

Associazione italiana medici per l'ambiente (International Society of Doctors for the Environment - Italia) - Isde Coordinamento dell'Alto Lazio

“ L’ARSENICO NELLE ACQUE DESTINATE A CONSUMO UMANO NELL’ALTO LAZIO: PROBLEMATICHE SANITARIE, AMBIENTALI E PROPOSTE D’INTERVENTO”

La storia

L’Arsenico, simbolo chimico As, è un elemento molto diffuso e presente nella struttura geologica terrestre. L’Arsenico è un semimetallo o metalloide in quanto possiede proprietà intermedie tra quelle dei metalli e quelle dei non metalli.

Da sempre conosciuto per il suo potere venefico, è usato come componente di leghe metalliche e del vetro; viene impiegato anche nella realizzazione di semiconduttori ed è stato utilizzato per lungo tempo in alcuni tipi di preparazioni per il legno.

Fin dai tempi di Ippocrate, è stato impiegato in preparazioni per la cura di diverse malattie: in epoca pre-antibiotica se ne ricorda l'uso nel trattamento della sifilide.

Nel 2000, la FDA (Food and Drug Administration) ha approvato un composto: il triossido di Arsenico, per il trattamento della leucemia promielocitica acuta.

Il problema ambientale

In epoca industriale la presenza dell'Arsenico nell'ambiente è stata notevolmente incrementata dalla combustione del carbone e di altri combustibili di derivazione fossile.

Centrali elettriche alimentate a carbone, a gas, ad olio combustibile e a biomasse, fonderie, cementifici, traffico veicolare ed aereo, incenerimento dei rifiuti e l'uso di pesticidi e fitofarmaci in agricoltura, hanno contribuito e contribuiscono alla diffusione di questo elemento nell'aria, nei terreni e nelle acque.

La centrale riconvertita a carbone di Torre Valdaliga Nord a Civitavecchia e quella ad olio combustibile di Montalto di Castro, contribuiscono notevolmente con le loro emissioni all'aumento del quantitativo di Arsenico nell'aria e quindi per ricaduta anche nel territorio dell'Alto Lazio.

Inoltre gli **sversamenti illegali di rifiuti tossici e la contaminazione di corpi idrici con percolato, proveniente da discariche non a norma o del tutto abusive di rifiuti anche tossici,** possono incrementare la presenza di Arsenico nei terreni e nelle falde acquifere.

Questa immissione e diffusione nell'ambiente dell'Arsenico altera gli ecosistemi e contamina la catena alimentare.

Gli esseri umani possono essere esposti all'Arsenico principalmente attraverso l'assunzione di acqua, dove esso è presente in forma inorganica: sia come Arsenico trivalente (As III) che Arsenico pentavalente (As V), ma anche tramite l'aria, le bevande, gli alimenti (principalmente con l'assunzione di pesce, molluschi, crostacei, carne, pollame, alghe e derivati, cereali e derivati, riso e derivati, verdure).

L'esposizione delle persone all'Arsenico può avvenire anche durante comuni attività come il lavarsi e il nuotare.

Il territorio dell'Alto Lazio, a causa della sua origine geologica, presenta acque sotterranee e superficiali utilizzate per consumo umano con concentrazioni elevate di Arsenico, Fluoro e Vanadio che superano i limiti previsti dalle vigenti disposizioni di legge e gli obiettivi di qualità indicati per le acque potabili.

Gli effetti sulla salute □ derivanti dell'esposizione cronica all'Arsenico

Le problematiche sanitarie e ambientali determinate dall'arsenico sono ben note e sono costante oggetto di studi e ricerche; sul sito on-line di una delle più importanti biblioteche mediche internazionali "PubMed" (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), digitando "*arsenic drinking water*"

" sono presenti, al novembre 2010, ben 1592 pubblicazioni scientifiche.

