



Sorveglianza sulla salute della
Popolazione nei pressi del
Termovalorizzatore di
Torino

Programma SPoTT di biomonitoraggio della popolazione residente nei pressi del termovalorizzatore di Torino

Protocollo di presa in carico dei soggetti con valori estremi di metalli

La misurazione della concentrazione di metalli in campioni di urine, così come avviene in uno studio di biomonitoraggio, permette di valutare in modo più sensibile qual è l'esposizione di una determinata popolazione ad inquinanti ambientali. I livelli di metalli misurati riflettono la quantità che effettivamente entra nell'organismo attraverso tutte le vie di esposizione, ossia ingestione, inalazione e assorbimento cutaneo. La presenza di un metallo nell'organismo può quindi essere indicativa di esposizione, presente e/o pregressa, ma questo non implica necessariamente un effetto negativo sulla salute, né un'associazione con l'insorgenza di una malattia.

La produzione di dati di biomonitoraggio necessita della conoscenza di diversi fattori analitici e biologici che possono influire sui risultati. Fattori cruciali da tenere in considerazione sono legati alle vie di assorbimento, alla presenza di diverse fonti di inquinamento ambientale, a variabili fisiologiche e stili di vita. Caratteristiche personali quali sesso, età, peso e altezza influenzano i livelli, in questo caso dei metalli, nell'organismo. Allo stesso modo la presenza di alcune patologie, anche se ancora a livello subclinico, l'uso di terapie farmacologiche, la presenza di amalgami dentali e impianti metallici, il consumo di alcol, di fumo, l'attività fisica, la dieta, il consumo di pesce, latte e prodotti caseari, l'uso di integratori ormonali, minerali e farmaci contraccettivi, l'uso di bigiotteria, la presenza di piercing e tatuaggi, sono tutti fattori in grado di alterare la quantità di metalli nell'organismo. Così come lo sono l'esposizione a traffico veicolare e l'esposizione occupazionale.

Come previsto per studi di questo tipo, al fine di non influenzare il calcolo dei valori centrali dei metalli analizzati, le statistiche descrittive sono state prodotte escludendo i valori statistici estremi, inoltre i valori dei metalli sono stati corretti per il peso specifico

dell'urina. Da una prima analisi emerge che i livelli di quasi tutti i metalli oggetto di studio risultano rientranti negli intervalli di riferimento riportati in altre campagne di biomonitoraggio, effettuate in Italia o a livello internazionale. Per tutti i metalli, le mediane risultano pressoché sovrapponibili a quelle riscontrate in campagne di biomonitoraggio effettuate in altre popolazioni generali non esposte e non superano i limiti biologici che identificano un rischio di effetti avversi.

Si osservano tuttavia alcuni soggetti con valori più distanti dai valori centrali che distinguiamo in base alla distribuzione statistica in due categorie: outlier ed estremi:

1. è considerato outlier un valore che è al di sotto di $Q_1 - 1.5(Q_3 - Q_1)$ o al di sopra di $Q_3 + 1.5(Q_3 - Q_1)$;
2. è considerato estremo un valore che è al di sotto di $Q_1 - 3(Q_3 - Q_1)$ o al di sopra di $Q_3 + 3(Q_3 - Q_1)$.

Va sottolineato che l'informazione relativa agli indici biologici di esposizione ha un valore comparativo e non un significato di livello di sicurezza per le esposizioni generali della popolazione, né un significato di soglia di effetto sulla salute.

Sono stati considerati soggetti con "valori estremi", e perciò da rivalutare, quei soggetti il cui valore di concentrazione superava la soglia di estremo statistico ($Q_3 + 3(Q_3 - Q_1)$), dopo correzione per l'incertezza legata al metodo (vedi tab. 1). L'incertezza esprime la precisione della misura e varia a seconda del metallo considerato. Ad esempio un'incertezza pari a zero esprime una precisione infinita, cioè lo stesso campione esaminato infinite volte fornirà sempre lo stesso risultato, e viceversa. Pertanto tutti i soggetti il cui valore di concentrazione del metallo, sottratto per il valore di incertezza legato al metodo, superavano la soglia di estremo statistico sono stati considerati soggetti con valori estremi da rivalutare (Per esempio, se il valore di Mario Rossi è 100, la soglia 80 e l'incertezza è 0,25, allora la correzione per l'incertezza riduce il valore di Rossi a 75, che è inferiore alla soglia di 80 e quindi Rossi non viene preso in considerazione per gli eventuali approfondimenti).



