

CONGRESSO S.It.I. UMBRIA  
Foligno 22 Giugno 2024



# ACQUA E PATOLOGIE CRONICO-DEGENERATIVE

**Massimo Moretti**



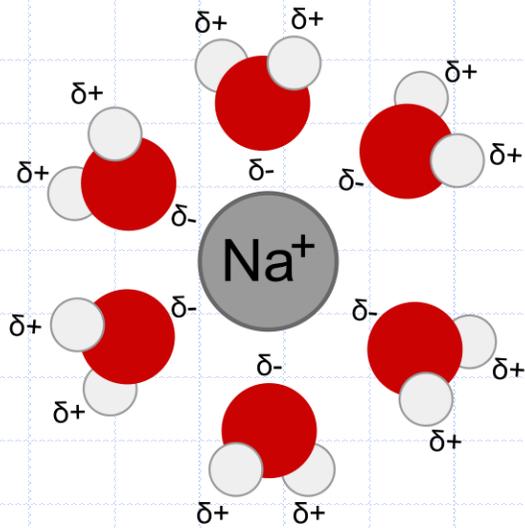
A.D. 1308  
**unipg**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PERUGIA



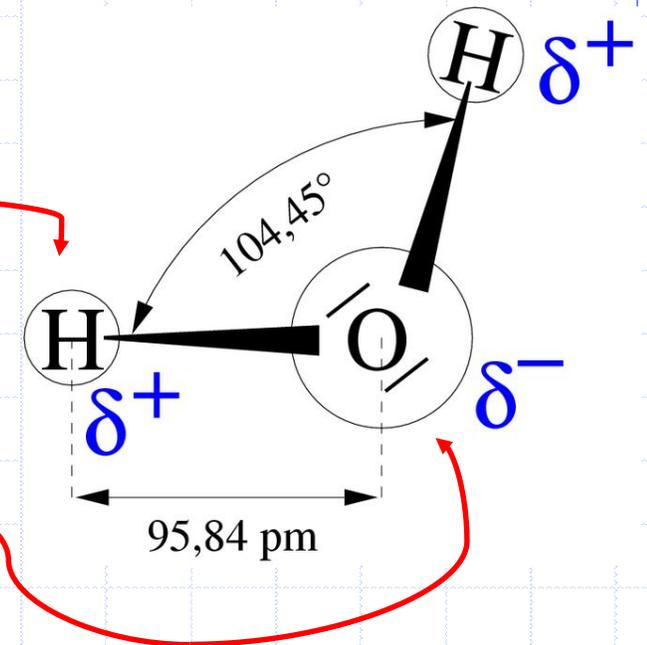
# PREMESSA: ACQUA (H<sub>2</sub>O)

- Il particolare comportamento solvente dell'acqua (H<sub>2</sub>O) è determinato dalla polarità della sua molecola:



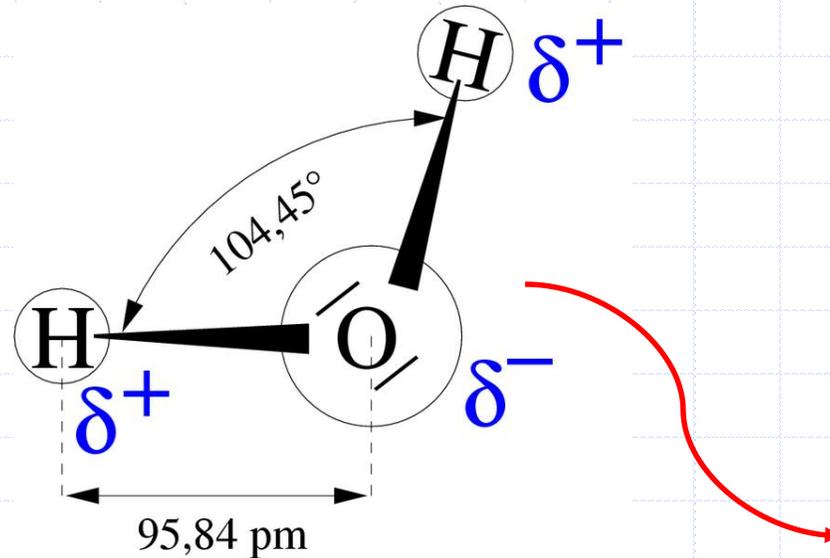
Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 16.000	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.065	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.796
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.387	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine 208.980	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.027	88 Ra Radium 226.025	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium 261	105 Db Dubnium 262	106 Sg Seaborgium 263	107 Bh Bohrium 264	108 Hs Hassium 265	109 Mt Meitnerium 266	110 Ds Darmstadtium 267	111 Rg Roentgenium 268	112 Cn Copernicium 269	113 Nh Nihonium 270	114 Fl Flerovium 271	115 Mc Moscovium 272	116 Lv Livermorium 273	117 Ts Tennessine 274	118 Og Oganesson 276
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.508	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967			
89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium 257.093	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium 262			
Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semi-metal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide								