L'Agenzia internazionale di ricerca sul cancro (I.A.R.C.) (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>) classifica l'Arsenico come elemento cancerogeno certo di classe 1 e lo pone in diretta correlazione con molte patologie oncologiche e in particolare con il tumore del polmone, della vescica, del rene e della cute.

L'esposizione ad Arsenico attraverso l'acqua destinata a consumo umano è stata associata

anche a cancro del fegato e del colon. Gli effetti dell'Arsenico sull'epigenoma cellulare potrebbero spiegare i meccanismi di cancerogenicità di questo elemento e questi effetti avvalorano la tesi che anche dosi ridottissime di Arsenico possono esercitare effetti negativi sulla salute.

L'azione cancerogena e pro-cancerogena dell'Arsenico come di altri metalli è stata finora indagata essenzialmente in ambito tossicologico, privilegiando lo studio dei meccanismi genotossici (mutageni) diretti e indiretti (produzione di radicali liberi).

E' importante sottolineare come la cancerogenesi da Arsenico e da metalli in genere rappresenti invece un esempio ideale per introdurre i nuovi modelli "epigenetici" di cancerogenesi, basati sull'esposizione continua a quantità minimali di agenti epi-genotossici, in grado di indurre in varie popolazioni cellulari uno stato di *stress* genomico persistente e, per questa via, una condizione di flogosi cronica, con progressiva attivazione di specifiche *pathways* cellulari, favorenti la trasformazione del tessuto in senso neoplastico.

L'ipotesi più accreditata è che l'Arsenico possa agire come promotore tumorale attraverso la produzione di ROS (Radicali liberi dell'Ossigeno) e l'attivazione e/o ipersecrezione di citochine pro-infiammatorie e fattori di crescita.

Tuttavia, l'Arsenico potrebbe esercitare la sua azione cancerogena anche attraverso meccanismi epigenetici, che determinano ipometilazione del DNA (la deplezione di gruppi metilici potrebbe essere dovuta al fatto che l'Arsenico deve essere continuamente metilato).

I possibili meccanismi di cancerogenicità comprendono: genotossicità diretta, stress ossidativo,

co-cancerogenesi, inibizione dei sistemi di riparazione del DNA, la promozione della proliferazione cellulare, ma anche alterazioni della trasduzione del segnale e alterata metilazione del DNA.

L'assunzione cronica di Arsenico è indicata inoltre da numerosissimi studi scientifici anche

quale responsabile di patologie cardiovascolari (in particolare della “malattia del piede nero -black foot disease-“ per compromissione della vascolarizzazione periferica, infarto del miocardio, ictus, coronaropatie etc.); patologie neurologiche e neurocomportamentali; diabete di tipo 2; lesioni cutanee (iperpigmentazione ed ipopigmentazione, cheratosi, melanosi); disturbi respiratori; disturbi della sfera riproduttiva e malattie ematologiche.

E' importante considerare che nel metabolismo dell'Arsenico e quindi nel rischio di malattia da esposizione all'Arsenico, gioca un ruolo importante anche la diversa suscettibilità individuale determinata dalla presenza di particolari polimorfismi che codificano enzimi coinvolti nel processo di metilazione dell'Arsenico.

Un aspetto emergente e sempre più studiato della tossicità dell'Arsenico è inoltre quello relativo alla sua azione quale Endocrine Disruptor (EDCs), termine corrispondente all'italiano interferente endocrino (IE).

Gli interferenti endocrini (IE) sono un gruppo eterogeneo di sostanze e miscele di sostanze che interferiscono sul normale funzionamento del sistema endocrino umano e su quello di molteplici organismi quali: pesci, foche, uccelli, rettili, anfibi, primati e persino invertebrati.

L'azione di interferenza endocrina può determinare un aumento o una riduzione della quantità di ormone prodotta e della sua attività metabolica e un'azione appunto d'interferenza tra l'ormone e il legame con i suoi recettori.

