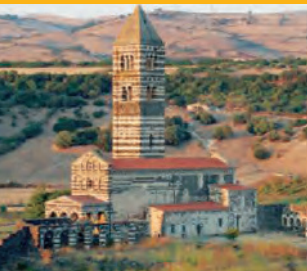
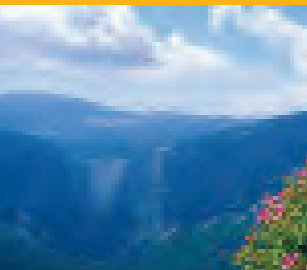
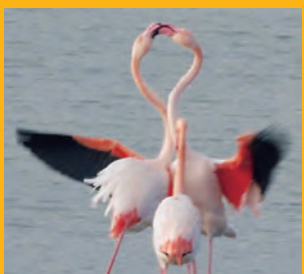


# 45°

Congresso Nazionale



**SOCIETÀ ITALIANA DI IGIENE**  
*Medicina Preventiva e Sanità Pubblica*



## PREVENZIONE E SANITÀ PUBBLICA AL SERVIZIO DEL PAESE

**l'Igienista verso le nuove  
esigenze di salute**

**3/6 ottobre 2012**

**Forte Village Resort**  
*Santa Margherita di Pula,*  
*Cagliari*



**ATTI**

## P13 Igiene dell'ambiente e dell'edilizia

P13.1 - 355

### VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEL BORO SULLA SALUTE NELLA SICILIA ORIENTALE

Fiore M.<sup>[1]</sup>, Arena G.<sup>[1]</sup>, Copat C.<sup>[1]</sup>, Oliveri Conti G.M.<sup>[1]</sup>, Fallico R.<sup>[1]</sup>, Ledda C.<sup>[1]</sup>, **Furnari R.\*<sup>[1]</sup>**, Grasso A.<sup>[1]</sup>, Sciacca S.<sup>[1]</sup>, Maieli Diaz J.A.<sup>[1]</sup>, Ferrante M.<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>Dipartimento "G.F. Ingrassia" Igiene e Sanità Pubblica - Università degli Studi di Catania ~ Catania

**SOMMARIO:** Il valore di parametro fissato dal DLgs 31/01 per il boro è pari a 1 mg/L, questa scelta scaturisce dall'applicazione del principio di precauzione in quanto non si ha evidenza scientifica degli effetti sulla salute a concentrazione superiore a 1 mg/L. Gli studi che riportano dati relativi agli effetti sulla salute non sono supportati da significatività statistica e, comunque, non si evincono particolari pericoli per la salute.

**METODI:** Negli ultimi tre anni abbiamo monitorato in alcuni pozzi e sorgenti della Sicilia Orientale il tenore di boro ed i risultati, relativi ai campioni non conformi, rilevano un contenuto medio di boro che va da 1,09 a 2,33 mg/L. Di conseguenza abbiamo voluto valutare l'impatto sulla salute del boro contenuto nell'acqua potabile attraverso la correlazione tra il tenore di boro in campioni di sangue intero in un gruppo di individui sani e il contenuto di boro nell'acqua potabile insieme ai dati di natalità, mortalità e rapporto nati maschi/femmine in zone a differente contenuto di boro nell'acqua potabile.

**RISULTATI:** Un totale di 299 individui maschi hanno partecipato allo studio. Gli uomini abitanti nelle aree con più di 1 mg/L di boro nelle acque potabili avevano elevati ma non significativi livelli di boro ematico quando comparati con quelli abitanti in aree con livelli di boro inferiori a 1 mg/L (24,4 vs 21,7 mcg/g,  $p > 0,71$ ). Il ratio di natalità standardizzato rispetto alla popolazione italiana generale era rispettivamente 1,05, 1,16 e 1,34 per le zone a basso, medio e alto contenuto di boro. Il tasso di natalità nelle aree ad alta concentrazione di boro era più basso di quello delle aree a bassa concentrazione e in tutte le zone indagate risulta superiore a quello della popolazione italiana ( $p < 10^{-4}$ ). Il ratio di mortalità standardizzato rispetto alla popolazione italiana generale era rispettivamente 0,87, 0,93 e 0,63 per le aree a basso, medio e alto contenuto di boro. Il tasso di mortalità nelle aree ad alta concentrazioni di boro era più basso di quello delle aree a bassa concentrazioni e in tutte le zone indagate risulta inferiore a quello della popolazione italiana ( $p < 10^{-4}$ ). Nessuna differenza statistica è stata osservata nel rapporto tra i sessi nelle tre zone.

