

Foglalkozási ólomexpozíció

fém-ólm és az ólm ionos vegyületei

2010

BEVEZETÉS

A toxikus nehézfémek közül a környezetben mindenütt jelenlévő és az emberi szervezetben felhalmozódásra hajlamos ólom az egyik legrégebben ismert foglalkozási mérgezést okozó anyag, melynek jelentőségét mutatja, hogy ma is számolni kell fokozott ólom expozíció, ólommérgezés - akár tömeges - előfordulásával.

Mindez megelőzhető lenne a munkavédelmi szabályok maradéktalan betartá-

sával. Ide tartozik a megfelelő munkahigiénés körülmények biztosítása a munkahelyen, a környezeti és biológiai monitorozás szabályszerű végzése, a megfelelő védőeszközök biztosítása a munkavállalók részére, higiénés ismereteik rendszeres bővítése és a szabályok betartatása. Ehhez természetesen mind a munkáltatónak, mind a foglalkozás-egészségügyi orvosnak megfelelő munkavédelmi ismeretekkel kell bírnia.

ÓLOMVESZÉLYES FOGLALKOZÁSOK ÉS MUNKAKÖRÖK

A fém ólomot és vegyületeit az iparban széles körben használják. Az alkalmazott legfontosabb ólomvegyületek:

szervetlen: ólom-oxid, ólom-dioxid, ólom-tetroxid (mínium), ólom-karbonát (ólomfehér), ólom-kromát (krómsárga), ólom-szulfát, ólom-szilikát, ólom-nitrát, ólom-acetát, ólom-szulfid, ólom-arzenát, ólom-azid.

szerves: tetraetil-ólm, tetrametil-ólm, ólm-sztearát.

Ólomexpozíció okozta egészségi ártalom veszélyével számos foglalkozás és munkakör jár. Ezeket foglalja össze a *a munkahelyek kémiai biztonságáról szóló 25/2000. (IX. 30.) EüM-SzCsM együttes rendelet 3. számú melléklete*:

FÉM-ÓLOM ÉS AZ ÓLOM IONOS VEGYÜLETEI EXPOZÍCIÓJÁVAL VESZÉLYEZTETETT MUNKAVÁLLALÓK EGÉSZSÉGVÉDELMERE VONATKOZÓ KÜLÖNLEGES SZABÁLYOK

Az alábbi - nem teljes körűen felsorolt - tevékenységek során az ólomabszorpció kockázata valószínűsíthető:

1. Ólom-koncentrátum kezelése
2. Ólom- és cinkkohászat és finomítás: (primer és szekunder)
3. Ólom-arzenát spray gyártása és kezelése
4. Ólom-oxid gyártása
5. További ólomvegyületek előállítása (beleértve ólom alkil- vegyületei előállításának azt a részét, amely fémes ólom és az ionos

- ólomvegyületek expozíciójával jár)
6. Ólomtartalmú festékek, zománcok, masztix és színezékek gyártása
 7. Akkumulátorgyártás, recycling (1)
 8. Ólom- és ónművesség
 9. Ólomforrasz gyártása
 10. Ólommag gyártása (lövedékhez)
 11. Ólomalapú vagy -ötvozetű tárgyak gyártása
 12. Ólomtartalmú festékek, zománcok, masztix és színezékek használata
 13. Kerámia és agyagárú ágazatok
 14. Kristályüveg ágazatok
 15. Ólomadalékokat felhasználó műanyag ágazatok
 16. Ólomforrasz gyakori használata zárt térben
 17. Ólom használata melletti nyomdászat
 18. Hulladékhasznosítás, főleg ólom tartalmú festékekkel bevont anyagok ártalmatlanítási műveletei, valamint ipari létesítmények (pl. ólomkemencék) bontása (1)
 19. Ólommagos lőszeres gyakori használata zárt térben
 20. Autógyártás és -javítás
 21. Ólomot tartalmazó acél (1)
 22. Ólmozás
 23. Ólom és ólomtartalmú fémek kinyerése

Megjegyzés: (1) Amennyiben használtak ólomot vagy jelen van ólom

FELSZÍVÓDÁS, ELOSZLÁS ÉS KIÜRÍTÉS

Az ólom olvadáspontja meglehetősen alacsony: 327,5 °C. Ötszáz °C hőmérséklet felett már jelentősen párolog és a keletkező ólomgőz a levegő oxigénjével ólom-oxidot képez.