Gli interferenti endocrini dotati di potenzialità mimetiche e in grado di interagire con recettori di membrana e nucleari e, quindi, direttamente o indirettamente, con i (co)fattori di trascrizione, modificando l'espressione genica e, nel lungo termine, l'assetto (epi)genetico di cellule, tessuti, organismi, ecosistemi.

E' stata dimostrata l'associazione significativa tra l'esposizione ad elevati valori di Arsenico inorganico e diabete di tipo 2; studi sperimentali hanno mostrato che l'Arsenico è in grado di inibire la produzione e secrezione dell'insulina e la tolleranza al glucosio, nonché di modificare l'attività del recettore nucleare per i glucocorticoidi.

Altri studi evidenziano come l'esposizione all'Arsenico durante la gravidanza (questo elemento attraversa la barriera placentare) può causare dei cambiamenti nell'espressione genica del feto che possono determinare la comparsa di gravi patologie, anche di tipo neurocognitivo, nel corso della vita e anche a decenni di distanza dall'esposizione materna.

E' inoltre estremamente importante considerare la possibile interazione e sinergia tra le diverse sostanze tossiche e cancerogene che oltre all'arsenico possono essere riscontrate nell'acqua.

Il Vanadio, il Selenio, il Fluoro, i metalli pesanti ed elementi radioattivi, i pesticidi, i fitofarmaci, le diossine, i sottoprodotti della disinfezione dell'acqua per clorazione, batteri, virus, parassiti, alghe e le microcistine prodotte da particolari tipi di alghe e cianobatteri (come nel caso del *Plankthotrix rubescens*, detto anche alga rossa, presente nel lago di Vico) etc.; tutti questi elementi possono determinare rischio e danno alla salute con molteplici meccanismi di interazione ed amplificazione diversi da quello della sola e semplice sommazione.

Le vigenti disposizioni di legge

Il Decreto legislativo n. 31 del 2 febbraio 2001

(<http://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/Testi/01031dl.htm>) ,

modificato e integrato con successivo D.Lgs. 27/02, disciplina la qualità delle acque potabili destinate al consumo umano garantendone la salubrità e la pulizia. Questo decreto legge, in recepimento della Direttiva europea 98/83/CE, dal dicembre 2003 ha abbassato il limite previsto per l'Arsenico nelle acque potabili da 50 a 10 µg/l (microgrammi/litro), proprio in considerazione della sua cancerogenicità e dell'evidente rischio per la salute umana.

L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) fornisce chiare indicazioni riguardo alla tossicità dell'arsenico nelle acque potabili ed indica come accettabile e solo in via transitoria, il valore da 1 a 10 microgrammi/litro di Arsenico nelle acque destinate a consumo umano mentre auspica valori tra lo 0 e i 5 microgrammi/litro come obiettivo realistico, in considerazione delle attuali problematiche di dearsenificazione e dell'incertezza relativa al rischio per la salute umana determinato da esposizioni anche a bassissime concentrazioni di questo elemento (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html) .

In Italia le acque di alcune regioni: Lombardia, Toscana, Lazio, Sardegna, Campania e Trentino presentano elevati valori di Arsenico.

La Regione Lazio sin dal 2003 ha continuamente fatto ricorso all'istituto della deroga, tuttora vigente, che ha innalzato il limite previsto dal D. Lgs. 31/2001 da 10 a 50 microgrammi/litro per l'Arsenico (ma anche i limiti per altri elementi quali: il Fluoro, il Vanadio, il Selenio) e di fatto ha reso potabili per deroga acque che in realtà non lo sono.

I periodi di deroga sono concessi perché i gestori presentino ed attuino piani di rientro mediante idonee tecnologie di trattamento delle acque captate e/o individuando nuove risorse idriche sostitutive che permettano di assicurare acque salubri e pulite.

Durante i periodi di deroga dunque devono essere individuate e realizzate le soluzioni definitive ed efficaci per le problematiche per le quali la deroga stessa è concessa.

