr (III) como complejo de coordinación con el ácido nicotínico y aminoácidos (glicina, ácido glutámico, cisteína) (26). Estos complejos llamados factor de tolerancia a la glucosa (FTG) se absorben mejor que las formas inorgánicas del cromo, encontrándose sobre todo en el almidón, hígado y carnes. Las fuentes de cromo más ricas son las proteínas animales. En relación al consumo vegetal hay que señalar que la mayoría de las plantas absorben relativamente poco cromo del suelo. Algunas especies tienen una mayor concentración en las raíces (zanahorias y nabos) o en las partes verdes (tomates, cebollas y coles) (27).

Es recomendable que el valor de cromo en la alimentación diaria sea del orden de 50 a 200 µg, estimándose un valor medio diario (EDT) alrededor de 75 µg (28). Algunos autores han observado que el consumo de tabaco puede incrementar la EDT en niveles incluso de 390 µg Cr/kg de tabaco. La cantidad ingerida diariamente en USA oscila alrededor de 60 mg (29).

Fuentes industriales

Desde un punto de vista industrial, el cromo y sus compuestos se utilizan fundamentalmente en:

- 1) Industria metalúrgica, en la manufacturación de acero inoxidable y aleaciones.
- 2) Cromado frente a la corrosión.
- 3) Industria química, en catalizadores, pigmentos para plásticos, barnices, pinturas, tintas de imprenta, vidriado de la porcelana y coloreado de vidrio.
- 4) Industria textil, como mordiente en la tinción y en curtido del cuero.
- 5) Como conservador de la madera.
- 6) Fotografía y fotograbado.
- 7) Industria refractaria.
- 8) Sistemas de enfriamiento de calderas, como anticorrosivo.

Por lo tanto según esta distribución de las aplicaciones del cromo y sus compuestos, los sectores industriales de mayor utilización serán:

- a) Metalurgia, con el 57% de consumo.
- b) Química, para fabricación de compuestos químicos con un consumo del 27% a partir del mineral de cromo.
- c) Industria de refractarios, con el 16% para el revestimiento de hornos de alta temperatura.

Abrasivos	Conservantes de la leche	Grasas (purificadores)	Papel resistente al agua
Aceite de corte	Constructores	Herbicidas	Papeles para pared
Acero	Corrosión (Inhibidores)	Impermeabilizadores (Papel y tejidos)	Pasta de papel
Acculeno	Crayon	Impresores al carbón (Fotografía)	Pasta soldadura para Electrónica
Adhesivos	Cremadores	Impresores del papel pintado	Peletería
Adornos de cera	Curtidores con cromo	Impresores Textiles	Perfumes
Agricultura	Deslustradores (vidrio y alfarería)	Industria Automóvil	Pintores
Aleaciones	Detergentes	Industria fundición	Porcelanas
Alfareros	Ebanistas	Jabones	Pulidores de platino
Anilina	Electro-galvanizados	Jardinería	Pulidores de madera
Anodizantes de aluminio	Electrograbados	Joyeros	Componentes de goma
Antioxidantes	Empapeladores	Laboratorios químicos	Pulimentadores
Barniz (cerámica)	Empleados ferrocarril (Máquinas Diesel)	Ladrillos de refracción	Vidrios
Baterías	Esmalte	Lápices	Purificadores del aceite
Billetes	Esmiladores de loza y cristal	Limpiadores de metal	Químicos
Bomberos	Esprays para avión	Linóleo	Radio y televisión
Carburo	Explosivos	Linotipistas	Soldadores
Caucho	Farmacéuticos	Litógrafos	Técnicas histológicas
Cemento	Fármacos	Maderas	Tejidos
Grabadores al Agua fuerte	Fibra de vidrio	Mecánicos	Tinta azul
Cerámica	Flores artificiales	Metales	Tintes
Cerillas	Fotograbados	Mezcladora de gomas	Vulcanizadores
Cola	Fotógrafos	Motor Diesel	Textiles
Colorantes del mármol	Fuegos artificiales	Niquelado de objetos	Panaderías
Colorantes del vidrio	Fundición	Objetos cromados	

TABLA II. Fuentes de exposición industrial.

Según estudios suecos, el 10% de la población trabajadora aproximadamente puede estar expuesta al cromo. La Tabla II recoge los usos industriales más relevantes.

