

Versione gennaio 2013

Factsheet

Mercurio

Dr. med. Dr. sc. nat. Michael Koller, Dr. med. Claudia Pletscher, Dr. med. Marcel Jost

Le malattie professionali associate al mercurio sono diventate rare e alla Suva vengono notificate sporadicamente. L'utilizzo di questo metallo infatti è stato vietato in diversi ambiti a causa della sua tossicità e ove possibile il mercurio è stato sostituito da altre sostanze. Tuttavia, anche oggi, ci sono ancora lavoratori esposti. Questi vengono inseriti dalla Suva nel piano di prevenzione di medicina del lavoro e sorvegliati con il monitoraggio biologico.

1. Caratteristiche e utilizzo del mercurio e dei suo composti

1.1. Mercurio elementare

Il mercurio elementare (Hg) costituisce l'unico metallo allo stato liquido già a temperatura ambiente, la temperatura di fusione/solidificazione è di -38.9°C . Il termine tedesco *Quecksilber* significa "argento vivo" dalla parola in alto tedesco "*quëc*" (vivo) e "*silabar*" (argento). Anche l'espressione "*quicklebendig*" (vivace) deriva da queste radici. L'elevata pressione di vapore del mercurio è responsabile della sua marcata tossicità in quanto i vapori possono essere inalati. Il peso specifico di $13,5 \text{ g/cm}^3$ è più alto di quello del piombo e il mercurio è relativamente resistente all'influenza degli agenti chimici. Esso mostra inoltre una forte dilatazione termica direttamente proporzionale alle variazioni di temperatura da 0° a 100° e per questo motivo il mercurio ha trovato ampio utilizzo nei termometri. Oggi il mercurio elementare viene utilizzato, per esempio, come materiale catodico nella produzione di cloro per mezzo dell'elettrolisi cloroalcalina, nelle batterie e nelle lampade fluorescenti (tabella 1).

1.2. Leghe con il mercurio (amalgami)

Con alcuni metalli tra cui oro, argento, sodio, potassio, zinco e rame il mercurio può formare delle leghe chiamate amalgami. L'amalgama utilizzato in passato in odontoiatria è composto per circa il 50% di mercurio e per il 50% di una miscela di argento, stagno, rame e zinco (vedi sezione 2.6. "Inquinamento da mercurio in odontoiatria"). Una particolarità delle leghe di mercurio sta nel fatto che queste possono essere create senza o con apporto relativamente piccolo di calore; in questo caso i metalli solidi vengono sciolti nel mercurio liquido. Con l'aiuto dell'amalgamazione è possibile separare il metallo legabile con il mercurio da quello non legabile e dal non metallo. Questo procedimento in passato è stato ampiamente

utilizzato, per esempio, per estrarre oro dalla sabbia di fiume o oro e argento da minerali sminuzzati e per il recupero di questi metalli nobili da oggetti non più utilizzati. Con gli amalgami è possibile anche formare strati di oro, argento e zinco cospargendo gli oggetti con l'amalgama e poi portando all'evaporazione il mercurio (per esempio nella placcatura a fuoco con oro o argento). Il ferro non è amalgamabile per cui il mercurio può essere conservato e trasportato in vasi di ferro.

1.3. Composti organici del mercurio

Nei composti organici il mercurio forma un legame covalente con uno o due atomi di carbonio. Il residuo organico nella maggior parte dei casi è un gruppo alchilico, fenilico o metossietilico. I sali mercuriali metilici, etilici e fenilici sono tossici per funghi, alghe e batteri, e perciò vengono utilizzati come prodotti per la disinfezione e la conservazione in farmaci, lozioni, creme, pomate, saponi e colori a dispersione e come mordenti per sementi e conservanti del legno. Oggi, per questi utilizzi, il mercurio è stato sostituito in gran parte da altre sostanze.