Al momento e dopo anni dal recepimento della Direttiva europea 98/83/CE, nell'Alto Lazio non risulta che sia stata ancora realizzata alcuna definitiva, efficace e complessiva soluzione per i tutti i Comuni facenti parte dell'ATO-1 Lazio: tutti i Comuni della Provincia di Viterbo e il Comune di Bracciano, di Mazzano e Magliano, appartenenti alla Provincia di Roma.

I controlli sulla qualità e potabilità delle acque

I controlli sulla qualità e potabilità delle acque destinate a consumo umano sono demandati alle ASL che si avvalgono della struttura tecnica delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente (A.R.P.A.).

Il D. Lgs. 31/2001 prevede controlli esterni, quelli predisposti dall'ASL, e controlli interni, sotto la diretta responsabilità dei gestori degli acquedotti, in modo da stabilire un doppio controllo (interno ed esterno) a garanzia della qualità e salubrità delle acque.

I controlli relativamente all'Arsenico dosano il quantitativo totale di Arsenico nelle acque e dovrebbero sempre rilevare ed indicare i valori di Arsenico anche al di sotto della soglia di 10µg/l.

Il D. Lgs. 31/01 prevede che il giudizio di qualità e di idoneità d'uso delle acque destinate al consumo umano, fondato sulle risultanze dell'esame ispettivo e dei controlli analitici, sia emesso dalle ASL territorialmente competenti.

Il numero dei controlli programmati in situazioni di criticità delle acque, come previsto all'art. 8 comma 1 del D. Lgs. 31/2001, dovrebbero aumentare rispetto a quelli effettuati di routine e dovrebbero essere tali da *"... garantire la significativa rappresentatività della qualità delle acque distribuite durante l'anno, nel rispetto di quanto stabilito dall'allegato II"*.

L'informazione alle popolazioni

Le popolazioni sul cui territorio ricadano provvedimenti di deroga devono essere sempre prontamente avvisate ed informate secondo quanto previsto dall' art. 13 comma 11 del D. Lgs. 31/2001 : *" La Regione o Provincia autonoma che si avvale delle deroghe di cui al presente articolo provvede affinché la popolazione interessata sia tempestivamente e adeguatamente*

informata delle deroghe applicate e delle condizioni che le disciplinano. Ove occorra, la regione o provincia autonoma provvede inoltre a fornire raccomandazioni a gruppi specifici di popolazione per i quali la deroga possa costituire un rischio particolare.

Le informazioni e raccomandazioni fornite alla popolazione fanno parte integrante del provvedimento di deroga. Gli obblighi di cui al presente comma sono osservati anche nei casi di cui al comma 9, qualora la Regione o la Provincia autonoma lo ritenga opportuno”.

L'informazione deve essere la più ampia e diffusa, deve fornire consigli comportamentali e indicazioni circa il corretto uso dell'acqua soprattutto in particolari situazioni e per particolari gruppi di persone : infanzia, donne in gravidanza e in stato preconcezionale, malati ed anziani.

A distanza ormai di anni dall'entrata in vigore del D. Lgs. 31/2001 gli abitanti della Regione Lazio, in particolare quelli che risiedono in aree con caratteristiche geologiche di natura vulcanica come il territorio dell'Alto Lazio, sono ancora esposti all'assunzione di acque con valori di Arsenico superiori a 10 microgrammi/litro in assenza di una efficace e capillare informazione relativamente alle problematiche sanitarie determinate dall'assunzione di acqua ed alimenti con elevato contenuto di Arsenico.

Monitoraggio dello stato di salute delle popolazioni

Le popolazioni che vivono in territori, come quello dell'Alto Lazio, dove le acque presentano valori di Arsenico ben al di sopra degli obiettivi di qualità e di quanto disposto dalle vigenti normative di legge, dovrebbero essere sottoposti ad un attento e periodico monitoraggio del proprio stato di salute anche attraverso studi osservazionali: in particolare i bambini per le peculiarità del loro metabolismo e poiché in fase di costante e rapido accrescimento organico.