**CONCLUSIONI:** Nel nostro studio, abbiamo osservato un aumento dei livelli di boro nel sangue degli individui che vivono nella zona a più alto livello di boro, ciò concorda con i risultati di altri Autori. Nel 2011 il Parlamento europeo ha posto un quesito sul limite del boro nelle acque destinate al consumo umano, allo scopo di aumentarlo a 2,4 mg/L, i risultati della nostra ricerca depongono per l'applicabilità di questo nuovo limite.

**RELAZIONE:** Le acque sotterranee in Italia rappresentano la più grande risorsa; più dell'80% di acqua destinata al consumo umano è acqua di falda. L'introduzione della direttiva 98/83/CE, concernente la qualità delle acque destinate a consumo umano, ha posto problemi di non conformità per alcuni dei più frequenti contaminanti naturali delle acque sotterranee italiane, come per esempio il boro per il quale, a causa delle incertezze scientifiche concernenti la natura della contaminazione e gli effetti sulla salute, è stato applicato il principio di precauzione fissando un valore di parametro pari a 1 mg/L.

Il boro è un elemento ubiquitario in natura (1-3). La sua presenza in aria, acqua e suolo può essere dovuta sia a fattori naturali che antropici (4). I fattori naturali comprendono la disgregazione delle rocce vulcaniche, l'aerosol marino e la lisciviazione dei depositi salini (5). I fattori antropici riguardano le diverse applicazioni industriali e medicali dei borati, ad esempio, materiali isolanti, ritardanti di fiamma, vetro boro-silicato, detergenti, cosme-

tici, pesticidi e supplementi vitaminici. Il boro è un elemento essenziale per le piante (6,7) e probabilmente anche per l'uomo (8).

L'esposizione dell'uomo al boro avviene maggiormente attraverso l'alimentazione con una introduzione media giornaliera pari a circa 1,4 mg/die (9). Esso viene facilmente assorbito attraverso gli apparati gastroenterico e respiratorio e il 50% della dose assorbita viene escreta entro 24 ore.

L'esposizione acuta è associata ad effetti irritanti a breve termine delle vie respiratorie superiori (10). Le evidenze riguardo agli effetti sulla salute conseguenti a esposizione professionale o ambientale al boro sono limitate, soprattutto per quanto attiene gli esiti riproduttivi. Pochi studi hanno esaminato questo aspetto e alcuni non hanno riportato effetti avversi (11-13) mentre altri hanno rilevato atrofia testicolare, sterilità (14), e anche una maggiore percentuale di nati femmine (11,15). Un recente studio epidemiologico svolto nel nord della Francia, dove il boro è di origine naturale, non ha confermato l'ipotesi di un effetto deleterio del boro sulla salute dell'uomo in seguito ad esposizione a basse dosi (<1 mg/L) né ha rilevato alcun effetto sul rapporto tra i sessi dei neonati (16).

Obiettivo della nostra ricerca è studiare gli effetti del boro su: mortalità, fertilità e rapporto fra i sessi di una popolazione residente in un'area caratterizzata da livelli di boro nelle acque superiori a 1 mg/L.

#### MATERIALE E METODI.

Il reclutamento della popolazione in studio è stato effettuato applicando il metodo utilizzato da altri Autori (16). In particolare, in occasione della donazione del sangue è stato chiesto ai donatori il consenso a partecipare allo studio e a prelevare un'aliquota di sangue, escludendo i soggetti professionalmente esposti.