Az ólom a szervezetbe a levegőből por vagy gőz formájában, inhaláció útján, és a tápcsatornán keresztül juthat be. A bőrrel való felszívódás szerves ólomvegyületek esetében jelentéktelen (a szerves ólomvegyületek azonban a bőrrel is felszívódhatnak).

Felnőttekben a tápcsatornába jutott ólomnak mintegy 10 %-a, a tüdőbe ju-

tott ólomnak mintegy 40 %-a szívódik fel és jut a vérbe. A tápcsatornából való felszívódást elősegíti az üres gyomor és a vashiányos állapot. Az ólom a vérből - amelyben 98 %-a vörösvérsejtekben található - a parenchymás szervekbe (máj, lép, vese, tüdőszövet) jut, itt átmenetileg raktározódik, majd ismét visszajut a vérbe és fokozatosan deponálódik a csontokban, ahol hosszabb ideig raktározódhat. Az ólom a szervezetből lassan ürül ki, elsősorban a vizelettel és az epével, illetve a széklettel, ezért tartós bevitel esetén a szervezetben felhalmozódik. Felezési ideje a vérben 20-40

nap. A vérben és a parenchymás szer-
vekben lévő ólom gyógyszeresen mobi-
lizálható. A csontokban, hajban, kö-
römben raktározott ólom mennyisége
nagyon lassan változik, és gyakorlatilag
nem mobilizálható, de egyes adatok
szerint terhesség, laktáció, menopausa
hatására a csontaktárból is visszake-
rülhet az ólom egy része a vérbe.

Foglalkozási ólomexpozíció esetén el-
sődleges jelentősége az inhalációnak

van. Azok a nagyobb méretű, inhalált
ólm tartalmú részecskék, amelyek a
tüdőbe nem jutnak le, a felső légutak-
ban elakadva, a csillószőrök működése
következtében visszajutnak a garatba és
lenyelés útján a tápcsatornába kerülnek.
A higiénés szabályok be nem tartása
esetén (étkezés, dohányzás a munkahe-
lyen) különösen jelentős lehet a tápcca-
tornán keresztül bejutó ólom mennyisé-
ge

AZ ÓLOM TOXIKUS HATÁSAI

Az ólom toxikus hatásai közül legrégeb-
ben ismert a vörösvérsejtekre kifejtett
hatás, amely a hemoglobin szintézis za-
vara és a vörösvérsejtek fokozott pusztu-
lása révén anaemiához vezet.

Az anaemia felnőttben nem korai tünet
(3 $\mu\text{mol/l}$ vérólm szint alatt nem jelent-
kezik), a jelenleg érvényes foglalkozási
vérólm határértékek betartása esetén
nem fordulhat elő, csakúgy, mint a
klasszikus, súlyos, központi és perifériás
idegrendszeri tünetek, az encephalo-
pathia, az extensorok gyengesége,
bénulása, valamint az ún. ólomkólíka. A
perifériás idegvezetési sebesség csök-
kenése azonban korán kimutatható mű-
szeresen.

Az ólom központi idegrendszert károsító
hatásával szemben a fejlődő fiatal szer-
vezet érzékenyebb, mint a felnőtt, és
különösen érzékeny a magzat, mivel a
vér-agy barrier fejletlen és az ólom átjut
a placentán. Az ólom az anyatejbe is
átjut. Ezeket figyelembe véve a
*25/2000. (IX. 30.) EüM-SzCsM együt-
tes rendelet* alacsonyabb vérólm ha-
tárértéket szab meg a fogamzóképes
korú nők ólm expozícióban való foglal-
koztatásakor.

Az ólom egyéb toxikus - reprodukció,
vese, cardiovascularis károsító - hatá-
saira vonatkozóan számos adat jelent
meg az irodalomban, a megbízható hu-
mán dózis-hatás összefüggések azon-
ban még nincsenek tisztázva.