Il monitoraggio delle condizioni di salute dovrebbe essere effettuato con periodiche visite ambulatoriali, con la raccolta dell'anamnesi e un attento esame obiettivo, e dovrebbe prevedere l'esecuzione di test mirati alla valutazione del quantitativo di Arsenico e dei suoi metaboliti nel sangue, nelle urine, nei capelli e nelle unghie delle persone esaminate. The urine test is the most reliable test for arsenic exposure within the last few days.

Questi test sono in grado di quantificare l'esposizione all'Arsenico ma non sono in grado di predire come l'esposizione stessa possa influenzare lo stato di salute di ogni singola persona e in particolare di ogni bambino poiché la suscettibilità individuale nei processi di disintossicazione gioca un ruolo in gran parte sconosciuto nei suoi meccanismi.

Le soluzioni per la rimozione dell'Arsenico dalle acque

Le acque possono essere depurate dalla presenza dell'Arsenico come di altre sostanze tossiche.

Sono attualmente disponibili diverse soluzioni tecnologiche, già operative in Italia e nel mondo, che, con procedimenti e metodiche diversificate, riescono a riportare nei limiti indicati dal D. Lgs. 31/2001 i valori dell'Arsenico. Le metodiche più utilizzate sono: la precipitazione, i processi a membrana, i processi di adsorbimento, la rimozione biologica, i processi a scambio ionico. Tutte queste tecniche presentano elevate percentuali di rimozione dell'Arsenico che possono arrivare sino al 99% del totale.

La scelta di una tecnica piuttosto che un'altra, si deve basare sulla conoscenza delle proprietà dell'acqua da trattare, sulla speciazione del tipo di Arsenico presente (l'Arsenico può essere presente in forma trivalente- As III- o pentavalente- As V-), sul numero e sulle caratteristiche delle fonti di approvvigionamento, sul numero degli utenti a cui è rivolto il servizio, sulle caratteristiche dell'impianto, relativamente anche ai costi e alla manutenzione, sull'eventuale possibilità di ridurre la concentrazione di Arsenico con la miscelazione di acque prive o con minor contenuto di Arsenico, sulla minor produzione di fanghi e rifiuti generati dal processo di depurazione, sulla conservazione delle qualità organolettiche dell'acqua una volta depurata.

Conclusioni

L'acqua è un elemento fondamentale e prezioso per la vita del pianeta e di ogni essere umano.

E' una risorsa non illimitata che va protetta con il risparmio e la razionalizzazione della sua distribuzione, con la salvaguardia e il risanamento degli ecosistemi e dei bacini idrici utilizzati per approvvigionamento di acque potabili, con il miglioramento del sistema degli acquedotti e della depurazione.

“ *Ex aqua salus*”. L'accesso e la disponibilità di acque, salubri, pulite e di qualità, sono le condizioni necessarie ed indispensabili per vivere in modo sano e per tutelare e proteggere lo stato di salute di tutte le persone ed in particolare dei bambini.

L'Arsenico presente nelle acque insieme ad altre sostanze tossiche e cancerogene crea una inaccettabile condizione di rischio e danno alla salute delle persone e altera l'intero ecosistema.

L'uso delle tecnologie oggi disponibili, insieme ad una sana politica di trasformazione e controllo di tutte quelle attività industriali ed agricole, che immettono nell'ambiente Arsenico insieme ad un numero sempre più elevato di sostanze tossiche e dagli effetti ancora poco conosciuti, è l'unica, rapida e fattibile soluzione per garantire in modo compiuto il diritto alla salute e alla vita per tutti.