I dati relativi ai livelli del boro, dal 1999 al 2011, sono stati estrapolati dalla banca dati del nostro Laboratorio e riguardano le acque sotterranee della zona etnea della Sicilia Orientale. Questi dati sono stati integrati con quelli del database dell'ARPA di Catania. I dati demografici sono stati ottenuti dal database dell'ISTAT 2002-2009.

I comuni dell'area indagata sono stati raggruppati in tre zone a seconda dei differenti livelli di boro delle acque: la zona A considerata non contaminata ( $\leq 0,49$  mg/L), la zona B a basso livello di contaminazione (0,50-0,99 mg/L) e la zona C ad alto livello di contaminazione ( $> 0,99$  mg / L).

I campioni di acqua sono stati raccolti secondo la procedura prevista dai Metodi Ufficiali (17) e il boro è stato misurato mediante ICP/OES. Le informazioni relative ai dati socio-demografici, abitudini e stili di vita sono state raccolte tramite apposito questionario. Anche per la preparazione dei campioni di sangue e per la determinazione dei livelli di boro ematico è stata seguita la metodologia utilizzata da altri Autori (16). In particolare, i livelli ematici di boro sono stati determinati tramite ICP/MS.

La dimensione del campione, almeno 224 soggetti, è stata calcolata considerando una differenza media di 5 mcg/g di sangue con una deviazione standard di 15 mcg/g, un livello alfa del 5% e una potenza dell'80%. L'analisi dei dati è stata effettuata utilizzando SAS, versione 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC).

#### RISULTATI.

Tra i 30 comuni indagati 5 avevano un livello elevato di boro nelle acque potabili, 10 un livello medio e 15 un livello basso o assenza di contaminazione, questi ultimi sono stati considerati come gruppo di riferimento. I suddetti livelli rappresentano le medie relative alle diverse misurazioni effettuate su 287 fonti di acqua di rubinetto nel periodo 1999-2009. Le classi di età (0-14, 14-65 e  $> 65$  anni) risultano paragonabili tra le 3 zone.

I livelli ematici di boro sono stati valutati in 299 uomini. Quattro soggetti sono stati esclusi a causa della loro residenza non coincidente con l'area indagata. L'età media della popolazione in studio era  $40,3 \pm 10,9$ . Il 72,0% dei partecipanti risultavano residenti nello stesso luogo da più di 15 anni. Il 35,9% dei soggetti reclutati beveva solo acqua minerale. La media dei livelli ematici di boro era pari a  $24,1 \pm 28,9$  mcg/g. I livelli ematici di boro per le zone B e C erano molto simili quindi sono stati raggruppati. Considerando solo i soggetti che bevevano acqua di rubinetto non sono state rilevate differenze significative fra i livelli ematici di boro dei residenti nella zona A ri-

petto alle zone B e C (24,4 vs 21,7 mcg/g,  $p > 0,71$ ).

Il tasso di natalità era pari al 12,8‰ nei comuni ad alto contenuto di boro. Il rapporto standardizzato di natalità era rispettivamente 1,05, 1,16 e 1,34 per le zone a basso, medio e alto contenuto di boro, ovvero il tasso di natalità in tutte le zone indagate risulta superiore a quello della popolazione italiana ( $p < 10^{-4}$ ).

Il tasso di mortalità era simile nelle tre zone. Il rapporto standardizzato di mortalità era rispettivamente 0,87, 0,93 e 0,63 per le aree a basso, medio e alto contenuto di boro. Il tasso di mortalità in tutte le zone indagate risulta inferiore a quello della popolazione italiana ( $p < 10^{-4}$ ).

Nessuna differenza statistica è stata osservata nel rapporto tra i sessi tra le tre zone.

#### CONCLUSIONI.

I risultati della nostra ricerca sono sovrapponibili a quelli ottenuti in uno studio francese (16).

