



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

Wat is *chrom-6?*

Hoe kunt u in aanraking komen met chrom-6-verbindingen?

Wat doet het lichaam met chrom-6-verbindingen?



In deze brochure

Samenvatting	3
Wat is chroom-6?	5
Wat is chroom?	5
Wat zijn chroom-6-verbindingen?	6
Hoe kunt u in aanraking komen met chroom-6-verbindingen?	7
In welke materialen en producten zitten chroom-6-verbindingen?	7
Wat is de blootstelling aan chroom-6-verbindingen via de omgeving of leefstijl in Nederland?	7
In welke werksituaties is blootstelling aan chroom-6-verbindingen mogelijk?	8
Hoe komen chroom-6-verbindingen uit verf in de lucht vrij?	9
Wat gebeurt er met chroom-6-verbindingen na het vrijkomen in de lucht?	10
Wat gebeurt er met chroom-6-verbindingen als die op kleding terecht komen?	10
In hoeverre is afzuiging van chroom-6-verbindingen in de lucht effectief?	12
Hoe zijn chroom-6-verbindingen te verwijderen van een werkplek?	12
Wat doet het lichaam met chroom-6-verbindingen?	13
Hoe komen chroom-6-verbindingen in het lichaam?	13
Worden chroom-6-verbindingen omgezet in een andere stof?	14
Hoeveel chroom-6 wordt opgenomen door het lichaam?	14
Wat gebeurt er met chroom-6 in het lichaam?	15
Wat is de invloed van leefstijl en genetische aanleg?	17
Hoe wordt chroom-6 uitgescheiden door het lichaam?	18
Heeft chroom een essentiële functie in het lichaam?	18

Deze brochure geeft antwoorden op de algemene onderzoeksvragen over wat chroom en chroom-6 is. Daarnaast wordt ook ingegaan op hoe u met chroom-6 in contact kan komen en wat het lichaam met chroom-6 doet. Beantwoording van deze onderzoeksvragen maakt deel uit van het “Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie; POMS-locaties, chroom-6 en CARC”. Dit onderzoek wordt gecoördineerd door het RIVM. Deze brochure geeft geen specifieke antwoorden voor individuele werksituaties en over de gezondheidseffecten van chroom-6.

Samenvatting

Chroom is een metaal. De meest voorkomende vormen van chroom zijn chroom-0, chroom-3 en chroom-6. Chroom-0 wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het verchromen van ijzeren kranen. Chroom-3 zit in mineralen die van nature voorkomen op aarde. Chroom-3 zit ook in onze voeding en is onschadelijk voor de gezondheid. Chroom-6 zit net als chroom-3 in natuurlijke mineralen. Vanwege de nuttige eigenschappen, zoals roestwerendheid, wordt chroom-6 ook door mensen gemaakt. Chroom-6 is schadelijk voor de gezondheid en kan leiden tot kanker.

Chroom-6 bindt zich altijd aan een andere stof, zoals zuurstof. Chroom-6 kan dus niet als puur chroom-6 voorkomen. Na deze eerste binding aan zuurstof komt chroom-6 vooral voor als chromaat en dichromaat. Chromaat en dichromaat binden weer aan een andere stof, zoals zink. We spreken daarom altijd over een “chroom-6-verbinding”. Elke chroom-6-verbinding heeft een eigen kleur, aparte samenstelling en unieke eigenschappen. Chroom-6-verbindingen verschillen daarom bijvoorbeeld in hoe oplosbaar ze zijn in water. De mate waarin de chroom-6-verbinding oplost in water is belangrijk, want dat is van invloed op het risico voor de gezondheid.

In Nederland kunnen mensen op het werk soms te maken hebben met een chroom-6-verbinding. Als er niet genoeg bescherming wordt gebruikt (zoals een ademmasker of handschoenen) kan iemand in aanraking komen met een chroom-6-verbinding. Ook buiten het werk kunnen mensen in Nederland in aanraking komen met chroom-6-verbindingen, bijvoorbeeld via leren schoenen.

De chroom-6-verbinding kan op drie manieren in het lichaam terechtkomen: door inslikken (maag), door inademen (longen) of via de huid. De chroom-6-verbinding moet daarvoor eerst oplossen in het water van het longsljim, maagsap of zweet van de huid. Na het oplossen kan de chroom-6-verbinding een lichaamscel ingaan en zo in het lichaam komen.

Opgeloste chroom-6-verbindingen worden snel omgezet in chroom-3-verbindingen. Hoe meer chroom-6-verbindingen in de maag of longen terechtkomen, hoe meer chroom-6-verbindingen kunnen ontsnappen aan deze omzetting en het lichaam in kunnen gaan. Overal in het lichaam worden chroom-6-verbindingen omgezet naar chroom-3-verbindingen. Het gehalte aan chroom-6-verbindingen neemt daarom steeds meer af naarmate ze verder van het punt van aanraking (bijvoorbeeld de longen) komen.

Als de omzetting in een cel plaatsvindt, dan kan schade aan de cel ontstaan. Op de plek in het lichaam waar cellen beschadigd worden, kan een gezondheidsprobleem ontstaan. De grootste kans op gezondheidsproblemen is daarom in de weefsels dichtbij het punt van aanraking, al speelt de gevoeligheid van het weefsel ook mee.