*

dottor Gianni Ghirga

dottorressa Antonella Litta

dottor Mauro Mocci

per il coordinamento dell'Alto Lazio dell'Isde - Associazione italiana medici per l'ambiente

(International Society of Doctors for the Environment - Italia)

Viterbo, 6 novembre 2010

* * * * *

Una breve bibliografia e sitografia di riferimento :

Beyersmann D., Hartwig A., *Carcinogenic metal compounds: recent insight into molecular and cellular mechanisms.* Arch Toxicol (2008) 82:493–512

[Bodwell JE](#) , [Kingsley LA](#) , [Hamilton J.W](#) ., *Arsenic at very low concentrations alters glucocorticoid receptor (GR)-mediated gene activation but not GR-mediated gene repression: complex dose-response effects are closely correlated with levels of activated GR and require a functional GR DNA binding domain.* Chem Res Toxicol. 2004 Aug;17(8):1064-76.

Chen F., Ding M., Castranova V., Shi X., *Carcinogenic metals and NF-kappa B activation.* Mol. Cell. Biochem. (2001), **222** pp. 159–171

[Chen Y](#) , [Parvez F](#) , [Gamble M](#) , [Islam T](#) , [Ahmed A](#) , [Argos M](#) , [Graziano JH](#) , [Ahsan H](#) ., *Arsenic exposure at low-to-moderate levels and skin lesions, arsenic metabolism, neurological functions, and biomarkers for respiratory and cardiovascular diseases: review of recent findings from the Health Effects of Arsenic Longitudinal Study (HEALS) in Bangladesh.*

Toxicol Appl Pharmacol. 2009 Sep 1;239(2):184-92. Epub 2009 Jan 27.

[Chiu H.F](#) ., [Ho S.C](#) ., [Wang L.Y](#) ., [Wu T.N](#) ., [Yang C.Y](#) ., *Does arsenic exposure increase the risk for liver cancer?* J Toxicol Environ Health A. 2004 Oct 8;67(19):1491-500.

Conio O. Porro R., *L'arsenico nelle acque destinate a consumo umano.* Ed. Franco Angeli 2004

[Costa M](#) ., *Molecular mechanisms of nickel carcinogenesis.* Biol Chem. 2002 Jun;383(6):961-7.

[Drobná Z](#) ., [Walton F.S](#) ., [Paul D.S](#) ., [Xing W](#) ., [Thomas D.J](#) ., [Stýblo M](#) ., *Metabolism of arsenic in human liver: the role of membrane transporters* . Arch Toxicol. 2010 Jan;84(1):3-16. Epub 2009 Dec 18.

[Drum D.A.](#) ., *Are toxic biometals destroying your children's future?* Biometals. 2009 Oct;22(5):697-700. Epub 2009 Feb 11.

EFSA “ *Scientific opinion on Arsenic in Food*”. EFSA Journal 2009;7(10):1351

Fondazione AMGA-onlus ” *Stato dell’arte sulla presenza nelle acque destinate al consumo umano di sostanze denominate “Endocrine Disruptors* ”. 20 giugno 2006

Genestra M., *Oxyl radicals, redox-sensitive signalling cascades and antioxidants*.Cell Signal. 2007 Sep;19(9):1807-19. Epub 2007 May 1.

[Grandjean P](#) ., [Landrigan P.J](#) ., *Developmental neurotoxicity of industrial chemicals* Lancet. 2006 Dec 16;368(9553):2167-78.

[Guha Mazumder D.N](#) ., *Arsenic and non-malignant lung disease*. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2007 Oct;42(12):1859-67.

HuY., Jin X., Snow E.T.,□ *Effect of arsenic on transcription factor AP-1 and NF-kappaB DNA binding activity and related gene expression* . Toxicol Lett. 2002 Jul 7;133(1):33-45.

[Julvez J .](#), [Grandjean P .](#), *Neurodevelopmental toxicity risks due to occupational exposure to industrial chemicals during pregnancy* . Ind Health. 2009 Oct;47(5):459-68.