1.4. Composti inorganici del mercurio

In questo caso il mercurio è legato con elementi inorganici come cloro, zolfo o ossigeno. Sali di mercurio inorganici noti sono:

- HgS (solfuro di mercurio, cinabro), il minerale di mercurio più comune, che viene lavorato per ottenere mercurio o utilizzato come pigmento colorato.
- HgCl₂ (cloruro di mercurio, sublimato), che veniva un tempo utilizzato per disinfezione, come mordente per legno e sementi e per il trattamento della sifilide.
- Hg₂Cl₂ (cloruro di mercurio, calomelano), utilizzato per il trattamento della sifilide ma anche come lassativo e diuretico. Viene anche utilizzato in elettrodi a calomelano, fiaccole a luce verde e pittura della porcellana.
- HgO (ossido di mercurio), utilizzato nella pittura della porcellana, come principio per la depigmentazione nelle pomate, nella pittura delle navi o come catalizzatore per la desolforazione di sostanze organiche.
- Hg₂(NO₃)₂ (nitrato di mercurio), per l'acconciatura delle pelli di lepre in cappelleria.

1.5. Panoramica sulla possibile esposizione al mercurio in Svizzera

I casi di intossicazione sul posto di lavoro sono diventati rari dato che il mercurio, in Svizzera e nella maggior parte delle altre nazioni, è proibito in diversi campi. In generale si trovano ancora oggi importanti inquinamenti da mercurio a carico dei lavoratori nel campo dell'elettrolisi cloroalcalina, nel riciclaggio di batterie e lampade a fluorescenza e nelle discariche. Anche i restauratori possono essere esposti al mercurio, per esempio nel restauro della Volta Verde del castello di Dresda dove si trovavano specchi ricoperti di mercurio. I restauratori, durante la ricopertura dello specchio con il mercurio, hanno dovuto essere protetti da un'eccessiva esposizione. In campo extra professionale possono causare un'esposizione al mercurio gli alimenti (in particolare pesce di mare), i farmaci non registrati

(perlopiù rimedi vegetali stranieri), gli incidenti con prodotti che contengono mercurio come vecchi termometri per la febbre o l'inserimento/rimozione di otturazioni con amalgama (vedi sezione 2.6 "Inquinamento da mercurio in odontoiatria").

Tabella 1 Utilizzo del mercurio e dei suoi composti in diverse professioni

Professione/campo	Esposizione
Gioiellieri	<ul style="list-style-type: none"> • Separazione di oro e argento • Riparazioni con metalli amalgamati
Restauratori	<ul style="list-style-type: none"> • Riparazioni su oro, argento e zinco amalgamati • Riparazioni di specchi contenenti mercurio
Produttori di manufatti con doratura e argentatura a fuoco	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnica raramente utilizzata per la placcatura in oro e in passato anche in argento
Produttori di strumenti di misura contenenti mercurio	<ul style="list-style-type: none"> • Vecchi apparecchi contenenti mercurio, come termometri, termostati, barometri, misuratori della pressione dei gas, sfigmomanometri, misuratori di vuoto, regolatori di pressione e valvole antiristagno
Studi dentistici	<ul style="list-style-type: none"> • Otturazioni con amalgama
Elettrolisi cloroalcalina	<ul style="list-style-type: none"> • Procedura per la produzione di cloro e soluzione alcalina
Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Collegamenti per corrente elettrica con mercurio liquido, per esempio i motori elettrici ad alta prestazione delle locomotive o nelle batterie in miniatura (micro-batterie)
Lampade al neon e lampade a ultravioletti	<ul style="list-style-type: none"> • Vapori di mercurio nelle lampade al neon
Agrochimica, conservanti	<ul style="list-style-type: none"> • Mordente per legno e sementi • Conservazione di preparati anatomici e animali imbalsamati
Colori, pittori	<ul style="list-style-type: none"> • Cinabro utilizzato come pigmento colorante, per esempio nella pittura degli esterni delle navi
Pirotecnica, esplosivi, fabbriche di munizioni	<ul style="list-style-type: none"> • Spoletta per le munizioni • Fiaccole a luce verde o alcuni tipi di fuochi pirotecnici
Farmaceutica	<ul style="list-style-type: none"> • Disinfettanti e conservanti in creme, farmaci, prodotti per la disinfezione
Smaltimento rifiuti e riciclo del mercurio	<ul style="list-style-type: none"> • Smaltimento di rifiuti con materiali contenenti mercurio