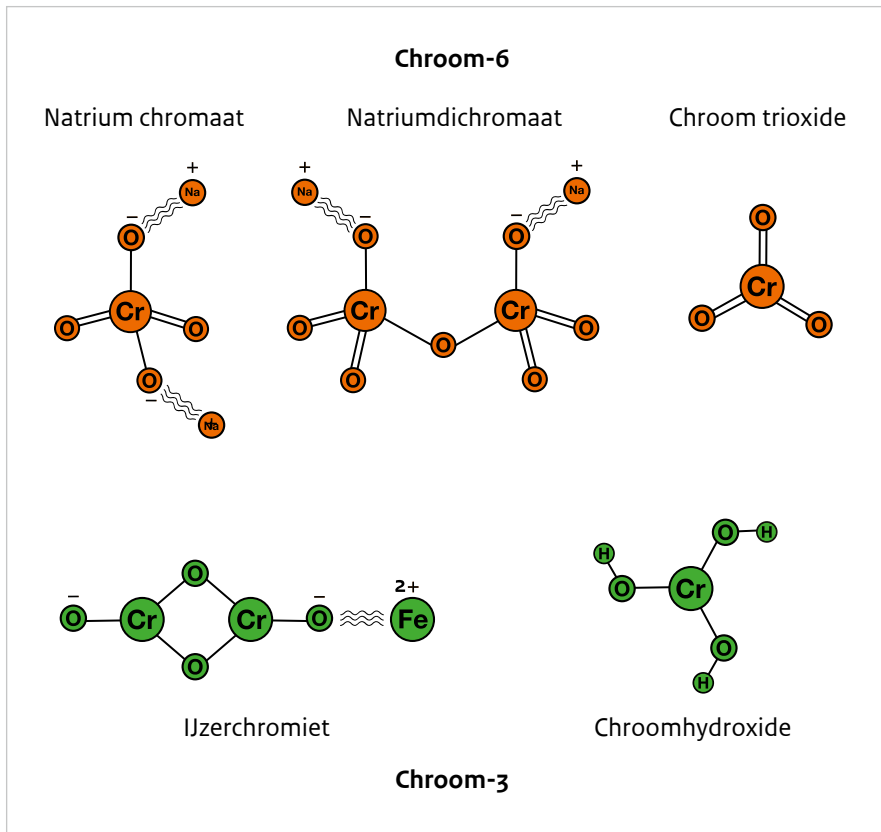
Omzetting buiten een cel (zoals in het maagsap, longsljim of zweet) is niet schadelijk voor de gezondheid. Het meeste van de chroom-6-verbinding waar iemand mee in aanraking komt, wordt daarom al onschadelijk gemaakt voor het opgenomen wordt in het lichaam. Maar hoe meer chroom-6-verbindingen in het maagsap, longsljim of zweet terecht zijn gekomen, hoe meer overblijft om schade te veroorzaken. Uiteindelijk worden alle chroom-6-verbindingen omgezet in chroom-3-verbindingen, die door het lichaam worden uitgescheiden via de urine.

Het is belangrijk om persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken bij het werken met chroom-6-verbindingen. Het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen zorgt ervoor dat iemand zo min mogelijk in aanraking komt met chroom-6-verbindingen. Ook een goede persoonlijke hygiëne voorkomt dat een chroom-6-verbinding in het lichaam terechtkomt.

Wat is chroom-6?

Wat is chroom?

Chroom is een element en behoort tot de metalen. In de scheikunde wordt chroom aangeduid als Cr en heeft het atoomnummer 24.



De structuur van verschillende chroom-6-verbindingen (in oranje) en chroom-3-verbindingen (in groen). Cr is het chroom-atoom, O is een zuurstofatoom. Na is een natriumatoom, Fe is een ijzeratoom en H is een waterstofatoom. De rechte enkele en dubbele lijnen tussen de atomen geven een sterke binding aan. De golvende lijnen tussen atomen geven een binding aan die verbreekt bij het oplossen in water.

Chroomatomen kunnen binden aan andere atomen en zo chroomverbindingen vormen. Chroomatomen zijn er in verschillende vormen, bijvoorbeeld chroom-0, chroom-3 en chroom-6. Chroom-0, ook wel afgekort als Cr^0 of gewoon Cr, is de glimmende, zilverkleurige metaalvorm, waarmee bijvoorbeeld ijzer verchromd wordt (zoals bij verchromde kranen). Chroom-0 bindt niet aan andere atomen. Bij chroom-3 (Cr^{3+} of chroom(III)) heeft het atoom drie elektronen afgestaan en bij chroom-6 (Cr^{6+} of chroom(VI)) zes elektronen. Elektronen zijn bouwstenen van een atoom en zijn negatief geladen, terwijl er andere bouwstenen zijn die positief geladen of ongeladen zijn. Het getal geeft dus aan hoeveel elektronen zijn afgestaan. Doordat de atomen negatief geladen elektronen hebben afgestaan, zijn chroom-3 en chroom-6 positief geladen. Positief geladen deeltjes willen graag binden met negatief geladen deeltjes. Zo komen chroomatomen vaak voor in verbinding met zuurstof (aangeduid als O), dat vaak voorkomt met een negatieve lading. Chroom-3 komt bijvoorbeeld voor als $\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-}$ (chromiet) en chroom-6 bijvoorbeeld als CrO_4^{2-} (chromaat) of $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (dichromaat).