[Kaltreider R.C .](#), [Davis A.M .](#), [Lariviere J.P .](#), [Hamilton J.W .](#), *Arsenic alters the function of the glucocorticoid receptor as a transcription factor.* Environ Health Perspect. 2001 Mar;109(3):245-51.

Leonard S.S., G.K. Harris G.K., Shi X., *Metal-induced oxidative stress and signal transduction.* Free Radic Biol Med. 2004 Dec 15;37(12):1921-42.

[Liu J .](#), [Kadiiska M.B .](#), [Liu Y .](#), [Lu T .](#), [Qu W .](#), [Waalkes M.P .](#) *Stress-related gene expression in mice treated with inorganic arsenicals*

.
Toxicol Sci.
2001 Jun;61(2):314-20.

[Otleş S .](#), [Cağındı O .](#), *Health importance of arsenic in drinking water and food.* Environ Geochem Health. 2010 Aug;32(4):367-71. Epub 2010 Apr 13.

Poli G., Leonarduzzi G., Biasi F., Chiarpotto E., *Oxidative stress and cell signalling.* Curr Med Chem. 2004 May;11(9):1163-82.

[Rahman M.M .](#), [Ng J.C .](#), [Naidu R .](#), *Chronic exposure of arsenic via drinking water and its adverse health impacts on humans.* Environ Geochem Health. 2009 Apr;31 Suppl 1:189-200. Epub 2009 Feb 4.

[Salnikow K](#) ., [Zhitkovich A](#) ., *Genetic and epigenetic mechanisms in metal carcinogenesis and cocarcinogenesis: nickel, arsenic, and chromium* .Chem Res Toxicol. 2008 Jan;21(1):28-44. Epub 2007 Oct 30.

[Sampayo-Reyes A](#) ., [Hernández A](#) ., [El-Yamani N](#) ., [López-Campos C](#) ., [Mayet-Machado E](#) ., [Rincón-Cas](#) ., [tañeda C.B](#) .

,
[Limonés-Aguilar Mde L](#)

“,
[López-Campos J.E](#)

“,
[De León M.B](#)

“,
[González-Hernández S](#)

“,
[Hinojosa-Garza D](#)

“,
[Marcos R](#)

“,
Arsenic induces DNA damage in environmentally exposed Mexican children and adults. Influence of GSTO1 and AS3MT polymorphisms.
Toxicol Sci.
2010 Sep;117(1):63-71. Epub 2010 Jun 13.

[Smith A.H](#) ., [Steinmaus C.M](#) ., *Health effects of arsenic and chromium in drinking water: recent human findings.* Annu Rev Public Health. 2009 Apr 29;30:107-22.

Stohs S.J. Bagchi D., *Oxidative mechanisms in the toxicity of metal-ions.* Free Radic Biol Med. 1995 Feb;18(2):321-36.

[Sturchio E](#) ., [Minoia C](#) ., [Zanellato M](#) ., [Masotti A](#) ., [Leoni E](#) ., [Sottani C](#) ., [Biamonti G](#) ., [Ronchi A](#)

“,
[Casorri L](#)

“,
[Signorini S](#)

.,
[Imbriani M](#)

.,
Endocrine disruptors

-
Monograph.

3. *Arsenic*

. G Ital Med Lav Ergon. 2009 Jan-Mar;31(1):5-32.

[Tseng C.H](#) ., [Chong C.K](#) ., [Tseng C.P](#) ., [Hsueh Y.M](#) ., [Chiou H.Y](#) ., [Tseng C..C](#) , [Chen CJ](#) .,
Long-term arsenic exposure and ischemic heart disease in arseniasis-hyperendemic villages in Taiwan.

Toxicol Lett. 2003 Jan 31;137(1-2):15-21.

[Tseng C.H](#) ., *The potential biological mechanisms of arsenic-induced diabetes mellitus.*
Toxicol Appl Pharmacol.
2004 Jun 1;197(2):67-83.