Con independencia de otras manifestaciones de toxicidad, procede destacar las que van a originar sensibilidad de contacto principalmente debido a los cementos utilizados en la construcción, seguidos de otras actividades como tintorerías, industria textil, fábricas de curtidos, industrias gráficas, fotografía, uso de agentes antioxidantes y manufactura de la madera con impregnación de cromo (Tabla III). Además se ha descrito dermatitis al cromo en las siguientes fuentes de contacto: aditivos alimentarios, disolventes grasos, aceites para galvanizados de láminas de metal, sellos, aceites refrigerantes, impresión en offset, refrigerantes, tapetes verdes de mesas de juego, test de leche, pantallas de TV, zapatos, cintas magnéticas, detergentes y lejías, yesos y revestimientos de calderas.

<i>Materiales u objetos que contienen cromo</i>	<i>Profesiones o lugar de contacto</i>	<i>Compuestos de cromo</i>
Mineral de cromo	Refinado de cromo	Cromatos
Baños de cromo	Electroplateado	Acido crómico, dicromato sódico
Impresión	Artes gráficas	Cromatos
Aleaciones. soldadura	Industria del metal	Cromatos
Pinturas y tintes de cromo	Pintores, decoradores, artes gráficas, textiles, gomas, vidrios, porcelana	Oxido verde de cromo, hidróxido de cromo, verde cromato de zinc, cromato de plomo
Aceites, lubricantes y grasas	Industria del metal	Oxido crómico y cromatos
Agentes anticorrosivos en sistemas de refrigeración	Motores Diesel, calderas y sistemas de aire acondicionado	Dicromatos alcalinos
Conservantes de madera	Tintes para madera, Carpintería, minería	Dicromatos alcalinos
Cemento, productos de cemento, agentes para el fraguado rápido	Producción del cemento, industria de construcción	Cromatos
Materiales de limpieza, materiales de lavado y lejías	Amas de casa, lavanderas, limpiadoras	Cromatos
Tejidos, pieles	Industrias textiles	Cromatos
Cueros teñidos al cromo	Industrias del cuero y calzado	Sulfato de cromo, aluminato de cromo

TABLA III. Fuentes de exposición industrial que originan DCA con más frecuencia.

Fuentes domésticas

Junto a la exposición de origen industrial, existe una exposición individual especialmente al dicromato potásico que determina en la mayoría de los casos la aparición de dermatitis de contacto adquirida a través del uso de múltiples objetos de uso doméstico e incluso en la indumentaria más habitual, como es el caso de guantes o zapatos de piel. Otros productos también han originado este cuadro dermatológico (Tabla IV) como ocurre con el fósforo, sustancias antioxidantes, barnices, pinturas amarillas y gomas con cromato, cremas de afeitado y lociones, artículos de cuero tintado al cromo, pintura amarilla o naranja, gomas de pegar, etc. (30). Especial interés en este tipo de exposición lo tiene sin duda el contenido de cromo en los productos de limpieza de uso doméstico, adquiriendo concentraciones de hasta un 0.3 por mil, fundamentalmente las lejías y detergentes líquidos, cifra muy alta en comparación con el contenido de este metal en los cementos. El origen de ambos metales, cromo y níquel, en los productos de limpieza es oscuro, y podría tratarse de una agregación deliberada o lo mismo que ocurre en el caso del cemento, de liberación de los metales a partir de la maquinaria empleada para su fabricación.

Abrillantadores de muebles	Cementos para usos artísticos y de afición	Papel carbón para copias	Limpiametales
Sprays de limpieza	Taladrinas para bricolage	Toda clase de cueros curtidos al cromo	Limpieza de ceniceros que contengan cerillas de seguridad quemadas
Betunes	Pasta de soldaduras electrónicas	Cajas y sobrecitos de cerillas de seguridad	Cenizas de madera del hogar
Tintas	Sprays (Anticorrosivos, antihumedad, lubricantes y para arrancar motores)	Cajas de cerillas con el raspador usado (en bolsillos)	Cremas de afeitar y lociones
Pinturas	Lejías y detergentes	Pilas secas agotadas y viejas que desprenden líquido	Colores de diversas clases para trabajos artísticos y escolares
Esmaltes	Tinta de bolígrafo	Adhesivos de todas clases	Cinta de máquina de escribir

TABLA IV. Fuentes de exposición doméstica.