Wat zijn chroom-6-verbindingen?

Chroom-6 kan nooit als enkel chroom-6 voorkomen, maar komt altijd voor als verbinding. Aan het negatief geladen chromaat of dichromaat kunnen andere, positief geladen atomen binden. Zo bestaat er kalium-, natrium-, lood-, zink-, barium-, calcium- en strontiumchromaat. Voorbeelden van dichromaten zijn kalium-, natrium- en ammoniumdichromaat. Deze verbindingen, waarin positief geladen deeltjes gebonden zijn aan negatief geladen deeltjes, zijn zouten.

Een andere vorm van een chroom-6-verbinding is chroomtrioxide (CrO_3). Ook hierin is chroom aanwezig als chroom-6. Echter in dit geval is de verbinding niet geladen, waardoor het niet bindt aan een positief geladen atoom, zoals kalium.

Chroom-6-verbindingen verschillen onderling in kleur (geel, oranje of rood). Ook verschillen ze in hoe goed ze oplossen in water. De oplosbaarheid in water maakt uit voor de effecten op de gezondheid. Als we het hebben over “chroom-6” in een product of het lichaam, dan wordt hiermee dus “chroom-6-verbindingen” bedoeld.

Doordat chroom-6 meer elektronen mist, is een chroom-6-atoom minder stabiel dan een chroom-3-atoom. Hierdoor kunnen chroom-6-verbindingen wel schadelijk zijn voor de gezondheid en chroom-3-verbindingen niet.

Hoe kunt u in aanraking komen met chroom-6-verbindingen?

In welke materialen en producten zitten chroom-6-verbindingen?

Chroom-6-verbindingen zijn in verschillende materialen en producten terug te vinden. De voornaamste toepassing is in roestwerende verf. Ook kan het voorkomen in geconserveerd hout dat in de industrie gebruikt wordt. Het toevoegen van chroom-6-verbindingen bij houtconservering van producten voor consumenten is al langer niet toegestaan. Oude schuttingen en houten speeltoestellen kunnen nog wel chroom-6-verbindingen bevatten. Chroom-6 kan vrijkomen tijdens het lassen van roestvrij staal. Ook kan het voorkomen in leer en cement, al is hiervoor een wettelijke grens vastgesteld. Er zijn aanwijzingen dat er chroom-6 in tabaksrook zit en soms is het in lage concentraties in drinkwater aanwezig. In voedsel is al het chroom-6 omgezet naar chroom-3 voordat het wordt geconsumeerd.

Wat is de blootstelling aan chroom-6-verbindingen via de omgeving of leefstijl in Nederland?

Via voedsel is er geen blootstelling. Voor drinkwater wijzen beperkte metingen in Nederland op concentraties chroom-6 tot 1,98 microgram per liter (metingen in onbehandeld water). Er is geen norm voor chroom-6 in drinkwater, alleen voor totaal chroom, te weten 50 microgram per liter.

In de omgevingslucht zijn ook maar beperkt metingen uitgevoerd in Nederland. Gemeten achtergrondniveaus in de Nederlandse buitenlucht zijn maximaal 1 nanogram chroom-6 per kubieke meter (m^3). Dit is lager dan de norm voor buitenlucht (het maximaal toelaatbaar risiconiveau, MTR) voor chroom-6 van 2,5 nanogram/ m^3 . In enkele steden wereldwijd zijn hogere luchtconcentraties gevonden, namelijk tot 7 nanogram chroom-6 / m^3 . Dichtbij industriële bronnen (bv. houtverduurzamingsbedrijven, ijzergieterijen, chroomsmelterijen) in Nederland en Vlaanderen zijn hogere concentraties in de lucht gemeten: tot 19 nanogram/ m^3 . Als er gerookt wordt in besloten ruimtes, kunnen in deze besloten ruimtes waarschijnlijk hogere concentraties chroom-6 aanwezig zijn dan in de buitenlucht.

De norm voor de buitenlucht (de MTR) moet niet verward worden met de norm voor de lucht op de werkplek. De norm voor chroom-6 in lucht op de werkplek is hoger dan de MTR. Dit komt omdat werkende mensen gezonder en minder gevoelig zijn dan niet-werkende mensen (denk aan kinderen, zieken en bejaarden) en zij geen 24 uur per dag, 7 dagen per week en levenslang in deze lucht verblijven. De wettelijke grenswaarde (de maximaal toegestane concentratie op een 8-urige werkdag) voor goed-oplosbare chroom-6-verbindingen in de lucht op een werkplek is 10.000 nanogram chroom-6/m³. Voor slecht-oplosbare chroom-6-verbindingen is de wettelijke grenswaarde voor de werkplek 50.000 nanogram chroom-6/m³.

Chroom-6-verbindingen zijn op zo'n manier schadelijk, dat ze bij elke blootstelling al enige kans op gezondheidseffecten geven. Een concentratie onder de norm wil daarom niet zeggen dat er dan geen kans op gezondheidseffecten is, er is dan toch een kleine kans. Bij concentraties onder de norm worden deze kleine risico's echter geaccepteerd door de overheid.