MEGELŐZÉS

Az ólom okozta károsodások kiküszöbölésében elsődleges szerepe a megelőzésnek van, amelynek fontos eszközei a munkaköri alkalmassági vizsgálat, a személyi higiénés szabályok betartása, a megfelelő védőeszközök használata,

- Munkaköri alkalmassági vizsgálatok

Az előzetes és időszakos alkalmassági vizsgálatok során végzett belgyógyászati vizsgálatot ajánlott kiegészíteni a vérképzőrendszer, a vese és máj állapotáról felvilágosítást adó klinikai labo-

valamint a *munkahelyi* környezeti monitorozás, és az exponáltak biológiai monitorozása. Fontos szerepe van a dolgozók fentiekről történő felvilágosításának és egészségnevelésének is.

ratóriumi vizsgálatokkal - minimálisan: teljes vérkép, vesefunkció (általános vizelet, szérum kreatinin, e-GFR), májfunkció (szérum GPT, GGT).

Nem foglalkoztatható ólom expozícióban:

- terhes és szoptató nő,
- 18 évesnél fiatalabb egyén,
- az idegrendszer megbetegedéseiben szenvedő,
- a vérképzőrendszer megbetegedéseiben szenvedő (vashiányban szenvedő csak sikeres vaspótló kezelés után),
- cardiovascularis rendszer megbete-

gedéseiben szenvedő,

- a gyomor- bélrendszer, máj megbetegedéseiben szenvedő,
- krónikus alkoholista
- megfontolandó az erős dohányosok alkalmazása (ha nem képesek tartózkodni a munka közbeni, szennyezett helyen való dohányzástól)

- Személyi higiénés szabályok

- A munkavállalók számára a megfelelő védőeszközöket - elsősorban légzésvédőt - kell biztosítani és gondoskodni kell arról, hogy viseljék is!
- A munkatérben enni, inni, dohányozni, ételt és italt tárolni tilos!
- Étkezés, dohányzás előtt alapos kézmosás!
- Megfelelő étkező és dohányzó helyet, kézmosási lehetőséget kell biztosítani!
- Biztosítani kell a saját, valamint a szennyezett munkaruházat elkülönített tárolását, valamint a munka utáni zuhanyozás/mosdás lehetőségét!
- Az ólommal szennyezett munkaruhát hazavinni tilos (nemcsak a dolgozót, hanem családját is veszélyezteti), annak mosatásáról a munkáltatónak kell gondoskodni!
- Fontos a dolgozók felvilágosítása a személyi higiénés szabályokról és azok betartásának fontosságáról - szóbeli előadás, érthetően megfogalmazott, írásos emlékeztetők útján.

KÖRNYEZETI MONITOROZÁS

Az ólom expozíció jelentőségét mutatja, hogy az ólom egyike annak az 5 anyagnak, amelynek a munkatér levegőjében elfogadható koncentrációjára nézve kötelező határérték van megállapítva az Európai Unióban: 0.15 mg/m^3 (98/24/EEC Irányelv).

Ennek megfelelően a munkahelyek kémiai biztonságáról szóló 25/2000. (IX. 30.) EüM-SzCsM együttes rendelet 1. számú melléklete szerint:

az ólom és szervetlen vegyületeire vonatkozó ÁK érték: 0.15 mg/m^3 (ólomra számítva).

A munkatér - lehetőleg személyi mintavévelemmel, a dolgozók légzési zónájában vett - levegőjében jelenlévő ólom koncentráció jellemzi az ott dolgozók potenciális légúti expozícióját. A ténylegesen elszenvedett expozíciót azonban, amelyet a vér ólom koncentrációja jellemmez, több tényező befolyásolhatja. Így a végzett munka intenzitása (nagyobb légzés térfogat), esetleges betegség (pl. az orrnyálkahártya duzzanata, orrpolip miatti szájon át való légzés) vagy a higiénés szabályok be nem tartása, illetve az ólom kumulációs készsége.