Tabella 1. Estremo statistico e incertezza legata al metodo di misura per ogni metallo analizzato.

metallo	estremo statistico ($Q3+3(Q3-Q1)$)	incertezza legata al metodo
Pb	76,41	25%
As	137,54	27%
Be	0,55	25%
Cd	3,22	17%
Co	0,82	16%
Cr	0,74	35%
Cu	41,92	25%
Hg	7,65	36%
Ir	6,22	62%
Mn	0,41	42%
Ni	4,33	19%
Pd	90,67	45%
Pt	15,14	39%
Rh	73,33	38%
Sb	0,27	24%
Sn	3,01	28%
Tl	1,09	14%
V	0,16	26%
Zn	1930,35	25%

I valori elevati attualmente riscontrati per alcuni elementi chimici possono essere principalmente dovuti a esposizioni legate agli stili di vita, alla dieta, alla presenza di patologie pregresse, a fattori ambientali e ad esposizione lavorativa. Sono quindi previste analisi di approfondimento che prendano in considerazione tutte le informazioni raccolte tramite questionario.

Insieme agli gli approfondimenti individuali sarebbe auspicabile una mappatura del territorio, indicante le principali attività produttive fonti di emissione, le modalità di approvvigionamento idrico del territorio, i flussi di traffico veicolare, nonché altre attività che determinano impatto ambientale. Tra le fonti dati si farà riferimento alla Provincia di Torino e all'ARPA Piemonte.

I soggetti con valori estremi verranno riconsiderati, allo scopo di effettuare una:

1. valutazione dell'esposizione tramite:

- esame delle informazioni già raccolte col questionario individuale, al fine di identificare possibili fonti specifiche di esposizione (es. dieta, residenza, lavoro, consumo di alcool, abitudine al fumo, assunzioni di farmaci e/o integratori, protesi, ecc.) e/o fattori legati alla variabilità biologica individuale (stato di salute, età, sesso, suscettibilità genetica o acquisita, ecc.) che possano giustificare l'elevato valore riscontrato;
- la ripetizione di un questionario con approfondimenti ad hoc per indagare sulle vie di esposizione sia di tipo professionale, sia legate agli stili di vita e alle abitudini alimentari. Per esempio, tenendo conto delle principali vie di esposizione dei singoli metalli, saranno considerati in maggior dettaglio alcuni possibili fonti di esposizione quali l'attività lavorativa pregressa o attuale, la dieta, l'utilizzo di bigiotteria, piercing, gioielli, bottoni, il contatto con prodotti per l'igiene personale e la casa, l'utilizzo di cosmetici, la presenza di materiali dentari, il contatto con placature a base di Pd in bigiotteria e piercing; la residenza vicino a zone a traffico elevato e a impianti industriali.

2. ripetizione della misura al fine di confermare il valore riscontrato. La ripetizione dell'analisi per la rideterminazione nelle urine, o nel sangue per il Pb, del/dei metallo/i in questione, prevede l'adozione di ulteriori accorgimenti prima dell'esecuzione delle analisi (per esempio: saranno fornite indicazioni di non mangiare pesce nei tre giorni prima della raccolta delle urine) e prevedendo, per quanto riguarda l'arsenico , l'eventuale analisi di speciazione quando appropriata. L'analisi dei metalli verrà effettuata sulle urine spot raccolte la mattina del prelievo. I contenitori per la raccolta delle urine verranno preventivamente decontaminati, per evitare possibili contaminazioni da metalli. Il solo piombo verrà ricercato nel sangue, mediante specifica provetta metal free.