In welke werksituaties is blootstelling aan chroom-6-verbindingen mogelijk?

Blootstelling aan chroom-6-verbindingen is onder andere mogelijk in de volgende werksituaties:

- Verspuiten van chroom-6-houdende verf
- Schuren, snijden of lassen van oppervlakken met chroom-6-houdende verf
- Lassen van roestvrijstaal
- Verchromen van metalen- of kunststofoppervlakken, waarbij chroom-6-verbindingen worden toegevoegd en deze worden omgezet in chroom-0 op het metaal of kunststof
- Bij houtconservering en het verwerken van geconserveerd hout (alleen nog in de industrie)
- Werken met cement
- Werkzaamheden in/nabij een leerlooierij en bij verwerking van leer

De blootstelling kan anders zijn bij de verschillende werksituaties. De blootstelling hangt af van de chroom-6-verbinding waarmee de persoon in contact komt. Daarnaast verschillen de hoogte, duur en route van de blootstelling per situatie. De route van blootstelling bij een leerlooierij of bij het werken met cement is vooral via de huid. Terwijl dat bij het spuiten van chroom-6-houdende verf vooral via inademing is. Tenminste, als er geen of onvoldoende adembescherming wordt gebruikt. Hoe goed chroom-6 opgenomen kan worden in het lichaam verschilt

per route van blootstelling en per type chroom-6-verbinding. Voor blootstelling via inademing is de grootte van de stof- of neveldeeltjes die in de lucht vrijkomen, mede bepalend voor hoe goed de deeltjes ingeademd kunnen worden.

Hoe komen chroom-6-verbindingen uit verf in de lucht vrij?

Bij het verspuiten van chroom-6-houdende verf komen neveldeeltjes van de verf in de lucht. Bij het drogen van een geverfd oppervlak komen alleen vluchtige oplosmiddelen uit de verf vrij in de lucht, maar geen chroom-6. Door deze uitdamping wordt de verf hard. Tijdens het schuren of slijpen van oude lagen chroom-6-houdende verf komen stofdeeltjes in de lucht. In de vrijkomende stof- of neveldeeltjes zitten de chroom-6-verbindingen. Zij zijn dan gebonden aan vaste verfdeeltjes of zitten als vaste deeltjes in een vloeistof (suspensie), samen met de andere ingrediënten van de verf.



Schematische weergave van hoe iemand blootgesteld kan raken aan chroom-6-verbindingen tijdens het verspuiten van verf met daarin een chroom-6-verbinding (in dit voorbeeld een primer met zinkchromaat). Zinkchromaat maakt in werkelijkheid de verf geel. Bij het verspuiten komt de verf vrij in hele kleine druppeltjes, die bij elkaar een nevel vormen. In de druppeltjes zitten de chroom-6-verbindingen (in oranje in de druppeltjes) tussen de andere ingrediënten van de verf (in grijs in de druppeltjes) verdeeld. De druppeltjes verspreiden zich door de lucht en kunnen, als geen adembescherming wordt gebruikt zoals in dit voorbeeld, ingeademd worden door de spuiters.

Wat gebeurt er met chroom-6-verbindingen na het vrijkomen in de lucht?

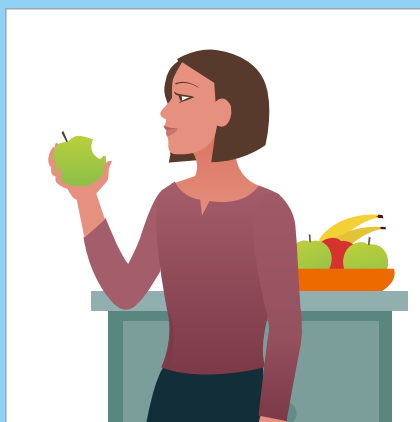
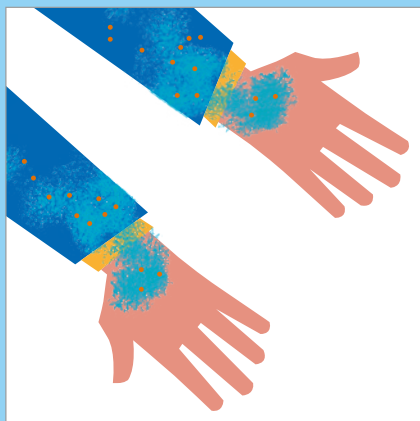
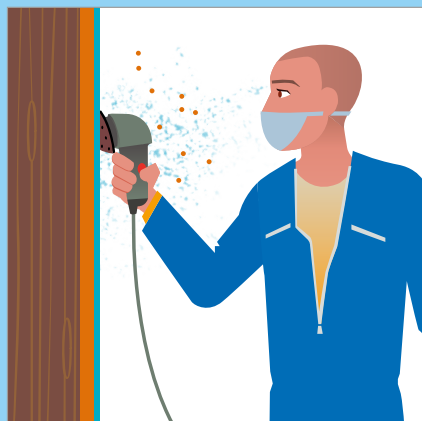
De mate waarin chroom-6 na het vrijkomen in de omgevingslucht wordt omgezet naar chroom-3, is slechts beperkt onderzocht. Wat met chroom-6 gebeurt in lucht hangt af van met welke stoffen het in contact komt. Omzetting door andere stoffen is mogelijk als die stoffen elektronen af kunnen staan (zogenaamde reductoren). Voor de omzetting van een chroom-6-verbinding naar een chroom-3-verbinding, zijn drie elektronen nodig. Eén studie liet zien dat in de buitenlucht, in aanwezigheid van onder andere dieseldeeltjes, zwaveldioxide (SO₂) zorgt voor reductie van chroom-6 naar chroom-3. Ook de organische stoffen in de buitenlucht dragen bij aan de reductie. Reactieve zuurstofsoorten (bv. ozon) kunnen daarentegen de omgekeerde reactie teweeg brengen, namelijk oxidatie van chroom-3 naar chroom-6. De beschikbare wetenschappelijke gegevens suggereren dat chroom-6 na het vrijkomen in de buitenlucht onder gebruikelijke omstandigheden relatief stabiel is in de omgevingslucht en dus niet verandert.