BIOLÓGIAI MONITOROZÁS

A tényleges egyéni expozíció megítéléséhez nyújt segítséget a környezeti monitorozás kiegészítőjeként a biológiai monitorozás, amely különösen fontos a kumulálódó anyagok esetében. Az ólom egyike azon 22 munkahelyi vegyi anyagnak, amelyek expozíciója esetében jelenleg Magyarországon kötelező biológiai monitorozást végezni a 25/2000. (IX. 30.) EüM-SzCsM együttes rendelet értelmében. Az ólom a ren-

delet 2. számú mellékletében, a 2. táblázatban található, azon anyagok között, amelyek esetében a vérben mérendők az expozíciós/hatás mutatók. A táblázatban fel van tüntetve a mérendő expozíciós/hatás mutató - a mintavétel időpontjára vonatkozó szabályok, a megengedhető (felső) határérték kétféle mértékegységben (hagyományos és SI - kerekítve).

BIOLÓGIAI EXPOZÍCIÓS (HATÁS) MUTATÓK MEGENGEDHETŐ HATÁRÉRTÉKEI VÉRZEN				
Vegyi anyag	Biológiai expozíciós (hatás) mutató	Mintavétel ideje	Megengedhető határérték	
			mg/l	μmol/l (kerekített értékek)
Ólom (szervetlen)	Ólom	nem kritikus	400 [*]	1,9
			300 ^{**}	1,5
	cink-protoporfirin (előszűrésre) ^{***}	3 hónapnál hosszabb expozíció esetén alkalmazható	3,9 ^{**}	100 μmol/mol hem ^{**}
Megjegyzések: * férfiak és 45 évnél idősebb nők ** 18-45 éves nők *** a határérték túllépése esetén a vérólom koncentráció meghatározása kötelező				

Az ólom biológiai expozíciós mutatója (BEM) a vér ólomkoncentrációja. Hátránya, hogy a meghatározása igen költséges, drága műszert, felszerelést és anyagokat, magasan képzett szakembert igényel.

Az ólom az egyetlen anyag, amelynek esetében a BEM-nek két különböző határértéke van: egy alacsonyabb (1,5 μmol/l) a fogamzóképes korú nőkre, és egy magasabb (1,9 μmol/l), a többi munkavállalóra vonatkozóan (l. táblázat). A 18-45 éves nőkre vonatko-

zó alacsonyabb vér ólom határérték megállapítását az utódok védelme indokolja. Mivel az ólom kumulálódó és lassan kiürülő anyag, egy magasabb határérték esetén az ólom még hónapokig veszélyes koncentrációban lehetne jelen a magzat környezetében akkor is, ha a terhest a terhesség felfedezésekor az expozícióból azonnal kiemelik.

Ugyancsak speciális az ólom abból a szempontból, hogy biológiai monitorozása során előszűrésre van lehetőség, és ezt körültekintően végezve, az

egyébként igen költséges vér ólom meghatározások száma csökkenthető, anélkül, hogy a biztonság csorbát szenvedne.

Előszűrésre a vörösvértestek cink-protoporfirin (ZP) /hem arányának meghatározása szolgál, amely egyszerűen, gyorsan mérhető egy Hemato-fluorométer nevű célműszer segítségével. Az előszűrés lehetősége gazdasági jelentőségű, a ZP mérése ugyanis jóval kevésbé költséges, mint az ólom koncentrációé.

A ZP előszűrő vizsgálat helyes alkalmazása és jelentősége

A ZP a hem szintézis mellékterméke. A hem szintézis terminális lépése a vas beépítése a protoporfirin molekulába. Ezzel párhuzamosan a porfirin molekulák kis részébe cink épül be és így hem helyett ZP keletkezik. Normálisan a ZP:hem arány 1:30 000. Ha azonban nem áll rendelkezésre kellő mennyiségben vas (vashiány) vagy a vas beépülése az ólom hatása következtében zavart szenved, a ZP:hem arány a ZP irányába eltolódik. A vörösvérsejtekbe néhány napos fejlődésük során, a csontvelőben beépülő ZP mennyiség, a mintegy 3 hónapos élettartamuk során változatlan marad. Így a periférián keringő vörösvérsejtek az érésük idején a csontvelőben uralkodó vas és/vagy ólomkoncentráció viszonyokat tükrözik.