E' noto che gran parte del boro disciolto nelle acque sotterranee della zona vulcanica etnea è legata alle sue caratteristiche geomorfologiche, perciò la popolazione residente è stata esposta al boro per decenni (18,19).

Nel 2011 il Parlamento europeo ha posto un quesito sul limite del boro nelle acque destinate al consumo umano, allo scopo di aumentarlo a 2,4 mg/L come indicato dall'OMS (20).

I risultati della nostra ricerca depongono per l'applicabilità di questo nuovo limite.

#### BIBLIOGRAFIA:

1. Wyness A, Parkmana, R, & Nealb C. A summary of boron surface water quality data throughout the European union. *The Science of the Total Environment* 2003;(314–316), 255–269.
2. Woods W. An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. *Environ Health Perspect* 1994;102(7):5–11.
3. Howe P. A review of boron effects in the environment. *Biol Trace Elem Res* 1998;66(1–3):153–66.
4. Akar, D. Potential boron pollution in surface water, crop, and soil in the Lower Buyuk Menderes Basin. *Environmental Engineering Science* 2007; 24(9), 1273–1279.
5. Christ CL, Harder H. Boron. In: Wedepohl KH, editor. *Handbook of geochemistry*, vol 11y1, elements H(1) to Al(13). Berlin: Springer, 1978. p. 5-A-1 –5-O-10.
6. Richold M. Boron exposure from consumer products. *Biol Trace Elem Res* 1998;66(1–3):121–9.
7. Jahiruddin M, Smart R, Wade AJ, et al. Factors regulating the distribution of boron in water in the River Dee catchment in north east Scotland. *Sci Total Environ* 1998;(210-211):53 –62.
8. Park M, Li Q, Shcheynikov N, et al. NaBC1 is a ubiquitous electrogenic Na<sup>+</sup>-coupled borate transporter essential for cellular boron homeostasis and cell growth and proliferation. *Mol Cell* 2004;16(3):331–41.
9. Anderson D, Cunningham W, Lindstrom T. Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, Cl, and NaCl in foods. *J Food Compost Anal* 1994;7:59–82.
10. Wegman D, Eisen E, Hu X, et al,. Acute and chronic respiratory effects of sodium borate particulate exposures. *Environ Health Perspectives* 1994;102:119-128.
11. Sayli B. An assessment of fertility in boron-exposed Turkish subpopulations: 2. Evidence that boron has no effect on human reproduction. *Biol Trace Elem Res* 1998;66(1–3):409–22.
12. Whorton D, Haas J, Trent L. Reproductive effects of inorganic borates on male employees: birth rate assessment. *Environ Health Perspect* 1994;102(7):129–31.
13. Korkmaz M, Yenigün M, Bakırdere S, et al. Effects of chronic boron exposure on semen profile. *Biological Trace Element Research* 2011;143 (2):738-750.
14. Niu T, Kasparov A, Strongina O. Effect of boric acid on the sexual function in males. *Gig Tr Prof Zabol* 1972;16(11):13–6.
15. Şayli B. Assessment of fertility and infertility in boron-exposed Turkish subpopulations: 3. Evaluation of fertility among sibs and in "borate families". *Biological Trace Element Research* 2001;81(3):255-267.
16. Yazbeck C, Kloppmann W, Cottier R, et al. Health impact evaluation of boron in drinking water: A geograph-

ical risk assessment in Northern France. *Environmental Geochemistry and Health* 2005;27(5-6):419-427.

17. Metodi di campionamento. Metodi analitici per le acque. APAT Manuali e Linee Guida 29/2003. Metodo 1030. Roma, Italy: APAT-IRSA CNR. 2003;1:75-85.

18. Vengosh A, Weinthal E, Kloppmann W. Natural boron contamination in Mediterranean groundwater. *Geotimes*, 2004; 49(5):20-25.

19. Pennisi M, Leeman W, Tonarini S, et al. Boron, Sr, O, and H isotope geochemistry of groundwaters from Mt. Etna (Sicily)-hydrologic implications. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2000;64(6):961-974.

20. WHO 2009. Boron in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.