In werksituaties zal de omzetting van chroom-6 in lucht afhankelijk zijn van de omstandigheden, o.a. van de vorm waarin het vrijkomt en van de hoeveelheid vocht waarmee het in contact komt. Dit kan beoordeeld worden door een arbeidshygiënist, die ingeschakeld kan worden door de preventiemedewerker.

Wat gebeurt er met chroom-6-verbindingen als die op kleding terecht komen?

Als de chroom-6-verbindingen zijn opgelost in water of verf, kan het door de kleding heen gaan en op de huid komen. Opgeloste chroom-6-verbindingen kunnen de huid binnendringen. Als de verf eenmaal is opgedroogd, zit de chroom-6-verbinding vast in de verf en blijft het daar zitten. Het kan dan niet in het lichaam terechtkomen.

Als de chroom-6-verbindingen in stofdeeltjes zitten, zullen de chroom-6-verbindingen in de stofdeeltjes op de buitenkant van de kleding blijven zitten. Daarna kunnen de stofdeeltjes op de handen komen als die over de kleding strijken. Als de kleding uitgeklopt wordt, komen de stofdeeltjes weer vrij in de lucht waarna ze ingeademd kunnen worden. Ook kunnen de stofdeeltjes van de kleding afvallen en op andere oppervlakken terechtkomen, waardoor het na aanraking alsnog op iemands handen kan komen. Via de handen kunnen de stofdeeltjes met daarin de chroom-6-verbindingen direct in de mond of op voedsel terechtkomen.



Schematische weergave van hoe stofdeeltjes met chroom-6-verbindingen (weergegeven in oranje puntjes) zich kunnen verspreiden via bijvoorbeeld kleding en handen. Blootstelling van andere mensen via deze weg (zoals weergegeven in het laatste plaatje) zal vele malen lager zijn dan tijdens het werk, maar dient niettemin voorkomen te worden door werkkleding (inclusief handschoenen) te dragen en deze in de werkruimte achter te laten.

In hoeverre is afzuiging van chroom-6-verbindingen in de lucht effectief?

De afzuiging van lucht dient te worden afgestemd op de grootte van de stof- of neveldeeltjes met de chroom-6-verbindingen. De grootte varieert door de handeling waarbij de deeltjes gevormd worden, zoals schuren of spuiten. Grof schuren geeft grotere stofdeeltjes dan fijn schuren. Daarnaast is het onder andere belangrijk wat de afstand van de afzuiging tot de bron is en wat de zuigkracht is. Ook is er een verschil in ventilatiesystemen; het ene systeem kan kleinere deeltjes afzuigen dan het andere systeem. Hoe en hoe goed chroom-6-verbindingen afgezogen kunnen worden, moet dus per werksituatie bekeken worden door een arbeidshygiënist, die via de preventiemedewerker ingeschakeld kan worden.

Hoe zijn chroom-6-verbindingen te verwijderen van een werkplek?

Wanneer chroom-6 gebruikt wordt of vrijkomt is goede bescherming tegen blootstelling noodzakelijk. Persoonlijke beschermingsmiddelen zijn bijvoorbeeld werkkleding, handschoenen en ademmaskers. Vloeistof of stof met daarin chroom-6-verbindingen dient als chemisch afval afgevoerd te worden.

Afhankelijk van het type chroom-6-verbinding en hoe deze gebruikt is, zal de chroom-6 opgelost zijn in water of verf, of nog aanwezig zijn in stof- of neveldeeltjes. De neveldeeltjes zullen na enige tijd indrogen tot resten stof op een oppervlak of tot een vaste laag, zoals een verflaag. Als de chroom-6-verbindingen opgelost zijn in water of verf, dient de vloeistof verwijderd te worden door het weg te laten stromen of op te dweilen. Als chroom-6-verbindingen in stofdeeltjes in de lucht aanwezig zijn, worden ze het beste verwijderd door afzuiging van de lucht. Als stof op oppervlakken kan de chroom-6 verwijderd worden door te stofzuigen of door het oppervlak af te nemen met een natte doek. Vaste lagen met chroom-6 (bv. verf) kunnen door het schoonmaken met een oplosmiddel verwijderd worden of door het oppervlak te schuren. De vraag is of dat echt nodig is, omdat de chroom-6-verbinding vast zit in de laag en daardoor niet in het lichaam terecht kan komen.