[Vahter M](#) ., *Health effects of early life exposure to arsenic.*Basic Clin Pharmacol Toxicol. 2008 Feb;102(2):204-11.

Valko M., Izakovic M., Mazur M., Rhodes C.J., Telser J., *Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence.* Mol
Cell Biochem. 2004 Nov;266(1-2):37-56.

Valko M., Morris H., Cronin M.T., *Metals, toxicity and oxidative stress.* Curr. Med. Chem. 2005;12(10):1161-208.

Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M., Mazur M., *Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer.*

Chem Biol Interact. 2006 Mar 10;160(1):1-40. Epub 2006 Jan 23

[Valko M](#) , [Leibfritz D](#) , [Moncol J](#) , [Cronin MT](#) , [Mazur M](#) , [Telser J](#) ., *Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease*
. Int J Biochem Cell Biol. 2007;39(1):44-84. Epub 2006 Aug 4.

Vega L., [Styblo M](#) , [Patterson R](#) , [Cullen W](#) , [Wang C](#) , [Germolec D](#) ., *Differential effects of trivalent and pentavalent arsenicals on cell proliferation and cytokine secretion in normal human epidermal keratinocytes*
. Toxicol Appl Pharmacol. 2001 May 1;172(3):225-32.

[Wang C.H](#) ., [Chen C.L](#) ., [Hsiao C.K](#) ., [Chiang F.T](#) ., [Hsu L.I](#) ., [Chiou H.Y](#) ., [Hsueh Y.M](#) ., [Wu M.M](#)

.,
[Chen C.J](#)

.,
Increased risk of QT prolongation associated with atherosclerotic diseases in arseniasis-endemic area in southwestern coast of Taiwan
. Toxicol Appl Pharmacol. 2009 Sep 15;239(3):320-4. Epub 2009 Jun 30.

Water Reserch Foundation and Fondazione AMGA-onlus ” *State of the Science of Chlorine dioxide in drinking water* Genetic
and epigenetic mechanisms in metal carcinogenesis and cocarcinogenesis: nickel, arsenic, and chromium. ”

ed. Don Gates, Giuliano Ziglio, and Kenan Ozekin, 2009

[Xi S](#) ., [Jin Y](#) ., [Lv X](#) ., [Sun G](#) ., *Distribution and speciation of arsenic by transplacental and early life exposure to inorganic arsenic in offspring rats* . Biol
Trace Elem Res. 2010 Apr;134(1):84-97. Epub 2009 Jul 14.

[Xi S .](#), [Guo L .](#), [Qi R .](#), [Sun W .](#), [Jin Y .](#), [Sun G .](#), *Prenatal and early life arsenic exposure induced oxidative damage and altered activities and mRNA expressions of neurotransmitter metabolic enzymes in offspring rat brain.*

J Biochem Mol Toxicol.

2010 Apr 7. [Epub ahead of print]

[Yang C.Y .](#), [Chang C.C .](#), [Ho S.C .](#), [Chiu H.F .](#), *Is colon cancer mortality related to arsenic exposure?*

J Toxicol Environ Health A.

2008;71(8):533-8.

[Yu H.S .](#), [Lee C.H .](#), [Chen G.S .](#), *Peripheral vascular diseases resulting from chronic arsenical poisoning.*

J Dermatol. 2002 Mar;29(3):123-30.

Zhao,C.Q. et al. *Association of arsenic-induced malignant transformation with DNA hypomethylation and aberrant gene expression* . Proc. Natl Acad. Sci. USA, (1997), 94, 10907–10912

*

Sitografia di riferimento:

<http://www.eea.europa.eu/it>

<http://www.efsa.europa.eu>

<http://www.epa.gov/>

http: www.isde.it

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

<http://water.epa.gov/lawsregs/rulesregs/sdwa/arsenic/index.cfm>

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/en/

* * *

Sul contenuto di arsenico nelle acque:

<http://www.helpconsumatori.it/news.php?id=30427>