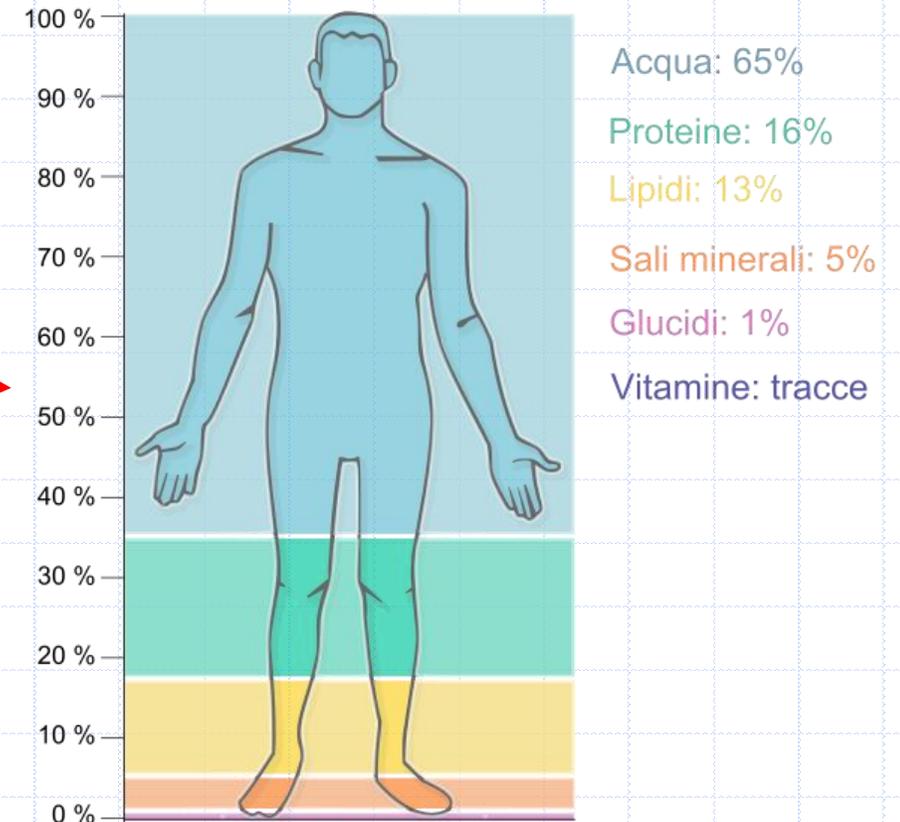


## PREMESSA: ACQUA (H<sub>2</sub>O)

- Il particolare comportamento solvente dell'acqua (H<sub>2</sub>O) è determinato dalla polarità della sua molecola.

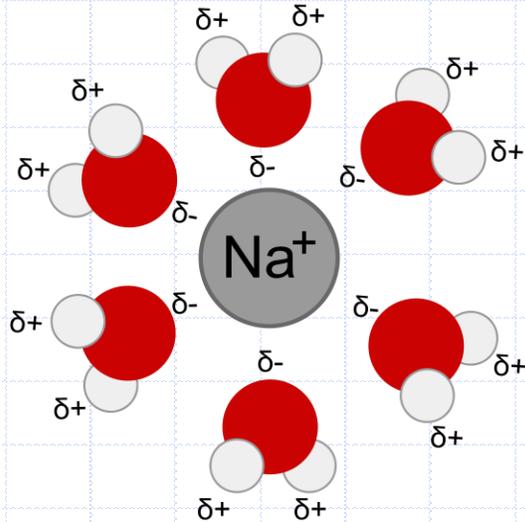


- Da un punto di vista fisiologico il ruolo dell'acqua come **nutriente** è indiscutibile in quanto **indispensabile** per il normale svolgimento dei processi vitali di tutti gli organismi viventi:

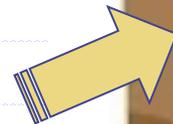


# PREMESSA: ACQUA (H<sub>2</sub>O)

## ☐ Ciclo dell'acqua ...



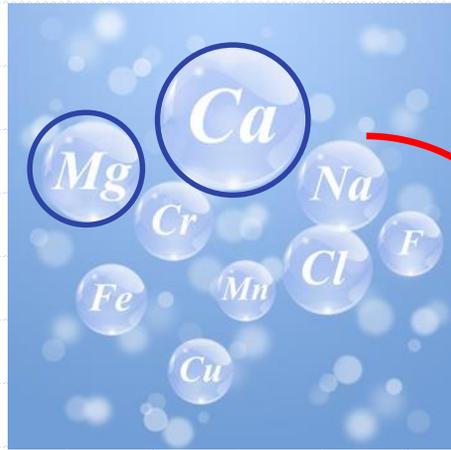
*Solubilizzazione di  
sali minerali  
dagli strati litici*



«Come la pioggia e la neve scendono dal cielo e non vi ritornano senza avere irrigato la terra».  
(Isaia 55,10a)

## PREMESSA: ACQUA (H<sub>2</sub>O)

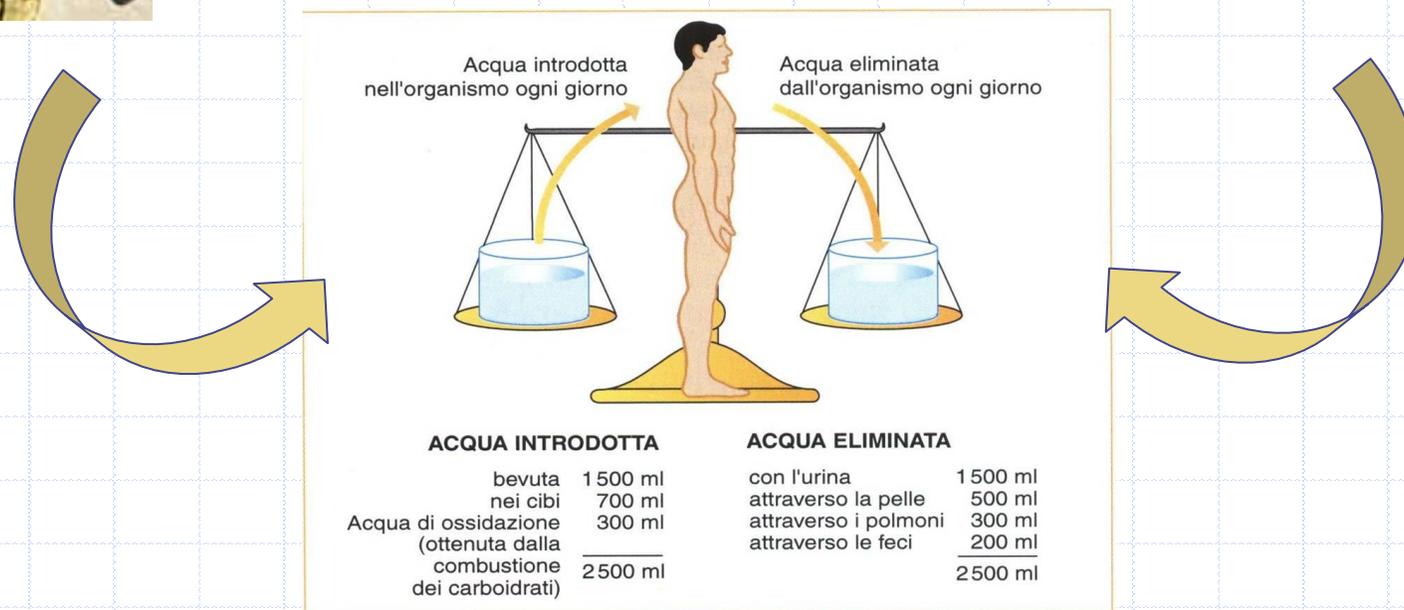
- I soluti, i **sali minerali** (classicamente classificati come: macroelementi, microelementi ed elementi traccia) sono essi stessi **nutrienti**.