Goede bescherming tegen blootstelling is noodzakelijk bij het werken met of verwijderen van chroom-6-houdende verf.

Wat doet het lichaam met chroom-6-verbindingen?

Hoe komen chroom-6-verbindingen in het lichaam?

Mensen kunnen in contact komen met chroom door:

1. het **inademen** van lucht waarin stof- en neveldeeltjes zweven die chroom-6-verbindingen bevatten;
2. het **inslikken** van stofdeeltjes of dranken waar chroom-6-verbindingen in zitten;
3. materiaal **op de huid** waarin chroom-6-verbindingen zitten.

Om opgenomen te kunnen worden in het lichaam, moeten de chroom-6-verbindingen de lichaamscellen in kunnen gaan. Daarvoor moeten de chroom-6-verbindingen eerst oplossen in het water van het longslim, maagsap of zweet op de huid.

Chroom-6-verbindingen zijn zouten. Dat wil zeggen dat de moleculen van een chroom-6-verbinding bestaan uit een positief en een negatief geladen deel. Deze delen raken bij het oplossen los van elkaar. Daardoor is chroom-6, als de verbindingen helemaal zijn opgelost in water, alleen aanwezig als chromaat (CrO_4^{2-}) of dichromaat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) in water.

Om lichaamscellen binnen te gaan moeten de moleculen door de celwand heen kunnen. Alleen als chromaat kan chroom-6 door een kanaal in de celwand de cellen binnendringen. Dichromaat is te groot voor dit kanaal. Echter omdat dichromaat in water (en dus ook in het longslim, darmen of zweet op de huid) wordt omgezet in chromaat, kan het chroom-6 uit dichromaat uiteindelijk ook de cel binnendringen.

Worden chroom-6-verbindingen omgezet in een andere stof?

Chroom-6 wordt omgezet in chroom-3 als zogenoemde reducerende stoffen aanwezig zijn, zoals vitamine C en glutathion.

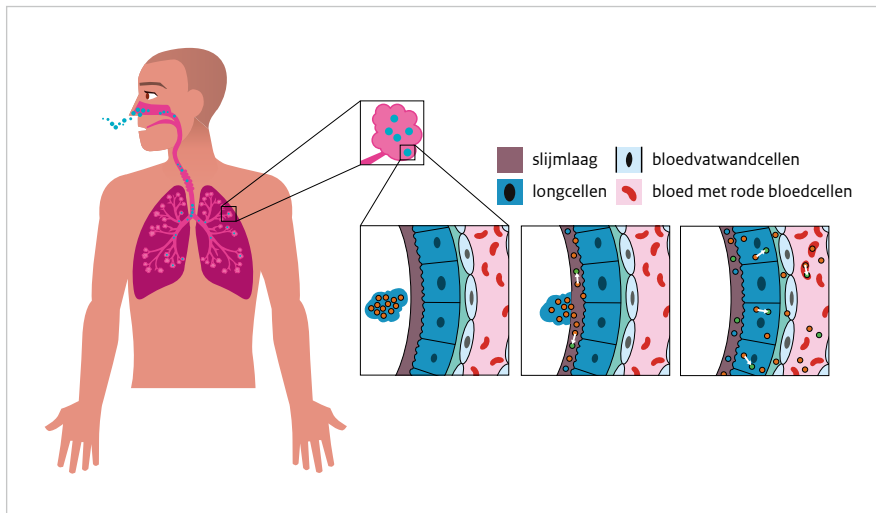
Deze omzetting verloopt snel omdat er veel van deze reducerende stoffen aanwezig zijn in het lichaam en in het vocht (bijvoorbeeld longslim, maagsap en zweet) dat het lichaam maakt. In onderzoek is aangetoond dat na het inslikken bijna alle chroom-6 binnen enkele tot 20 minuten in het maagsap wordt omgezet in het onschadelijke chroom-3.

Er zijn geen metingen van de snelheid van omzetting in de longen of in de huid. Gezien de normale hoeveelheid reducerende stoffen in de longen is te verwachten, dat bij een lage blootstelling de omzetting in de longen minstens zo snel is als in de maag. Hierdoor blijven weinig chroom-6-verbindingen over die de longcellen, darmcellen of diepere huidlagen bereiken, maar er blijft altijd wat chroom-6 over dat opgenomen wordt in het lichaam. Bij inname van zeer grote hoeveelheden chroom-6 wordt meer opgenomen. Dit komt mogelijk doordat dan de hoeveelheid reducerende stoffen opdraakt.

Chroom-3 komt in het water van onze longen, darmen en huid bijna alleen voor als chroomhydroxide ($\text{Cr}(\text{OH})_3$). Deze verbinding kan niet door hetzelfde kanaal als chromaat, omdat het geen negatieve lading heeft. Daardoor wordt de chroom-3-verbinding veel minder in lichaamscellen opgenomen dan chroom-6-verbindingen.

Hoeveel chroom-6 wordt opgenomen door het lichaam?

Hoeveel chroom-6 opgenomen wordt in het lichaam, hangt af van een aantal factoren. Bijvoorbeeld van hoeveel van de chroom-6-verbinding in de longen, in de maag of de huid gekomen is, hoe groot de ingeademde stof- of neveldeeltjes zijn, hoe goed de chroom-6-verbinding uit deze deeltjes oplost in water, hoeveel vitamine C en glutathion aanwezig zijn op de plaats van contact en of er nog andere stoffen aanwezig zijn, die ook omgezet worden door vitamine C en glutathion. De hoeveelheid voedsel in de maag is een belangrijke factor bij het inslikken van chroom-6. Hoeveel wordt opgenomen in het lichaam verschilt dus per persoon en situatie.