2. Sintomi dell'intossicazione da mercurio e suoi composti

2.1. Generalità sulle malattie professionali associate al mercurio

Oggi, le malattie professionali associate al mercurio sono generalmente riconducibili all'esposizione per inalazione o contatto cutaneo con mercurio metallico o composti inorganici (ossido di mercurio, cloruro di mercurio). Sono rare le intossicazioni professionali con composti organici del mercurio, per esempio il metilmercurio. In Svizzera, nell'ultimo anno, sono state notificate sporadicamente malattie professionali associate al mercurio. Per completezza, tuttavia, nei paragrafi seguenti viene anche descritta la sintomatologia dei quadri clinici più gravi. Bisogna ricordare il lungo tempo di dimezzamento biologico che, per l'organismo nel suo complesso, è di circa 60 giorni e per il cervello di diversi anni.

2.2. Intossicazione con mercurio elementare

Il mercurio elementare presenta una considerevole pressione di vapore e pertanto raggiunge facilmente l'aria ambientale e viene assorbito dall'organismo attraverso i polmoni. Vapori di mercurio si possono sviluppare per esempio in caso di rottura di una lampada contenente mercurio. L'inquinamento dell'aria, tuttavia, si riduce notevolmente dopo circa 15 minuti di aerazione. Per la pulizia dei frammenti di vetro e del mercurio fuoriuscito conviene utilizzare un cartone o carta rigida, ma assolutamente non scope, scopette o aspirapolvere!

Il mercurio elementare può anche essere assorbito per via cutanea. Al contrario l'assorbimento attraverso il tratto gastroenterico non ha praticamente importanza nella medicina del lavoro, in quanto il tasso di assorbimento è inferiore allo 0,1%. L'eliminazione avviene principalmente attraverso l'urina.

In caso di inalazione di vapori di mercurio ad alta concentrazione si verificano irritazioni e lesioni delle vie aeree e dei polmoni sotto forma di bronchite, bronchiolite, polmonite chimica e ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome). I pazienti soffrono di dispnea, dolore toracico, tosse, emottisi, debolezza, vertigini, nausea ed eccessiva sudorazione. A livello di esami di laboratorio è possibile osservare leucocitosi e ipossiemia.

In caso di intossicazione cronica compaiono prima di tutto sintomi aspecifici come stanchezza, anoressia, calo ponderale o dolori articolari. Una gran parte dei sintomi può interessare il sistema nervoso centrale. Un sintomo tipico è l'eretismo mercuriale con sospettosità, irritabilità e litigiosità. Il cosiddetto tremore mercuriale compare soprattutto come tremore intenzionale, più intenso a livello distale degli arti superiori, ma che può tuttavia coinvolgere tutto il corpo ed è associato a grossolani movimenti retraenti delle estremità. Tipicamente questi pazienti hanno una scrittura tremolante. Il linguaggio diviene sempre più slavatato, i pazienti balbettano e pronunciano con fatica le sibilanti (psellismo mercuriale). Nel corso del tempo compaiono inoltre disturbi della memoria. Oltre ai disturbi funzionali del sistema nervoso centrale si osserva anche un rallentamento della velocità di conduzione delle fibre nervose sensoriali e motorie. Dopo l'esposizione al mercurio i sintomi possono persistere per anni e i danni sono spesso irreversibili.

Oltre ai sintomi di tipo nervoso si sviluppano gengiviti e stomatiti con allentamento dei denti e iperplasia gengivale. Si hanno danni renali con proteinuria o sindrome nefrosica. Si osservano inoltre alterazioni della funzione renale e diarrea. Sono descritti anche depositi nella capsula posteriore dell'occhio che si possono diagnosticare con la lampada a fessura (riflesso oculare di Atkinson).