- Ciò che usualmente definiamo **«acqua»** è in realtà una soluzione di sali minerali (soluti) disciolti in H<sub>2</sub>O (solvente) che rappresenta, quindi, un vero e proprio **alimento**.



# BILANCIO IDRICO



**BILANCIO IDRICO**  
 $\sim 2 \text{ L persona}^{-1} \text{ giorno}^{-1}$

# BILANCIO IDRICO / FABBISOGNO IDRICO



**FABBISOGNO IDRICO**  
~120-170 L persona<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>

# RISORSE IDRICHE

## □ Inquinamento delle risorse idriche ...

**SVERSAMENTO**



**LIQUAMI URBANI**

Rischio:

- *Biologico*
- *Chimico*



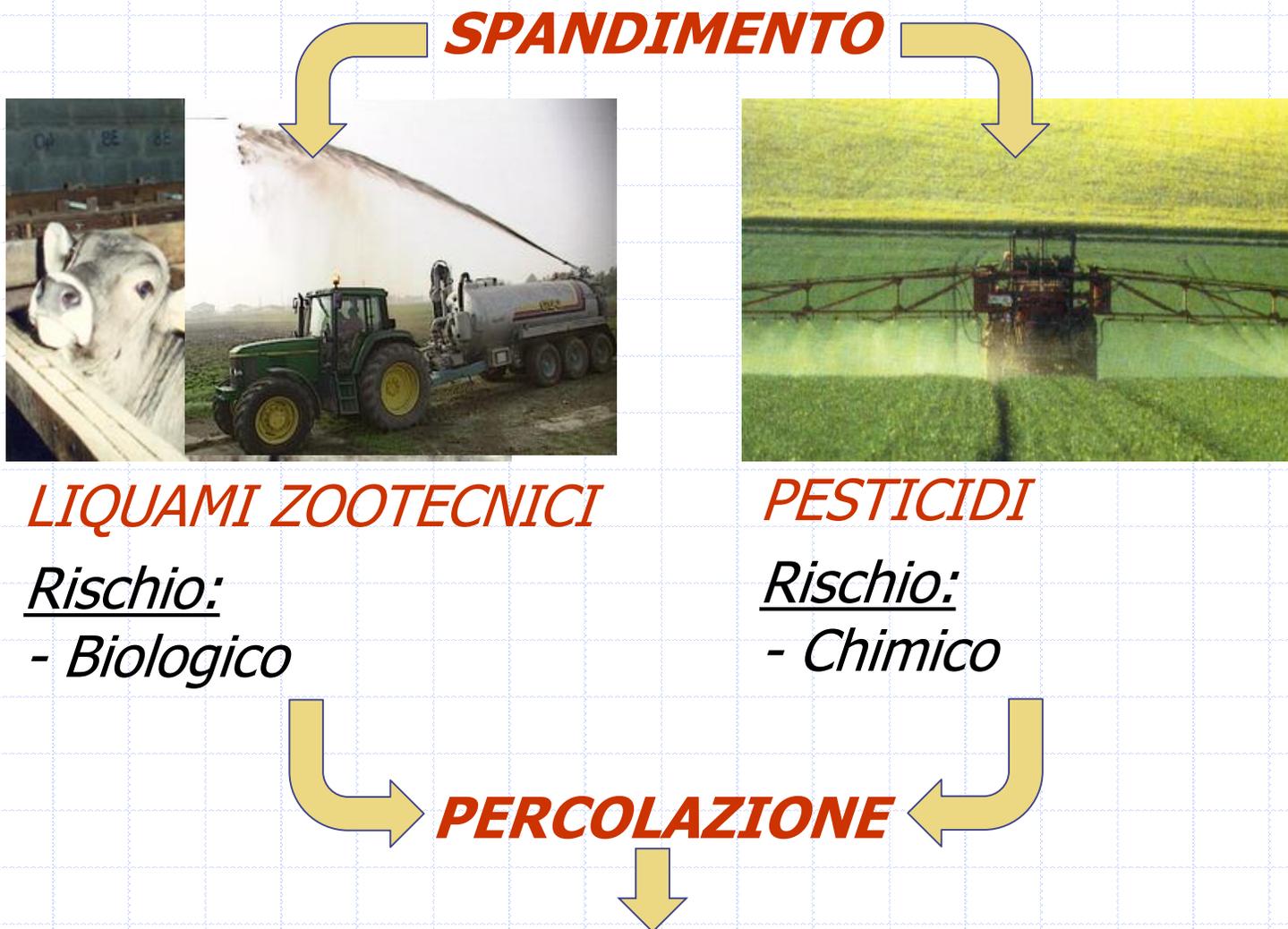
**LIQUAMI INDUSTRIALI**

Rischio:

- *Chimico*

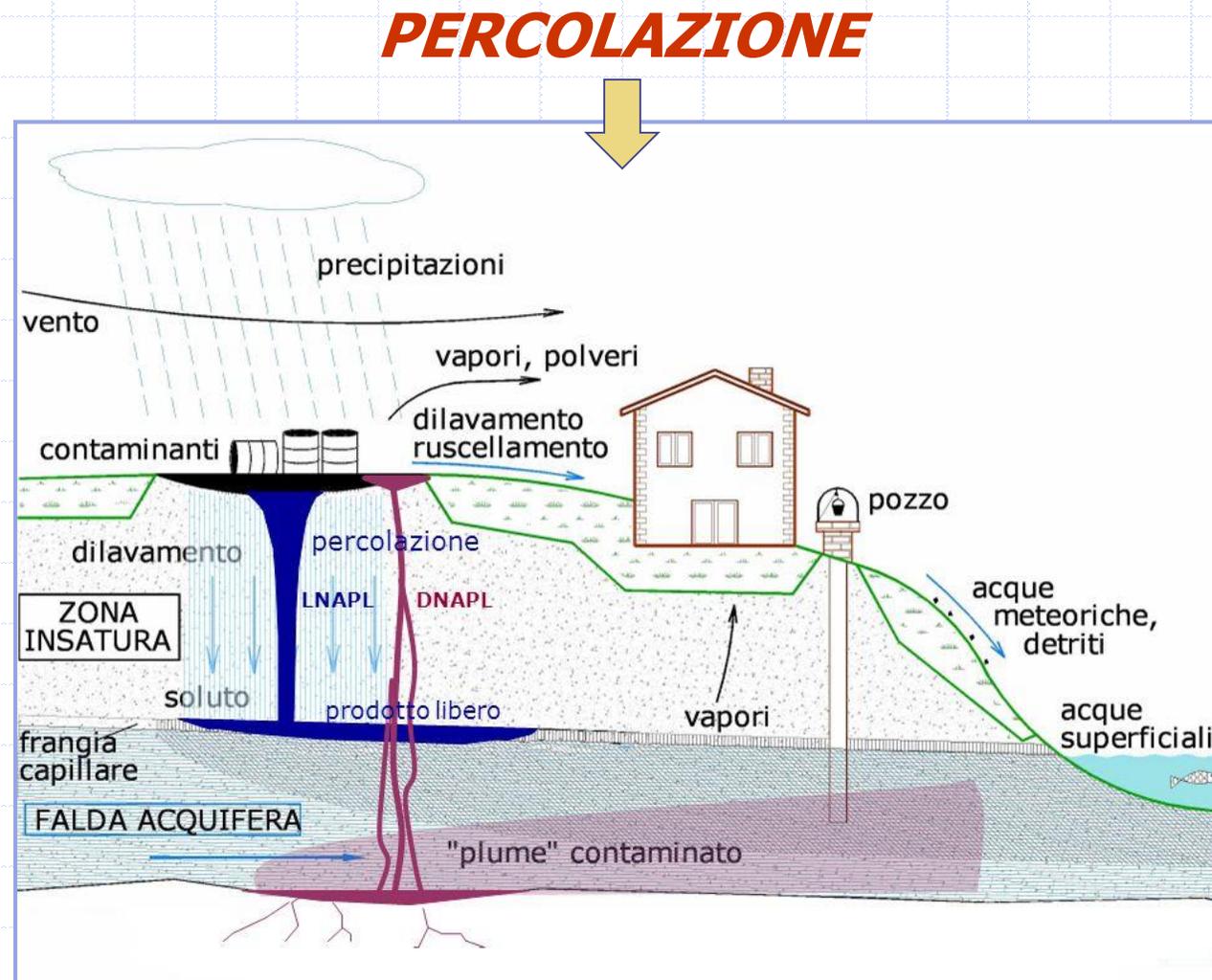
# RISORSE IDRICHE

## □ Inquinamento delle risorse idriche ...



# RISORSE IDRICHE

## □ Inquinamento delle risorse idriche ...



# REQUISITI DI POTABILITÀ

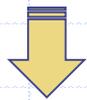
Un'**acqua**, per essere destinata al **consumo umano**, deve possedere tre requisiti principali, usualmente definiti come "**requisiti di potabilità**", per cui deve essere:



# REQUISITI DI POTABILITÀ

Un'**acqua**, per essere destinata al **consumo umano**, deve possedere tre requisiti principali, usualmente definiti come "**requisiti di potabilità**", per cui deve essere:

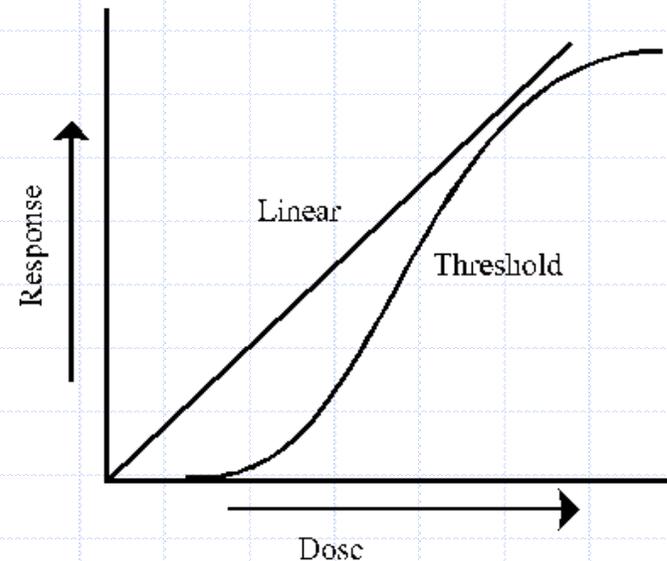
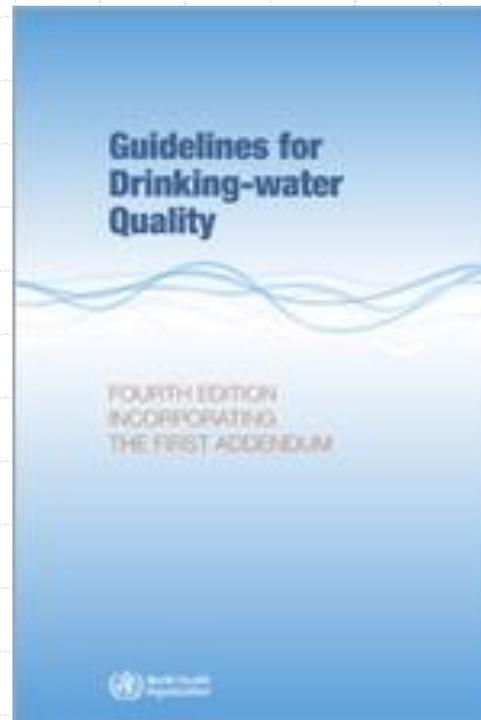
- ❑ **innocua**, ovvero non deve contenere alcuna sostanza e/o microrganismo di qualsiasi origine e natura che possa provocare effetti di danno alla salute umana;
- ❑ **gradevole**, cioè riscuotere la più ampia accettabilità sia dal punto di vista gustativo che olfattivo;
- ❑ **usabile**, deve cioè consentire gli scopi (domestici o industriali) ai quali viene destinata.



**potabile** *agg.* - dal lat. tardo *potabilis*, der. di *potare* "bere"

# CONTAMINANTI CHIMICI

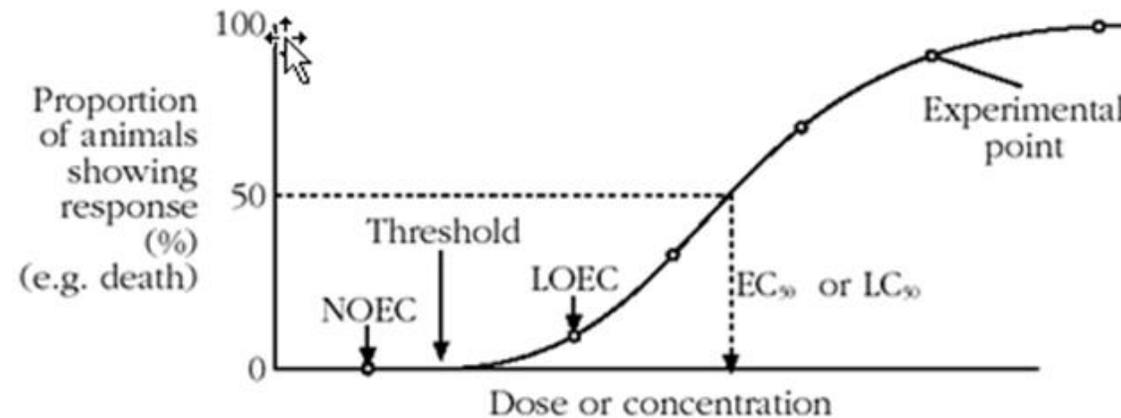
- Secondo principi condivisi internazionalmente e sviluppati nelle linee guida dell'OMS, la protezione della salute umana dagli effetti dell'esposizione a specifiche sostanze chimiche tramite il consumo di acque, nell'arco dell'intera vita, è basata sulla definizione di "valori guida":