Schematische weergave van hoe ingeademde stofdeeltjes (in blauw) met daarin chroom-6-verbindingen (in oranje) uiteindelijk opgenomen kunnen worden in het lichaam. De grootste stofdeeltjes komen niet verder dan de neusholte en de middelgrote deeltjes niet verder dan de splitsing van de luchtpijp. Alleen de kleinste deeltjes bereiken de longblaasjes. In een longblaasje moet een stofdeeltje met de chroom-6-verbindingen eerst oplossen in het longslijm. Daar wordt een deel van de chroom-6-verbindingen omgezet (witte pijl) in chroom-3-verbindingen (in groen). Alleen de overgebleven chroom-6-verbindingen kunnen de longcellen in en door naar het bloed. Onderweg wordt steeds een deel van de chroom-6-verbindingen omgezet in chroom-3-verbindingen.

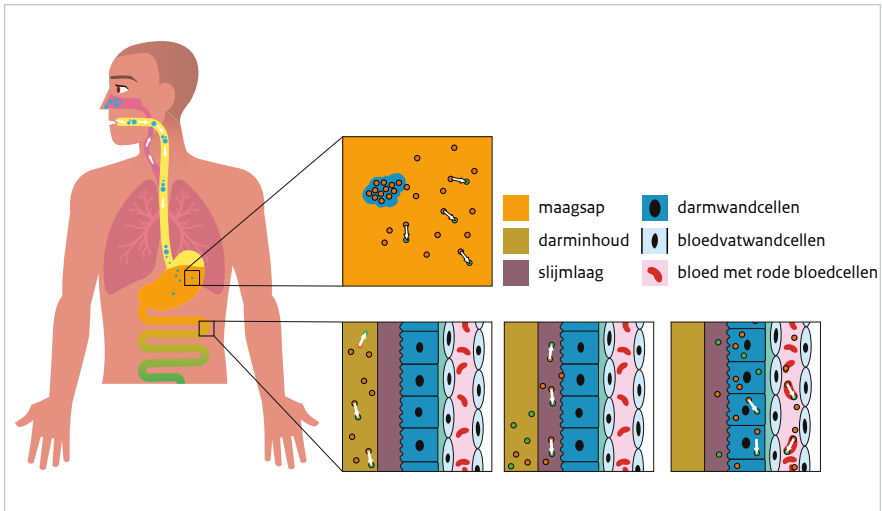
Wat gebeurt er met chroom-6 in het lichaam?

Chroom-6 dat in de longcellen, darmcellen of huidcellen terechtkomt, wordt daar verder omgezet in chroom-3. Alleen bij de omzetting in cellen kan de long-, darm- of huidcel beschadigd raken. Een deel van de chroom-6 gaat aan de andere kant van deze longcellen, darmcellen of huidcellen de cel weer uit, en komt dan uiteindelijk in het bloed terecht.

In het bloedplasma (de bloedvloeistof buiten de bloedcellen) wordt weer een deel van het chroom-6 omgezet in chroom-3. Het overgebleven chroom-6 in het bloedplasma kan de rode bloedcellen binnendringen. Via het bloed wordt het dan naar verschillende cellen en weefsels in het lichaam gebracht, bijvoorbeeld naar de lever en nieren. In rode bloedcellen, weefsels en organen wordt het weer verder omgezet in chroom-3. Ook hier geldt dat bij omzetting van chroom-6 naar

chrom-3 in de cellen, de cel beschadigd kan worden. Chrom-3 kan vervolgens de cellen niet meer verlaten. Omzetting buiten de cellen geeft geen schade.

De weefsels die het dichtst bij de plekken liggen waar het lichaam in contact is gekomen met chrom-6-verbindingen, zullen de hoogste hoeveelheid chrom-6 in de cellen krijgen. De kans op gezondheidsschade is op deze plekken daarom het grootst. Hoe later een weefsel bereikt wordt na de inname, hoe meer chrom-6 omgezet zal zijn in chrom-3 en hoe minder chrom-6 er over zal zijn om schade in de cellen te veroorzaken. Sommige weefsels zijn echter gevoeliger voor schade dan anderen; dit is belangrijk voor waar in het lichaam gezondheidsproblemen kunnen ontstaan.



Schematische weergave van hoe ingeslikte deeltjes (in blauw) met daarin chrom-6-verbindingen (in oranje) uiteindelijk opgenomen kunnen worden in het lichaam. Deeltjes kunnen via de mond binnenkomen, via het snot uit de neus in de keel komen of opgehoest worden uit het bovenste gedeelte van de longen, waarna ze doorgeslikt worden en in de maag terechtkomen. In de maag moet een stofdeeltje met de chrom-6-verbindingen eerst oplossen in het maagsap. Een deel van de chrom-6-verbindingen zal in het maagsap worden omgezet (witte pijl) in chrom-3-verbindingen (in groen). Er gaat steeds een beetje maagsap naar de darmen, waar alle opgeloste verbindingen naar het darmslijm kunnen gaan. Alle overgebleven chrom-6-verbindingen in het darmslijm kunnen de darmcellen in en doorreizen naar het bloed. Onderweg wordt steeds een deel van de chrom-6-verbindingen omgezet in chrom-3-verbindingen.