3. valutazione tossicologica del dato tramite confronto con valori limite disponibili in letteratura, al fine di valutare se la concentrazione osservata possa indicare pericolo e/o rischio di effetti avversi. in caso di riconferma dei valori precedentemente riscontrati e limitatamente ad alcuni metalli (ad esempio quelli

classificati come cancerogeni certi dallo IARC¹) si può ipotizzare un coinvolgimento e collaborazione dei MMG, per un monitoraggio individuale teso alla tempestiva rilevazione di segni e sintomi di potenziale tossicità mediante periodici controlli.

In allegato 1 si riporta una sintesi delle principali fonti di esposizione e relativi effetti sulla salute per ciascun metallo.

Marzo 2014

Il Responsabile dello studio SPoTT
per l'ASLTO3
Dr. Enrico PROCOPIO

Il Responsabile dello studio SPoTT
per l'ASLTO1
Dr. Giuseppe SALAMINA

¹ Arsenico, Berillio, Cadmio, Cromo e Nichel sono classificati nel Gruppo 1 dallo IARC: cancerogeno accertato per l'uomo; Cobalto, Antimonio, Vanadio, Piombo e Mercurio nel gruppo 2B dallo IARC: possibile cancerogeno.

Allegato 1. Descrizione sintetica delle principali fonti di esposizione e relativi effetti sulla salute per metallo analizzato nello studio SPoTT. (fonte: schede ATSDR).

ELEMENTI	PRINCIPALI FONTI ESPOSIZIONE	PRINCIPALI EFFETTI SULLA SALUTE
Pb	<p><u>Professionale</u>: Addetti alla estrazione o alla fusione del piombo, alla saldatura, alla produzione o smaltimento di accumulatori, alla produzione o all'uso di vernici, alla produzione e verniciatura di ceramiche e oggetti di cristallo, alla produzione di pallini da caccia.</p> <p><u>Non professionale</u>: consumo di distillati.</p> <p><u>Ambiente</u>: uso di pesticidi</p> <p><u>Cibi e bevande</u>: alimenti contenuti in contenitori con piombo; Frutta, verdura, carni, cereali, vino, sigarette</p> <p><u>Via di ingresso</u>: penetra nell'organismo per via respiratoria ,sotto forma di polveri o fumi, o digestiva.</p> <p><u>VR Sangue</u>: Femmine: 0 – 400 ng/ml Maschi: 0 – 600 ng/ml viene considerata 'alta' una dose di Pb di 300 ng/ml e potenzialmente nocive, specie nello sviluppo, quantità uguali o superiori a 100 ng/ml (0.1 ppm).</p>	<p>In caso di intossicazione cronica (saturnismo)si hanno: anemia, disturbi trofici gengivali, astenia, parestesia ed irritabilità, ipertensione, cefalea, amnesia, anoressia.</p> <p>Nefropatia cronica e insufficienza renale cronica.</p> <p>Neuropatia periferica, encefalopatia su base tossica, alterazioni cognitive.</p> <p>Gastrite cronica e duodenite, coliche persistenti.</p> <p>Vasculopatia e cardiopatia ipertensiva.</p>
As	<p>Per l'uomo la principale via di esposizione è l'assunzione orale attraverso il cibo e le bevande.</p> <p>Usato anche nei pesticidi, nelle batterie al piombo, conservante del legno.</p>	<p>Avversi non cancerogeni (es. cheratosi cutanea, vasospasmo e neuropatia periferica) associati a livelli di As urinario intorno a 100 µg/L in popolazioni cronicamente esposte.</p> <p>Gruppo 1 IARC : cancro al fegato, pelle, vescica e polmoni.</p>
Be	<p>Usato per le insegne al neon, in dispositivi elettronici ed elettrici, in alcune leghe in metallo, nell'acciaio, nelle ruote e telai di bicicletta, nelle canne da pesca e mazze da golf, in molti oggetti domestici.</p> <p>In odontoiatria per la realizzazione di ponti.</p> <p><u>Via di ingresso</u>: penetra nell'organismo per via respiratoria ,sotto forma di polveri o fumi, o digestiva tramite frutta, ortaggi e verdure in genere.La via respiratoria è la più pericolosa.</p>	<p>Il berillio e i suoi sali sono sostanze tossiche riconosciute.</p> <p>Gruppo 1 IARC.</p> <p>La berilliosi cronica è una malattia polmonare causata dall'esposizione al berillio che ricorda la sarcoidosi.</p>
Cd	<p>Industrie, fonderie, incenerimento e lo smaltimento dei rifiuti, produzione e l'applicazione di fertilizzanti.</p> <p>Alimenti: le verdure a foglia verde come</p>	<p>Malattie cardiovascolari, tachicardia, ipertensione.</p> <p>Dispnea, edema polmonare.</p> <p>Lesioni renali.</p>