I sintomi di tremore, eretismo e gengivite sono la classica triade di un'intossicazione cronica da mercurio.

2.3. Intossicazione da composti inorganici del mercurio

L'assunzione per via aerea dei composti inorganici del mercurio è rara, pertanto non sono noti dati a questo proposito. In caso di assunzione orale si possono verificare irritazioni ed erosioni di cavo orale, faringe, esofago e anche tratto gastroenterico, che progrediscono con infiammazioni e disturbi quali vomito o persistenti scariche diarroiche dolorose. Nei casi gravi si può verificare un collasso circolatorio e shock.

Le intossicazioni croniche con sali inorganici di mercurio danneggiano prima di tutto i reni (glomerulonefrite, insufficienza renale), in quanto i composti inorganici del mercurio vengono eliminati principalmente dai glomeruli renali. Possono comparire anche disturbi del sistema nervoso centrale e sono stati in passato spesso osservati nei cappellai che utilizzavano composti inorganici di mercurio per la produzione dei cappelli di feltro. Le alterazioni psicopatologiche osservate nei cappellai sono alla base dell'espressione inglese "*mad as a hatter*" (matto come un cappellaio) e sono servite come ispirazione per il personaggio del cappellaio matto nel romanzo "Alice nel paese delle meraviglie".

2.4. Intossicazioni con composti organici del mercurio

Composti a catena lunga come il fenilemercurio o l'alcossi-mercurio, dal punto di vista tossicologico si comportano analogamente al mercurio metallico in quanto vengono metabolizzati rapidamente e liberano l'atomo di mercurio. I composti alchilici a catena corta del mercurio, in particolare il metilmercurio, si differenziano da questi in quanto l'atomo di mercurio rimane legato al carbonio per un tempo relativamente lungo. L'assorbimento avviene attraverso il tratto gastroenterico, i polmoni o la cute; l'assorbimento dei composti organici del mercurio per via cutanea è più intenso rispetto ai composti metallici o inorganici. L'eliminazione avviene, diversamente dal mercurio elementare e dai suoi composti inorganici, attraverso il tratto gastroenterico.

I composti liposolubili del mercurio passano facilmente la barriera ematoencefalica e mostrano un'elevata affinità per le cellule nervose. Hanno prima di tutto un effetto neurotossico che altera soprattutto la sensibilità. Si osservano parestesie, riduzioni del campo visivo, ipoacusia, atassia, disartria e tremore. Gli effetti psichici sono solitamente poco marcati rispetto alle intossicazioni da mercurio metallico, ma possono comparire anche in questo caso neurastenia, letargia o irritabilità, depressione, labilità emotiva, alterazioni

mnesiche e confusione. Altri sintomi sono scialorrea intensa, ed eventualmente alterazioni epatiche o diarrea.

I composti organici del mercurio, in particolare il metilmercurio, in passato hanno spesso causato intossicazioni di massa. Negli anni '50, nella località di Minamata in Giappone, è stata tristemente famosa l'intossicazione di migliaia di persone che si sono ammalate e sono morte dopo aver consumato pesce contaminato con mercurio. Da allora Minamata è diventata il simbolo delle conseguenze dell'inquinamento incontrollato dell'ambiente. Negli anni '70 in Iraq si è verificata un'intossicazione di massa per l'utilizzo del mercurio come mordente nelle sementi. Anche se il metilmercurio nella popolazione ha un'importanza notevole dal punto di vista tossicologico, non ha praticamente importanza nell'ambito della medicina del lavoro.