Wat is de invloed van leefstijl en genetische aanleg?

De manier van leven, reeds aanwezige gezondheidsproblemen en genetische aanleg hebben mogelijk invloed op hoeveel van de chroom-6-verbindingen door lichaamscellen worden opgenomen:

- Als iemand vaak eet en daardoor steeds een gevulde maag heeft bij het inslikken van chroom-6, is de opname lager. Dit komt doordat chroom-6 dan langer in de maag blijft. Daarbij helpt het voedsel om chroom-6 om te zetten in chroom-3.
- Als iemand weinig vitamine C in het lichaam heeft door ongezond te eten, kan dat de omzetting van chroom-6 naar chroom-3 verminderen. Hierdoor kan de opname van chroom-6 in lichaamscellen mogelijk verhoogen, al is dit niet wetenschappelijk onderzocht.
- Roken geeft een hogere hoeveelheid ingeademd chroom-6. Aan de andere kant zijn er ook aanwijzingen dat roken zorgt voor een betere omzetting naar chroom-3 door macrofagen. Macrofagen zijn witte bloedcellen die ook in het longslim voorkomen. Zij maken lichaamsvreemde deeltjes kapot, zoals bacteriën en ook stofdeeltjes met chroom-6. Bij het kapotmaken van stofdeeltjes met chroom-6 wordt het chroom-6 omgezet naar chroom-3. Het lijkt er dus op dat roken tot zowel een hogere als een lagere hoeveelheid chroom-6 in het lichaam zou kunnen leiden.
- Mensen met pernicioze anemie (kwaadaardige bloedarmoede) of die protonpompremmers (speciale maagzuurremmers) gebruiken, hebben een minder zure maag. Zuur helpt de omzetting van chroom-6 naar chroom-3. Daardoor kan het zijn dat bij deze mensen minder chroom-6 wordt omgezet in chroom-3 en dus meer chroom-6 wordt opgenomen.
- Uit onderzoek blijkt dat mensen met insuline-afhankelijke diabetes meer chromaten opnemen.
- De enzymen glutathion reductase (GR) en glucose-6-fosfaat dehydrogenase (G6PDH) verzorgen de voorraad glutathion in het lichaam. Glutathion is nodig voor het omzetten van chroom-6 in chroom-3. Genetische afwijkingen kunnen ervoor zorgen dat mensen een verlaagde activiteit van één of beide enzymen hebben. Een verlaagde activiteit van deze enzymen zou theoretisch voor minder glutathion kunnen zorgen. Hierdoor wordt chroom-6 wellicht minder snel omgezet in chroom-3. Dit is echter niet wetenschappelijk onderzocht.
- Sporttraining verhoogt de activiteit van GR in rode bloedcellen. Ook tijdelijk na een sportwedstrijd is de activiteit van GR hoger. Na opname van chroom-6-verbindingen kan dan mogelijk meer worden omgezet naar chroom-3.
- De activiteit van beide enzymen lijkt lager te worden op oudere leeftijd, waardoor mogelijk minder chroom-6 kan worden omgezet naar chroom-3.

Hoe wordt chroom-6 uitgescheiden door het lichaam?

Na het inslikken wordt chroom-6 grotendeels in de maag omgezet naar chroom-3. Chroom-3 wordt slecht opgenomen door het lichaam; het in de maag gevormde chroom-3 zal via de ontlasting het lichaam verlaten.

Het chroom-6 dat door het lichaam is opgenomen via de longen, darmen of huid, wordt omgezet naar chroom-3 (binnen en buiten de cellen). Het wordt dan vooral uitgescheiden via de urine. Uit bloedplasma wordt chroom-3 relatief snel uitgescheiden via de urine, namelijk binnen enkele uren. Uit weefsels gaat het langzamer. In enkele tot ongeveer 20 dagen is daar de helft van uitgescheiden. De uitscheiding uit rode bloedcellen duurt het langst. De stof wordt daaruit pas uitgescheiden als de rode bloedcel zelf vervangen wordt. Dat gebeurt normaal als de rode bloedcel 120 dagen oud is.

Heeft chroom een essentiële functie in het lichaam?

Verschillende onderzoekers menen dat chroom in de vorm van chroom-3 een essentieel voedingselement is voor de mens. Chroom-3 zou een rol spelen in de werking van insuline bij de omzetting van koolhydraten, vetten en eiwitten. Het Europese Agentschap voor Voedselveiligheid (EFSA) heeft in 2014 de beschikbare informatie over dit onderwerp beoordeeld. EFSA is tot de conclusie gekomen, dat er op dit moment geen bewijs is voor een essentiële functie van chroom-3 in het lichaam. EFSA vond het daarom niet nodig om een aanbevolen dagelijkse inname van chroom-3 te adviseren.

De informatie in deze brochure is een samenvatting en versimpeling van wat wetenschappelijk bekend is, sommige termen en nuances zijn hierin weggelaten.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

juni 2016

De zorg voor morgen begint vandaag