# CONTAMINANTI CHIMICI

## Risposta «non-lineare» (con «dose-soglia»):

- ◆ Se i dati sperimentali relativi al *mode of action* suggeriscono che la *tossicità* presenta una *soglia*, la *relazione dose-risposta* sarà “*non-lineare*”:



Si suppone cioè che gli effetti sanitari siano riscontrabili solo al di sopra di una certa dose e si fissa pertanto una “**concentrazione limite**” (*TLV = Threshold Limit Value*):

# CONTAMINANTI CHIMICI

## Risposta «lineare» (senza «dose-soglia»):

- ◆ Se invece i dati sperimentali relativi al *mode of action* suggeriscono che non è possibile definire una *soglia* per la *tossicità* (es. agenti *cancerogeni*) la *relazione dose-risposta* sarà di tipo “*lineare*”:



**SLOPE FACTOR:** Derivation is based on the assumption that every dose poses a risk; there is no safe dose.

C'è sempre un rischio finito e misurabile e si fissa pertanto una “**rischio accettabile**”.

# CONTAMINANTI CHIMICI

## Risposta «lineare» (senza «dose-soglia»):

- ◆ Nelle Linee Guida dell'OMS il rischio accettabile per i contaminanti chimici cancerogeni è pari a:

*$10^{-6}$  DALY per person per year*

approssimativamente equivalente a:

*$10^{-5}$  excess lifetime risk of cancer*

ovvero, **1 caso in eccesso di cancro per 100.000** persone che consumano giornalmente, per un periodo di 70 anni, acqua potabile con una contaminazione corrispondente al target del DALY.

## ACQUA POTABILE E CANCRO



# ACQUA POTABILE E CANCRO

## *CAPTAZIONE DA UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE:*



# ACQUA POTABILE E CANCRO

## 1953 ...

- ❑ Johan Carel Diehl e Solco Walle Tromp pubblicarono i risultati di uno studio epidemiologico (descrittivo) in cui veniva riportata una associazione positiva tra tassi di mortalità per cancro *in toto* e assunzione di acqua potabile di origine superficiale.

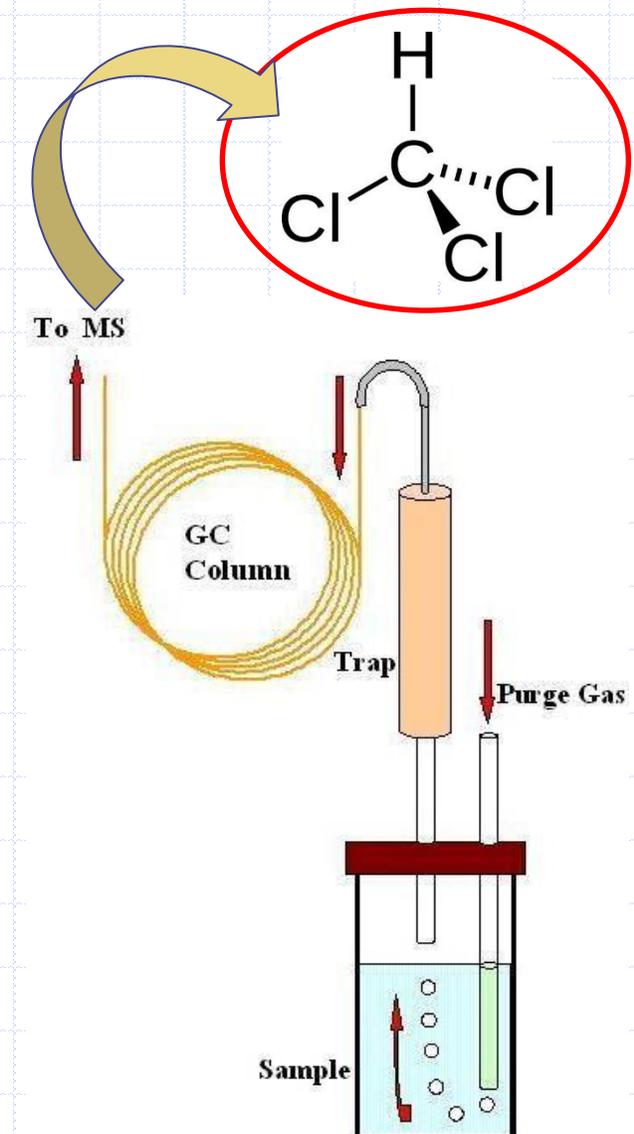


Diehl JC, Tromp SW. (1953) First report on the geographical and geological distribution of carcinoma in the Netherlands. Foundation for the Study of Psycho-Physics; Leiden, NL.

# ACQUA POTABILE E CANCRO

**1971 ...**

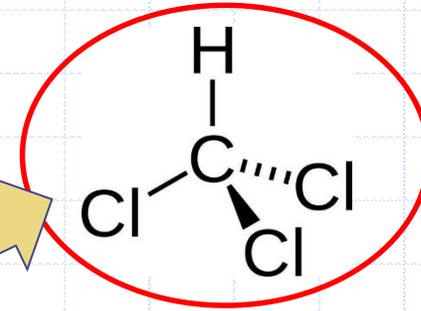
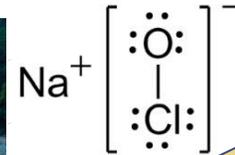
- Thomas A. Bellar, chimico della US EPA, nel 1971, utilizzando un metodo specificamente messo a punto per la determinazione dei VOC («*purge and trap*»), evidenziò la presenza di cloroformio nell'acqua potabile proveniente dagli impianti di depurazione sul fiume Ohio.