A fentiekből következik, hogy az előszűrés alkalmazhatóságának feltétele a legalább három hónapja fennálló expozíció. Rövidebb időtartamú expozíció esetén a ZP érték még nem tükrözi az expozíció tényleges mértékét, ezért ilyen esetekben – ha valamilyen okból szükséges a biológiai monitorozás, vér ólomkoncentrációt kell mérni.

Három hónapot meghaladó időtartamú ólom expozíció esetén a ZP előszűrés segítségével ki lehet választani azokat a dolgozókat, akiknek a vér ólom szintje nagy biztonsággal nem éri el a határértéket, és akiknél a vér ólomkoncentráció meghatározásától el lehet tekinteni.

Azoknál a dolgozóknál, akiknek a ZP értéke meghaladja a figyelmeztető határértéket, kötelező a vér ólomkoncentráció meghatározása. Ennek oka, hogy

az emelkedett ZP érték nem specifikus ólom hatásra. Vashiányban is emelkedik a ZP/hem arány, fluorescens plazmafaktorok (hyperbilirubinaemia, egyes gyógyszerek, pl. Doxycyclin) pedig álpozitív reakciót okozhatnak. Vagyis, ha a ZP érték határérték alatti, biztosan nincs fokozott ólom-expozíció, de ha emelkedett, az nem biztosan, vagy nem csak ólom-expozíció következménye. Ezért vér-ólom vizsgálattal kell igazolni az ólom-expozíció szerepét, illetve mértékét.

Az esetek egy részében előfordul, hogy a ZP vizsgálat eredménye határérték feletti, de az elvégzett vér-ólom vizsgálat eredménye határérték alatti. Ez természetes.

Ennek egyik oka a fentebb említett specificitás hiány, vagyis az emelkedést nem az elfogadhatatlan mértékű ólom expozíció okozta. Természetesen orvosi szempontból az így felfedezett vashiány, vagy hyperbilirubinemia is fontos és intézkedést igényel. A másik ok a biztonság. A ZP határértéke olyan alacsonyan van megállapítva, hogy álnegatív eset ne legyen, vagyis fokozott ólom-expozíció ne maradjon detektálatlan, ennek következménye viszont óhatatlanul, az álpozitív esetek magasabb száma.

A ZP határérték túllépése természetesen nem fokozott expozíció, nem kell bejelenteni, csak a vér-ólom határérték túllépését!

A ZP előszűrést nem kötelező, de gazdasági megfontolásból érdemes alkalmazni. Egy vér-ólomkoncentráció meghatározás ára általában 3-4-szerese egy ZP mérés árának. Ebből kiszámítható, hogy az előszűrés alkalmazása még akkor sem gazdaságtalan, ha a populáció 60-70 %-ának ZP értéke meghaladja a határértéket, azaz a vér-ólomkoncentrációjukat is meg kell határozni. A gyakorlatban azonban ez az arány ritka, jellemzően 10-30 %-ban válik szükségessé a vér-ólom mérés.

Vannak esetek, amikor nem érdemes ZP előszűrést alkalmazni, ilyenkor közvetlenül a vér-ólomkoncentrációt kell mérni:

- ha a vizsgált populáció ismert, nagy mértékben exponált és a vizsgáltak több, mint 70 %-ában várhatóan határérték feletti lesz a ZP. Ilyen esetben megtakarítást nem jelent az előszűrés;
- ha a dolgozó ZP értéke az előző szűrésnél jelentősen meghaladta a határértéket és expozíciója változatlan. Ilyen esetben valószínűtlen, hogy a ZP határérték alá csökkent;
- ha fokozott expozíció miatt az expozícióból kiemelt dolgozó expozícióba való visszahelyezhetőségéről kell dönteni. A perifériás vér ZP tartalma csak akkor normalizálódik, ha a periférián lévő összes vörösvérsejt a vér-ólomkoncentráció jelentős csökkenését követően fejlődött a

csontvelőben – ez több hónap lehet.
A vér ólomkoncentrációja jóval előbb
csökken olyan szintre, ami lehetővé

teszi a dolgozó ismételt foglalkoz-
tatását.