2.5. Reazioni cutanee da contatto con mercurio

In casi rari il mercurio e i suoi composti possono provocare eczemi da contatto su base allergica (reazione tardiva), e, dopo inalazione, iniezione o assunzione orale, da reazione immediata, sotto forma di orticaria, asma e shock anafilattico. Il mercurio metallico e i composti organici e inorganici del mercurio possono provocare reazioni allergiche crociate uno con l'altro. Ciò è importante in quanto i composti del mercurio ancora oggi vengono utilizzati in alcune creme, pomate, gocce per occhi, naso e orecchi, soluzioni per la pulizia del corpo e nei vaccini come disinfettanti e antisettici. Creme o pomate contenenti mercurio che vengono applicate per la depigmentazione, con un utilizzo prolungato, possono inoltre produrre un effetto paradossale di iperpigmentazione soprattutto nelle pieghe cutanee. Alcuni composti del mercurio come il cloruro di mercurio (HgCl_2) e il fulminato di mercurio ($\text{C}_2\text{HgN}_2\text{O}_2$) sulla cute producono, oltre a un effetto allergizzante, anche un'intensa irritazione. Il mercurio non agisce come sensibilizzante diretto delle vie aeree.

2.6. Inquinamento da mercurio in odontoiatria

Fino alla fine del 20° secolo, l'amalgama è stato un materiale utilizzato per le otturazioni delle carie dentarie. La composizione è di regola del 50% circa di mercurio metallico e del 50% di una miscela di argento, rame, stagno e zinco. Occasionalmente, gli amalgami contengono anche una piccola parte di palladio, indio o altri metalli.

Oggigiorno gli amalgami, se ancora utilizzati, vengono generalmente preparati in porzioni confezionate e incapsulate, in modo che si possa evitare in larga misura il contatto diretto con la cute e per ridurre l'inquinamento da mercurio dell'aria ambientale. Per i dentisti, il personale degli studi dentistici e i pazienti l'attuale tecnica odontoiatrica non comporta un inquinamento con mercurio tossico nell'aria ambientale.

Nei dentisti e nel personale dello studio sono descritte allergie al mercurio soprattutto sotto forma di dermatite da contatto. Si tratta tuttavia di malattie professionali che si verificano raramente.

3. Fondamenti per la valutazione del posto di lavoro: valori limite

Le intossicazioni da mercurio sul lavoro non presentano solitamente tipici sintomi precoci reversibili, perciò è importante la prevenzione con sorveglianza della concentrazione di mercurio nell'aria ambientale e nel materiale biologico. Nei casi estremi possono comparire sintomi di avvelenamento, addirittura con un'unica assunzione, purché vengano superati di molte volte i valori limite. Quanto siano importanti le misure preventive è dimostrato inoltre da diversi studi effettuati sui lavoratori dell'industria e dei cloroalcali nei quali le alterazioni funzionali associate al mercurio erano osservabili decenni dopo la fine dell'esposizione.

La concentrazione di Hg misurata sul posto di lavoro viene confrontata con i valori MAC e con i valori BAT elencati nell'elenco svizzera dei valori limite. Il **valore MAC** è la concentrazione media massima ammissibile di una sostanza da lavoro sotto forma di gas, vapore o polvere nell'aria, che secondo le attuali conoscenze di regola, nella stragrande maggioranza dei soggetti sani occupati sul posto di lavoro, non danneggia la salute con un utilizzo che si protragga per un tempo lavorativo di 8 ore al giorno e fino a 42 ore a settimana, anche per lunghi periodi di tempo.

Il **valore BAT** (valore limite biologico di una sostanza da lavoro) descrive la concentrazione derivata in ambito tossicologico

e di medicina del lavoro di una sostanza da lavoro, dei suoi metaboliti o di un indicatore di effetto nel relativo materiale biologico in cui in generale la salute del personale non viene danneggiata anche in caso di esposizione ripetuta e per lungo tempo. I valori BAT si basano su una relazione tra l'esposizione esterna e interna o tra l'esposizione interna e l'effetto della sostanza da lavoro in tal modo causato. Perciò la derivazione del valore BAT si orienta sulla media dell'esposizione interna. Il valore BAT è superato quando a seguito di diverse visite su una persona si osserva il superamento della concentrazione media rispetto al valore BAT stesso; misurazioni con risultati superiori al valore BAT devono essere valutate dal punto di vista tossicologico e della medicina del lavoro. Da un unico superamento del valore BAT non si può necessariamente desumere un danno per la salute.