Bellar TA, Lichtenberg JJ, Kroner RC. (1974) The occurrence of organohalides in chlorinated drinking waters. *Journal of the American Water Works Association*, 66(12):703-706.

# ACQUA POTABILE E CANCRO

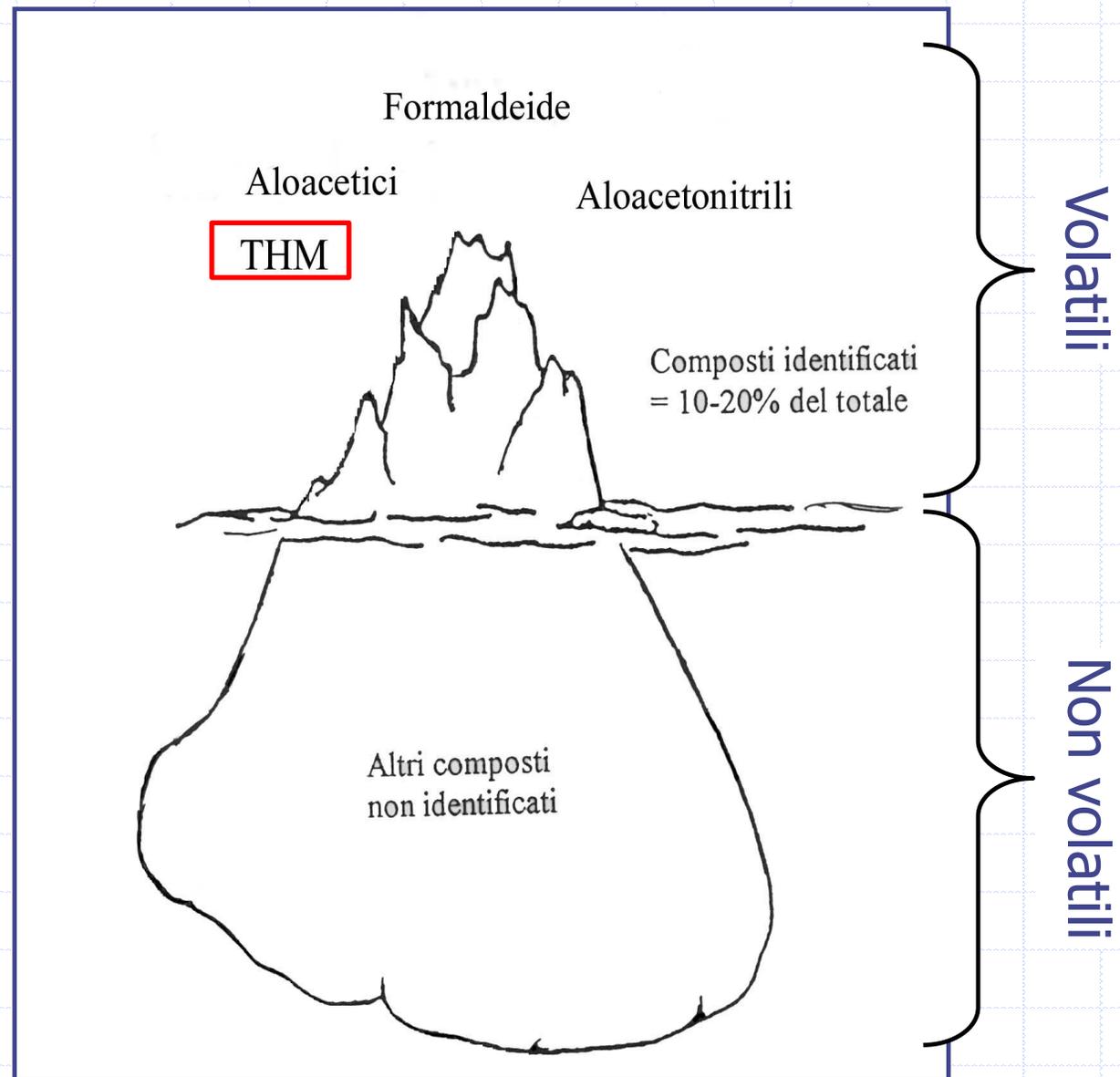
1971 ...



Thomas A. Bellar provò che il cloroformio era un prodotto di neoformazione nell'impianto di potabilizzazione, dato che sostanza che non era presente nell'acqua del fiume prima di essere sottoposta al trattamento di clorazione (sottoprodotto della disinfezione; *disinfection by-product, DBP*).

# ACQUA POTABILE E CANCRO

## DBP ...



Published by Oxford University Press on behalf of the International Epidemiological Association  
© The Author 2010; all rights reserved. Advance Access publication 5 February 2010

*International Journal of Epidemiology* 2010;**39**:733–745  
doi:10.1093/ije/dyp371

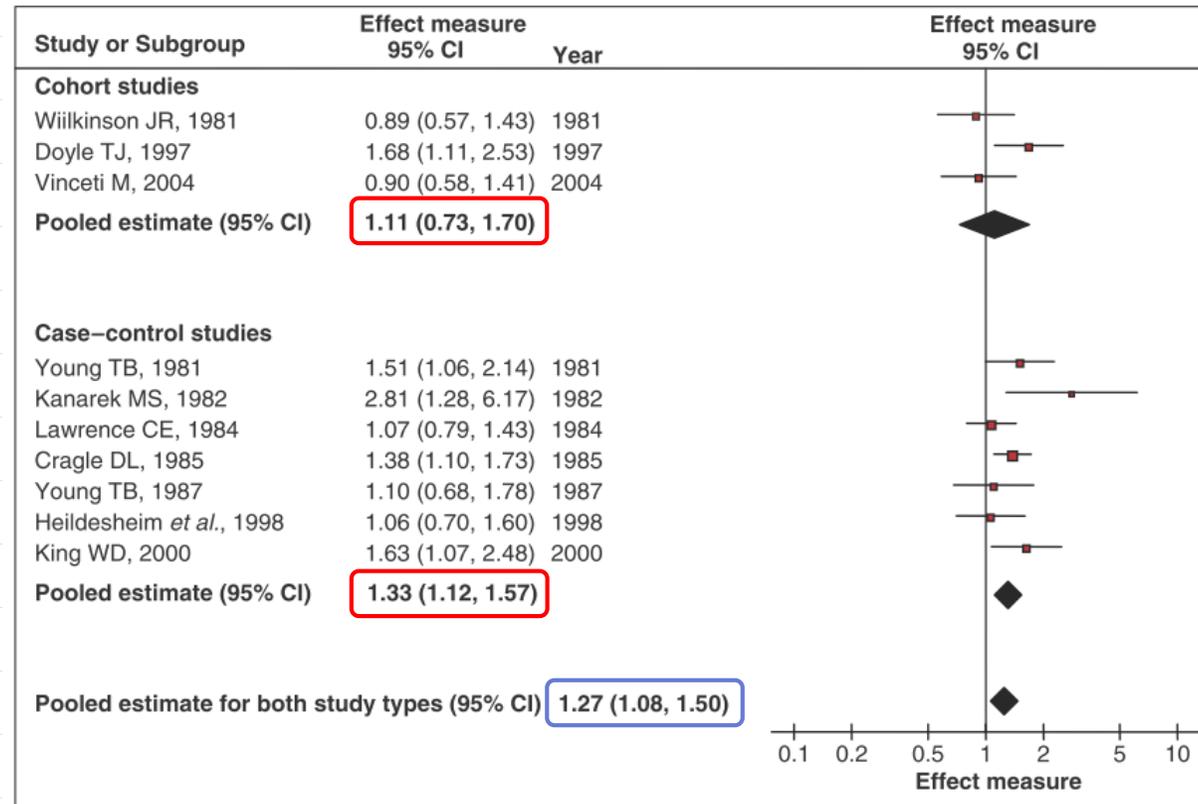
## Disinfection by-products in drinking water and colorectal cancer: a meta-analysis