GYAKORLATI TUDNIVALÓK

A mintavétel időpontja – tekintve hogy az ólom kumulálódó anyag – nem kritikus, de ne hosszabb expozícióból való távollétet követően történjen. Mivel a vérben az ólom 98 %-a és a ZP is a vörösvértestekben található, mindkét meghatározáshoz alvadásgátolt (EDTA vagy heparin) vénás vér (nem szérum!!!!) szükséges. A vér ólom meghatározáshoz a zárt vérvételi rendszer alkalmazása elengedhetetlen, csak így zárható ki – különösen a munkahelyen történő mintavételkor – a környezeti ólom szennyezés lehetősége (levegő,

bőr, ruházat). A ZP meghatározható ujjbegyből vett kapilláris és vénás vérből egyaránt, mert a környezeti ólom szennyezés nem befolyásolja. A minta hemolizált nem lehet.

Gyakorlati szempontból fontos, hogy egyetlen EDTA-s cső (liladugós, „vérképes”) vérből elvégezhető az ajánlott vérkép vizsgálat, a ZP vizsgálat és ha szükséges, vér-ólom vizsgálat is. A vérkép vizsgálatot legfeljebb 6 órán belül el kell végezni, de a ZP és ólom vizsgálat céljára a vér 5 napig tárolható 4 °C-on. Nem szabad a vért lefagyasztani!

FOKOZOTT EXPOZÍCIÓ – MÉRGEZÉS

Ha a vér ólom koncentrációja a határértéket meghaladja, fokozott expozíció vagy mérgezés áll fenn. Tekintettel az ólom kumulatív tulajdonságára, fokozott expozíció esetén a dolgozót ólommentes munkakörbe kell helyezni akkor is,

ha klinikailag tünetmentes, addig, amíg vérének ólom koncentrációja nem tér vissza a határérték alá. A fokozott expozíciós esetet a 27/1996. (VIII. 28.) NM rendeletben foglaltaknak megfelelően be kell jelenteni.

Az ólommérgezés tünetei:

A foglalkozási akut, szubakut mérgezés ritka. Leginkább lángvágóknál fordul

elő, különösen zárt térben, védőeszköz nélkül, vagy nem megfelelő védőeszközzel végzett munka esetén. Ha a vér-

ólom koncentráció viszonylag rövid idő (néhány hét) alatt emelkedik magasra, a klinikai tünetek már olyan vér ólom koncentráció mellett jelentkezhetnek, amely krónikus expozíció esetén panaszokat még nem okoz.

A foglalkozási ólommérgezés leggyakrabban krónikus jellegű, a tünetek lassan fejlődnek ki és kezdetben nem jellegzetesek. A főbb tünetek az étvágytalanság, gyengeség, fáradékonyság, obstipáció, hasi fájdalom, sápadtság, a szájban ólomszegély. Később a hasi fájdalom, az u.n. ólom kólíka, olyan mértékű lehet, hogy - ha ólom mérgezésre nem gondolnak - nemritkán kórházi felvételhez, sőt akár hasi műtétet vezet. A helyes diagnózis felállításában segíthetnek foglalkozási anamnézis és a hasi fájdalommal egyidejűleg fennálló

egyéb tünetek: hemolítikus anaemia, a koproporfirinuria miatt feltűnően sötét színű vizelet ürítése. A vér ólom koncentrációjának emelkedett volta igazolja a diagnózist.

A klinikai tünetek jelenlététől és/vagy a vér ólom érték nagyságától függően szükségessé válhat a dolgozó hospitalizálása, s ennek keretében, vagy ambuláns módon kelátképző szerekkel való kezelése, azaz az ólom vizelet útján való kiürítésének gyógyszeres meggyorsítása. Erre az OMFI Toxikológiai Ambulanciáján - előzetes megbeszélést követően - lehetőség van. A kelátképző szerek alkalmazása előtt a veseműködés épségéről meg kell győződni, és huzamosabb kezelés szükségessége esetén a veseműködést ellenőrizni kell.

ORSZÁGOS MUNKAHIGIÉNÉS ÉS FOGLALKOZÁS-EGÉSZSÉGÜGYI INTÉZET

1096 Budapest, Nagyvárad tér 2., Tel.: (1) 476-1168 Fax: (1) 476-1307
Levelezési cím: 1450 Budapest, Pf. 63., E-mail: titkarsag@omfi.hu