	<p>lattuga e spinaci, patate e cereali, arachidi , dolciumi e insaccati, soia e semi di girasole.</p> <p>Pentole smaltate, particelle di pneumatici, bibite alla cola e al te, ostriche e frutti di mare contaminati, concimi e vernici.</p> <p>Principale via di esposizione è attraverso l'inalazione di polveri e fumi o l'ingestione accidentale dalle mani contaminate , cibo e fumo di sigarette.</p>	<p>Nausea, diarrea, febbre.</p> <p>Gruppo 1 IARC</p>
Co	<p>E' presente in molte leghe impiegate nella realizzazione di artroprotesi, turbine per motori d'aereo leghe ad alta resistenza alla corrosione e all'usura leghe per la produzione di gioielli in oro acciai per utensili ad alta velocità utensili in metallo duro (detti Widia). Composti disidratanti per vernici, lacche ed inchiostri. Polveri per il rivestimento di porcellane e smalti. BEI 15 microgrammo/L nelle urine.</p>	<p>Alterazioni di carattere neurologico come tremore delle mani, mancanza di coordinazione, declino cognitivo, depressione, vertigini e perdita della capacità uditive e visive accanto ai più noti effetti cardiaci (aritmie e cardiomiopatie),endocrini o di natura allergica.</p>
Cr	<p>Utilizzi del cromo e dei suoi composti: In metallurgia è presente in molte leghe come nell'acciaio inox, nell'alluminio anodizzato e viene utilizzato per la cromatura.</p> <p>E' presente in smalti e vernici.</p> <p>Utilizzato nella conciatura del cuoio e come catalizzatore per la cottura dei mattoni.</p> <p>Vie di ingresso: inalatoria, ingestione e contatto dermico.</p>	<p>Congiuntiviti croniche. Dermatiti. Laringiti croniche, bronchiti e asma. Lesioni epatiche e disturbi a carico del tratto gastrointestinale.</p> <p>Tumori ai seni paranasali e al polmone.</p> <p>Gruppo 1 IARC</p>
Cu	<p>Macchine per bibite, algicidi, emodialisi, spirali anticoncezionali, uso prolungato di pillola contraccettiva, utensili in rame.</p>	<p>Malattia di Wilson, depressione, psicosi, arteriosclerosi, ipertensione, disturbi epatici, renali, poliartrite, anemia ferropriva.</p>
Mn	<p>E 'utilizzato per la produzione di acciaio al carbonio , acciaio inossidabile, acciaio ad alta temperatura , e acciaio per utensili , per la ghisa e superleghe, nei fuochi d'artificio, nei fertilizzante, nelle vernici e nei cosmetici.</p> <p>Vie di ingresso: inalatoria, ingestione e contatto dermico.</p>	<p>Manganismo: alterazione del sistema nervoso periferico. Difetti di coagulazione del sangue, intolleranza al glucosio.</p>
Ni	<p>Alimenti: grassi idrogenati, frutti di mare, cereali, legumi, cavolo.</p> <p>Carburanti, utensili in acciaio.</p>	<p>Embolia polmonare, difficoltà respiratorie, asma e bronchite cronica, reazione allergiche della pelle, tumore al polmone.</p>