Md. Bayzidur Rahman,<sup>1,2\*</sup> Tim Driscoll,<sup>1</sup> Christine Cowie<sup>3</sup> and Bruce K Armstrong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Public Health, The University of Sydney, Sydney, NSW, Australia, <sup>2</sup>The School of Public Health and Community Medicine, The University of New South Wales, Sydney, NSW, Australia and <sup>3</sup>Woolcock Institute of Medical Research, Sydney, NSW, Australia

“... since most people drink water containing DBPs and colorectal cancer is common, a possible small association could translate into a large population-attributable risk and a large number of cases”.

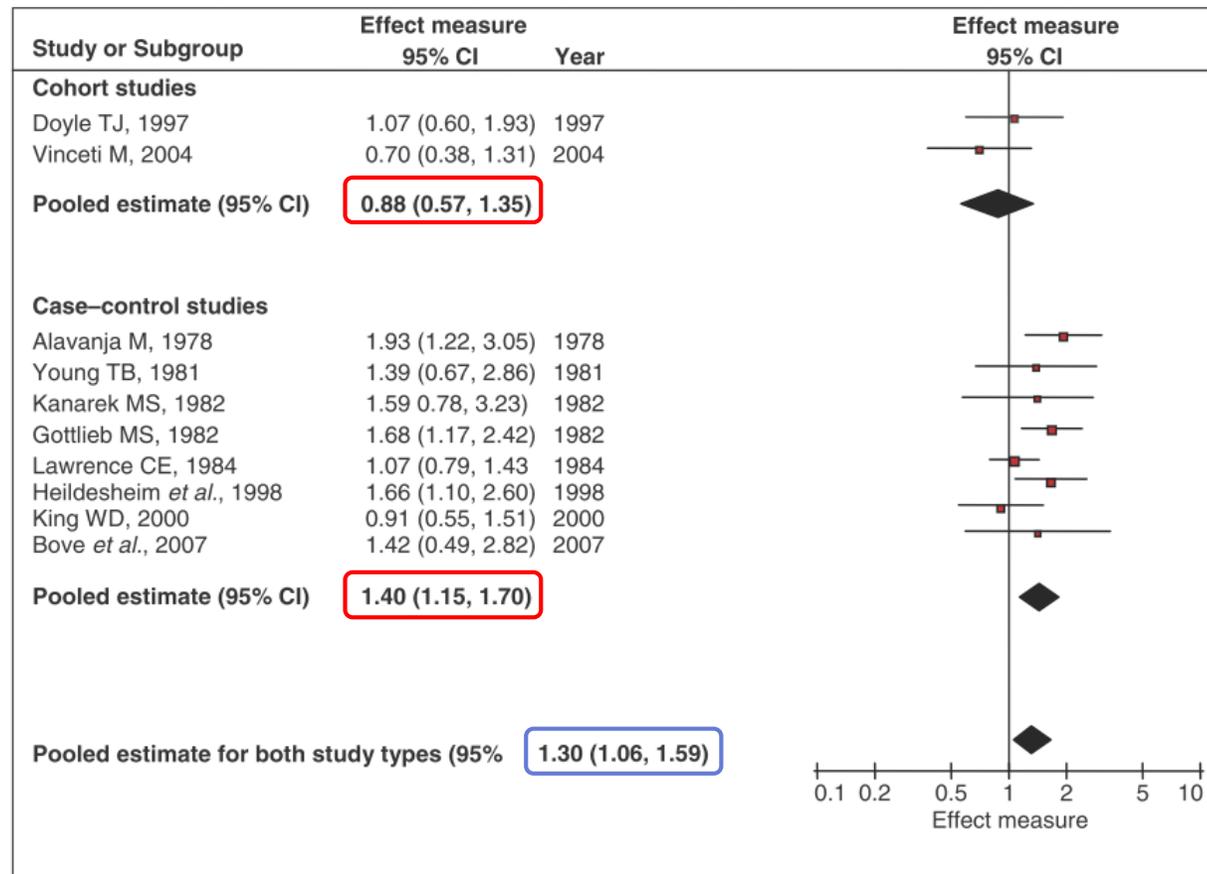
# ACQUA POTABILE E CANCRO



## COLON

- Rahman MB, Driscoll T, Cowie C, Armstrong BK. (2010) Disinfection by-products in drinking water and colorectal cancer: a meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, 39:733–745.

# ACQUA POTABILE E CANCRO



**RETTO**

- Rahman MB, Driscoll T, Cowie C, Armstrong BK. (2010) Disinfection by-products in drinking water and colorectal cancer: a meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, 39:733–745.