I valori BAT vengono utilizzati per l'interpretazione del **monitoraggio biologico** dei risultati. Con monitoraggio biologico si intende la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a sostanze chimiche con la determinazione della sostanza in materiali biologici come sangue, urine o aria espirata, la determinazione dei metaboliti o di un parametro dell'organismo che venga influenzato dalla sostanza da lavoro. Con il monitoraggio biologico è possibile valutare l'inquinamento interno da parte della sostanza o una sollecitazione fisica come reazione dell'organismo alla sostanza stessa. In questo modo si ottiene una relazione dose-effetto tra la concentrazione della sostanza da lavoro nell'aria e l'effetto sull'organo bersaglio che è valida per la maggior parte dei lavoratori. Con il monitoraggio biologico vengono rilevate tutte le vie di assorbimento di una sostanza da lavoro, quindi non solo l'inalazione, ma anche l'assorbimento attraverso la cute e il tratto gastroenterico.

Nel monitoraggio biologico dei lavoratori esposti al mercurio, il mercurio metallico o inorganico nelle urine ed eventualmente nel sangue si può confrontare con il valore BAT. Per il mercurio organico non esiste un valore BAT (vedi Tabella 2).

Tabella 2 Valori MAC e BAT per il mercurio e i suoi composti (Valori limite sul posto di lavoro, 2013)

Mercurio	Valore MAC	Valore BAT
Metallico	0.05 mg/m ³ o 0.005 ml/m ³ A breve termine: 0.4 mg/m ³ o 0.04 ml/m ³	25 µg/g di creatinina nelle urine 15 µg/l sangue intero
Inorganico	0, 02 mg/m ³ (i) calcolato come Hg A breve termine: 0.16 mg/m ³ (i)	25 µg/g di creatinina nelle urine 15 µg/l sangue intero
Organico	0, 01 mg/m ³ (i) calcolato come Hg	

i: frazione inalabile (inglese: *inhalable fraction*)

Durante il monitoraggio biologico di regola si determina il mercurio nelle urine, in quanto la concentrazione urinaria rappresenta l'esposizione media dell'ultimo mese. La concentrazione urinaria di mercurio tuttavia può oscillare considerevolmente durante il giorno, pertanto il risultato della misurazione di un singolo valore deve essere interpretato con prudenza. In presenza di valori elevati, perciò, va innanzitutto considerata una nuova misurazione prima di prescrivere delle misure (ACGIH).

Dato che il mercurio nei reni viene eliminato principalmente a livello dei glomeruli è indicato ottenere un rapporto della concentrazione di mercurio nelle urine con la creatinina. In questo modo gli errori individuali correlati al volume possono essere ridotti. Il valore di creatinina deve essere tra 0,5 e 3 g/l di urina. Il valore BAT nell'urina in Svizzera è stato recentemente ridotto a 25 µg/g di creatinina. Come base per questa riduzione è servita una metanalisi comprendente 18 studi (Meyer-Baron M. et al. 2004), nella quale venivano valutate delle alterazioni neuropsicologiche dopo esposizione a mercurio. L'inquinamento della popolazione generale, secondo un'indagine ambientale tedesca del 1998, corrisponde a un sottomultiplo del valore BAT: il 95° percentile corrisponde a circa 3 µg/g di creatinina nelle urine (Becker K. et al. 1998).

Contrariamente al mercurio urinario, la concentrazione mercuriale ematica è un indicatore di esposizione avvenuta recentemente. Questa, per esempio, può interessare in caso di evento recente con intensa liberazione di mercurio. Durante la misurazione si deve tenere presente che il risultato può essere particolarmente influenzato da fonti extraprofessionali di mercurio (consumo di pesce, rimozione di otturazioni di amalgama). Perciò, in caso di valore ematico elevato, deve essere raccolta un'attenta anamnesi ed eventualmente va ripetuta la misurazione.