	<p>La via alimentare è la principale fonte di esposizione al nichel (acqua e alimenti). Si può anche essere esposti a nichel respirando aria o fumo di tabacco.</p> <p>Contatto dermico: metalli contenenti nichel, così come, metalli placcati con nichel (monete). Bigiotteria.</p>	Gruppo 1 IARC.
Pd	<p>Presenza di materiali dentari; contatto con placcature a base di Pd in bigiotteria e piercing; residenza vicino a zone a traffico elevato.</p> <p>Si trova nelle marmitte catalitiche con altri PGE (indicatore di esposizione a traffico veicolare). Incremento ambientale rispecchia il crescente utilizzo di questo metallo nelle marmitte catalitiche per automobili (più conveniente)</p> <p>Materiale odontoiatrico (ponti e corone).</p>	Non ha un profilo tossicologico rilevante
Pt	<p>Negli ultimi anni si è riscontrato un leggero aumento del platino presente nell'ambiente a causa dell'uso del platino nelle marmitte catalitiche delle automobili.</p>	<p>Alterazioni del DNA, cancro, danni all'intestino e reni.</p> <p>I sintomi da contaminazione da platino possono essere: dermatiti, irritazione delle mucose, dispnea e asma (per inalazione di polveri o sali di platino), aumento delle reazioni allergiche croniche, nefrosi e immunosoppressione (dai sali di diammina di platino).</p>
Sb	<p>L'antimonio è solitamente miscelato con altri metalli come il piombo e zinco per formare miscele di metalli chiamati leghe. Queste leghe sono usati accumulatori, saldatura, lamiere e tubi di metallo, cuscinetti, fusioni di metallo.</p> <p>Si può essere esposti a antimonio respirando aria, acqua potabile, e mangiare cibi che lo contengono.</p>	Danni cardiaci, polmonari, diarrea, vomito, ulcera allo stomaco.
Sn	<p>Per molto tempo le leghe Pb-Sn sono state le uniche utilizzate per la brasatura, comunemente indicata come "saldatura a stagno". Lo stagno entra nella composizione di numerose leghe a basso punto di fusione impiegate nella saldatura di metalli, in circuiti elettrici, in sistemi di allarme antincendio e nelle leghe antifrizione (a base di stagno, rame, antimonio oppure alluminio) usate soprattutto nell'industria automobilistica.</p>	Irritazione agli occhi e alla pelle, emicrania, dolori di stomaco, difficoltà ad urinare.
Tl	<p>L'esposizione al tallio si verifica principalmente attraverso i processi industriali che comportano combustione del carbone e le fonderie. Usato, in</p>	<p>Danni allo stomaco, al sistema nervoso, all'apparato cardiocircolatorio, al fegato.</p> <p>Alte dosi (avvelenamento) può provocare sintomi gastrointestinali con insufficienza</p>

	passato, come veleno per topi.	multiorgano, lesioni neurologiche. Esposizioni croniche possono causare perdita di peso, artralgie e polineuropatie.
V	Sorgenti di esposizione occupazionale al vanadio sono la pulizia delle caldaie, la produzione di pentossido di vanadio e molti processi metallurgici. Alcuni integratori alimentari.	Disturbi cardiaci e cardiovascolari, infiammazioni allo stomaco ed intestino. I lavoratori esposti possono soffrire di irritazioni agli occhi ed al tratto respiratorio. Gli studi indicano che il vanadio interferisce con il metabolismo del glucosio.
Zn	Galvanizzazione dei metalli. Lo zinco si usa per prevenirne la corrosione. Lo zinco si usa in leghe come l'ottone, in varie leghe per la saldatura. L'ossido di zinco si usa come pigmento bianco nei colori e nelle vernici ad acqua, il cloruro di zinco è usato come deodorante. Lo zinco metallico è compreso nella maggior parte degli integratori vitaminici e minerali sul mercato. Lo zinco si usa nelle leghe per la produzione di oreficeria e argenteria.	Elevati livelli di Zn possono causare anemia, danni al pancreas e diminuire i livelli di HDL.