BIBLIOGRAFIA

1. Smith TJ, Blough S. Chromium, Manganese, Nickel and Other Elements. En: Rom W, MPH, ed. *Environmental and Occupational Medicine*. 1.^a ed Boston: Litte, Brown and Company, 1983; pág. 491-494.
2. González Fernández E. Toxicocinética y evaluación de riesgos para la salud producidos por la exposición a los compuestos de cromo. *Medicina y Seguridad en el Trabajo* 1991; 38: 3-27.
3. Rinehart WE, Gad SC. Current Concepts in Occupational Health: Metals - Chromium. *Am Ind Hyg Assoc J* 1986; 47: 696-699.
4. Ducros V. Chromium metabolism. A literature review. *Biol Trace Elem Res* 1992; 32: 65-77.
5. Ani M, Moshtaghie AA. The efect of chromium on parameters related to iron metabolism. *Biol Trace Elem Res* 1992; 32: 57-64.
6. Sayato Y, Nakamuro K, Matsui S, Ando M. Metabolic fate of chromium compounds. I. Comparative behavior of chromium in rat administered with Na₂⁵¹CrO₄ and ⁵¹CrCl₃. *J Pharm Dyn* 1980; 3: 17-23.
7. Capellmann M, Bolt HM. Chromium (VI) reducing capacity of ascorbic acid and of human plasma in vitro. *Arch Toxicol* 1992; 66: 45-50.
8. Langård S, Norseth T. Chromium. En: Friberg L, Nordberg GF, Vouk VB, ed. *Handbook on the Toxicology of Metals*. Amsterdam: Elsevier North-Holland, 1979.
9. Zielhuis RL. Exposure Limits no Metals for the General Population. Proc Int Conf Heavy Metals in the Environment, CEC-WHO, Amsterdam 1981.
10. Dupuis G, Benezra C. Allergic Contact Dermatitis to Simple Chemicals: A molecular Approach. New York: Marcel Dekker, 1982: 82-85.
11. Yawata Y, Tanaka KR. Red cell glutathione reductase: mechanism of action of inhibitors. *Biochim Biophys* 1973; 321: 72.
12. Hagenfeldt L, Arvidsson A, Larsson A. Glutathione and gamma-glutamylcysteine in whole blood, plasma and erythrocytes. *Clin Chim* 1978; 85: 167.
13. Tronnier H, Turck B. Licht und Chromekzem. *Berufsdermatosen* 1969; 17: 1.
14. Wahlberg JE, Wennersten G. Light sensitivity and chromium dermatitis. *Br J Dermatol* 1977; 97: 411.
15. Srivastava AK, Gupta BN, Mathur N, Rastogi SK, Garg N, Chandra SV. Blood chromium and nickel in relation to respiratory symptoms among industrial workers. *Vet Hum Toxicol* 1992; 34.
16. Moller DR, Brooks SM, Bernstein DI, Cassedy K, Enrione M, Bernstein IL. Delayed anaphylactoid reaction in a worker exposed to chromium. *J Allerg Clin Immunol* 1986; 77: 451-456.
17. Lob M. Allergie respiratoire au ciment. *Z Unfallchir Ver Med Berufschr* 1985; 78: 47-50.
18. Machle W, Gregorius F. Cancer of respiratory system in United States chromate producing industry. *Public Health Report* 1948; 63: 1114.
19. Bidstrup PL, Case RA. Carcinoma of the lung in workmen in bichromates-producing industry in Great Britain. *Br J Ind Med* 1956; 13: 260.
20. Levy LS, Venitt S. Carcinogenic and mutagenic activity of chromium containing materials. *Br J Cancer* 1975; 35: 496.
21. Langård SA. A survey of respiratory symptoms and lung function in ferrochromium and ferrosilicon workers. *Int Arch Occup Environ Health* 1980; 46: 1.
22. Soto Melo J. Ulceraciones por cromo. Pigeonneau. *Actas Dermo-Sifiliográficas* 1966; 57: 323.
23. Versiek J, Hoste J, Barbier F, Steyaert H, De Rudder J, Michels H. Determination o chromium and cobalt in human serum by neutron activation analysis. *Clin Chem* 1978; 24: 303-308.
24. Fisher AA. Contact Dermatitis. 3.^a ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986; 762-772.
25. Harto Castaño A. Química industrial en dermatosis ocupacional. En: *Tratado de Dermatosis Profesionales*. Madrid: Eudema, 1987; pág. 547-549.
26. Sheard EA, Johnson MW, Carter RJ. The determination of Cr in hair and other biological materials. En: Brown AC, Crounse RG, ed. *Hair, Trace Elements and Human Illness*. New York: Praeger, 1980.
27. Kumupulainen JT. Chromium content of foods and diets. *Biol Trace Elem Res* 1992; 32: 9-18.
28. Anderson RA. Nutritional role of Cr. *Sci Total Environ* 1980; 17: 13-29.
29. Burrows D. Chromium and the skin. *Br J Dermatol* 1978; 99: 587-594.
30. García Pérez A, Martín Pascual A, Pérez Pérez B. Eczemas de contacto con sensibilidad al cromo en amas de casa. *Actas Dermo-Sifiliográficas* 1963; 54: 621-625.