4. Visite profilattiche di medicina del lavoro

La Suva, ai sensi dell'articolo 70 dell'Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (OPI), effettua delle visite profilattiche in medicina del lavoro nelle ditte esposte a rischi particolari. Nei lavoratori esposti al mercurio la prevenzione nel settore della medicina del lavoro comprende un monitoraggio biologico con misurazione della concentrazione di mercurio nelle urine e visite mediche periodiche.

Durante una visita profilattica vengono rilevati i seguenti dati:

- Anamnesi: con particolare attenzione ai disturbi neurologici, renali, dermatologici e gastroenterologici.
- Disturbi attuali: con particolare attenzione ai disturbi neurologici e psichici quali alterazione della concentrazione, disturbi del linguaggio, irritabilità, disturbi della memoria, stanchezza, parestesie, nevralgie, tremore e perdita dell'appetito. Si indaga anche su eventuali problemi gengivali, polidipsia e poliuria, iperidrosi, palpitazioni, bronchiti, disturbi gastroenterici ed eczemi.
- Obiettività: condizioni psicologiche e neurologiche (tremori intenzionali, prova della scrittura, eventuali accertamenti neurologici di approfondimento), condizioni ambientali e gengivali, valutazione delle ghiandole sudoripare, dermatite.
- Indagini di laboratorio: esame delle urine, concentrazione di mercurio nelle urine, emocromo, creatinina, ALT.
- Ulteriori indagini a seconda del quadro clinico.

5. Prevenzione tecnica delle malattie professionali

Per prevenire una malattia professionale associata al mercurio, si procede secondo la gerarchia di misure generalmente applicate nella prevenzione delle malattie professionali ("STOP"):

1. **S**ostituzione della sostanza o del procedimento pericoloso
2. Misure **T**ecniche
3. Misure **O**rganizzative
4. Misure **P**ersonali

5.1. Sostituzione

Dato che la pericolosità di un'esposizione al mercurio è nota già da molto tempo, questo metallo è stato sostituito in molti ambiti. Oltre a ciò, dal 2005 la legge impone di sostituire il mercurio in tutti i casi questo sia possibile (Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici, ORRPChim). Ad esempio, gli attuali termometri per la febbre e gli sfigmomanometri sono privi di mercurio. Anche in molti prodotti medicinali il mercurio è stato

sostituito da altre sostanze. Pertanto, il rischio di esposizione è nettamente diminuito negli ultimi anni.

5.2. Misure tecniche

- Separare i posti di lavoro in cui si utilizza il mercurio dagli altri ambienti di lavoro
- Garantire una buona aerazione negli ambienti di lavoro anche a livello del pavimento (i vapori del mercurio sono più pesanti dell'aria)
- Utilizzare pavimenti e superfici di lavoro piatte e senza giunzioni
- Progettare tavoli di lavoro in modo che il mercurio rovesciato venga raccolto
- Progettare impianti e installazioni il più possibile come sistemi chiusi
- In caso di lavorazione di materiale contenente mercurio in aperto utilizzare sempre apparecchiature di aspirazione (scarichi, aspirazione alla fonte); dirigere il flusso in uscita su filtri/assorbenti adeguati
- Mantenere bassa la temperatura ambiente; impedire la deposizione di mercurio e polvere contenente mercurio su eventuali superfici calde (parti di impianti, radiatori, condutture, ecc.)
- Incorporare negli scarichi delle trappole per il mercurio

5.3. Misure organizzative

- Redigere raccomandazioni per le ditte e segnalare le avvertenze sulle porte di accesso
- Informare e formare regolarmente i lavoratori
- Pulire da una a più volte al giorno i tavoli di lavoro e il pavimento; non utilizzare l'aspirapolvere
- Conservare e smaltire panni e spugne per pulizie in confezioni a tenuta d'aria
- Effettuare i lavori con mercurio metallico su tavoli con margine rialzato o sopra bacinelle di raccolta
- Tenere chiusi i contenitori; applicare a strati olio di paraffina o altro materiale adeguato sopra al mercurio liquido in modo da impedirne l'evaporazione
- Raccogliere immediatamente il mercurio metallico versato con un ausilio specifico (pinza per mercurio, pipetta, agglutinante speciale)
- Tenere un guardaroba separato per gli indumenti di lavoro e i vestiti per il tempo libero
- Vietato mangiare, bere e fumare negli spazi di lavoro; vietato fumare nelle toilette

5.4. Misure personali

- Indossare un paio di scarpe diverse da tenere sul posto di lavoro
- Indossare guanti da lavoro con un risvolto sufficientemente alto per coprire la parte finale del braccio
- Non indossare anelli o braccialetti sul lavoro
- Utilizzare vestiti da lavoro lisci e senza tasche

- In caso di esposizione inevitabile a vapori e polveri di mercurio indossare una maschera di protezione delle vie aeree con filtro adatto (per esempio Kombifilter tipo Hg-P3), in caso di esposizione più intensa indossare un'apparecchiatura di protezione delle vie aeree indipendente dall'aria ambientale
- Prima delle pause e dopo il lavoro lavare accuratamente le mani con una spazzola, lavarsi il viso, sciacquarsi i denti e la bocca
- Fare una doccia e lavare i capelli a fine turno
- Sciacquarsi la bocca prima di bere

6. Bibliografia

ACGIH: Documentation of the Threshold Limit Values for Biological Exposure Indices. 7th Edition. Mercury, Elemental and Inorganic, 2001.

Becker K et al.: German Environmental Survey 1998 (GerES III): Environmental Pollutants in the Urine of the German Population; Int J Hyg Environ Health 1998; 206 (1): 15-24

Clarkson TW et al.: The toxicology of mercury - current exposures and clinical manifestations; NEJM 2003; 349: 1731-1737

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft): Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte (BAT-Werte), Arbeitsmedizinisch-toxikologische Begründungen, Addendum zu Quecksilber und seine anorganischen Verbindungen, VCH 2006; Bd. 1: 27-66

DGAUM (Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.): Arbeitsmedizinische Leitlinie, Arbeiten unter Einwirkung von Quecksilber und seinen Verbindungen; Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 2009; 44 (9): 491-493

DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung): Arbeitsmedizinische Vorsorge, 5. vollständig neubearbeitete Auflage 2010; Gentner Verlag

Greim H. (Hrsg.): Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen); Wiley-VCH, Weinheim

Greim H. (Hrsg.): Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte (BAT-Werte) und Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe (EKA); Wiley-VCH, Weinheim

Lauwerys R.R. et al.: Industrial Chemical Exposure, Guidelines for Biological Monitoring; 3rd edition 2001; Lewis Publishers

Lauwerys R.R. et al.: Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. Masson, 5^{ème} édition 2007.

Meyer-Baron M. et al.: A meta-analysis for neurobehavioural results due to occupational mercury exposure; Arch Toxicol (2002; 76: 127-136

Meyer-Baron M. et al.: Neurobehavioural test results and exposure to inorganic mercury: in search of dose-response relations; Arch Toxicol (2004; 78 (4): 207-211

Nordberg G.F. et al.: Handbook on the toxicology of metals; 3rd edition 2007, Elsevier

Rosenstock L. et al.: Textbook auf clinical occupational and environmental medicine; 2nd edition 2005, Elsevier Saunders

SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks): The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users; European Commission 2008

Jost M. und Pletscher C.: Biologisches Monitoring und biologische Arbeitsstofftoleranzwerte, Factsheet Arbeitsmedizin; Suva 2009, www.suva.ch

Suva, Grenzwerte am Arbeitsplatz 2012, Form 1903

Triebig G. et al.: Arbeitsmedizin, Handbuch für Theorie und Praxis; 3. vollständige neubearbeitete Auflage 2011, Gentner Verlag

Umweltbundesamt: Antworten auf häufig gestellte Fragen zum Thema "Licht". <http://www.umweltbundesamt.de/energie/licht/hgf.htm>. Last access on 03.01.2013

Will W. et al.: Biomonitoring bei Quecksilber-Exposition - Volumenbezug oder Kreatininkorrektur bei Urinwerten?; ErgoMed 2008; 1: 8-12