# ACQUA POTABILE E CANCRO



*Salmonella typhi*

*Cryptosporidium parvum*

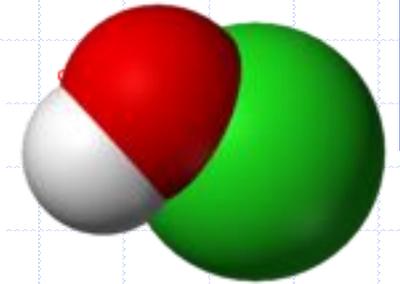


*Yersinia enterocolitica*



*Campylobacter jejuni*

*E. coli O157:H7*

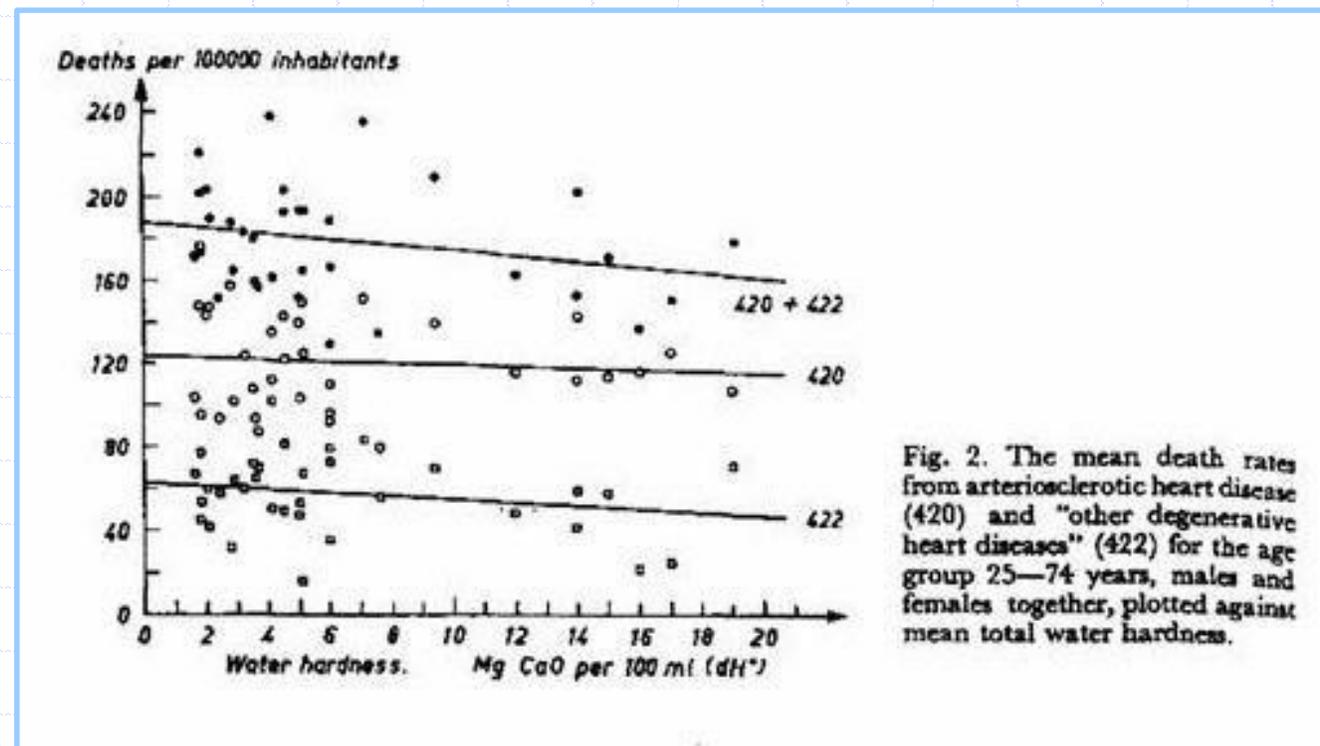


# ACQUA POTABILE E MALATTIE CARDIOVASCOLARI



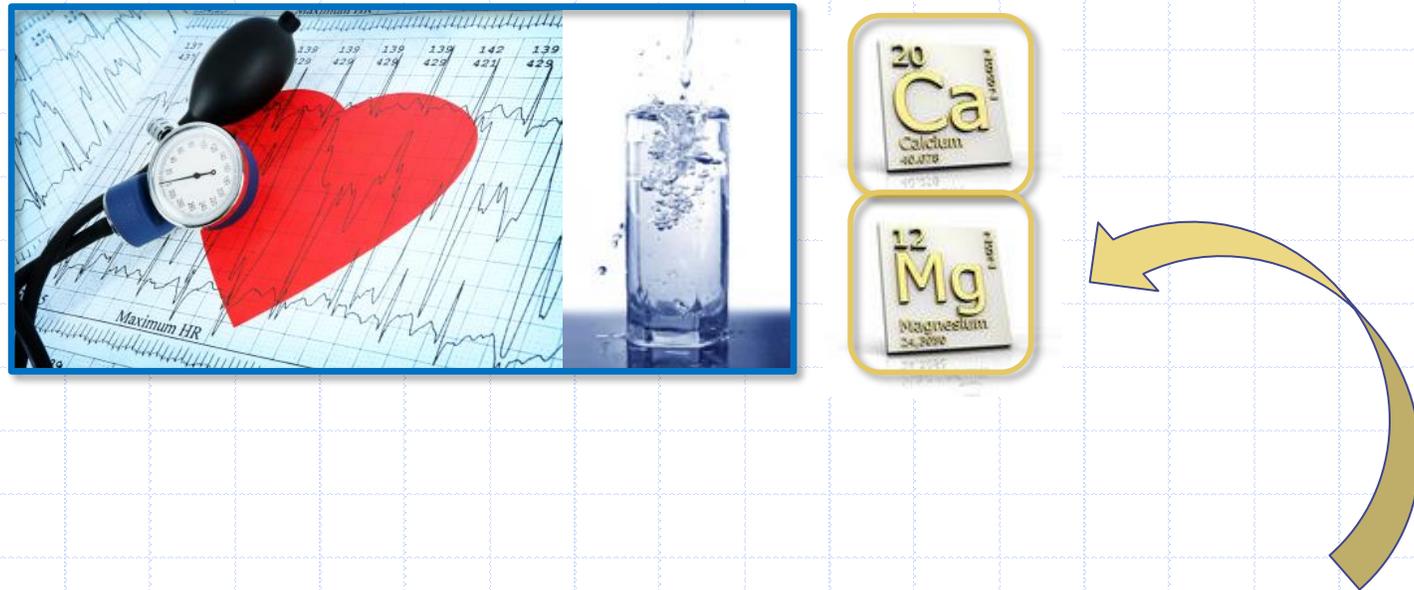
# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

- Nel 1957, Kobayashi et al., in Giappone, hanno messo in evidenza una **correlazione inversa** tra durezza delle acque condottate e mortalità per apoplessia.
- La **correlazione inversa** è stata confermata in numerose indagini successive basate sul parametro «**durezza**»:



# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

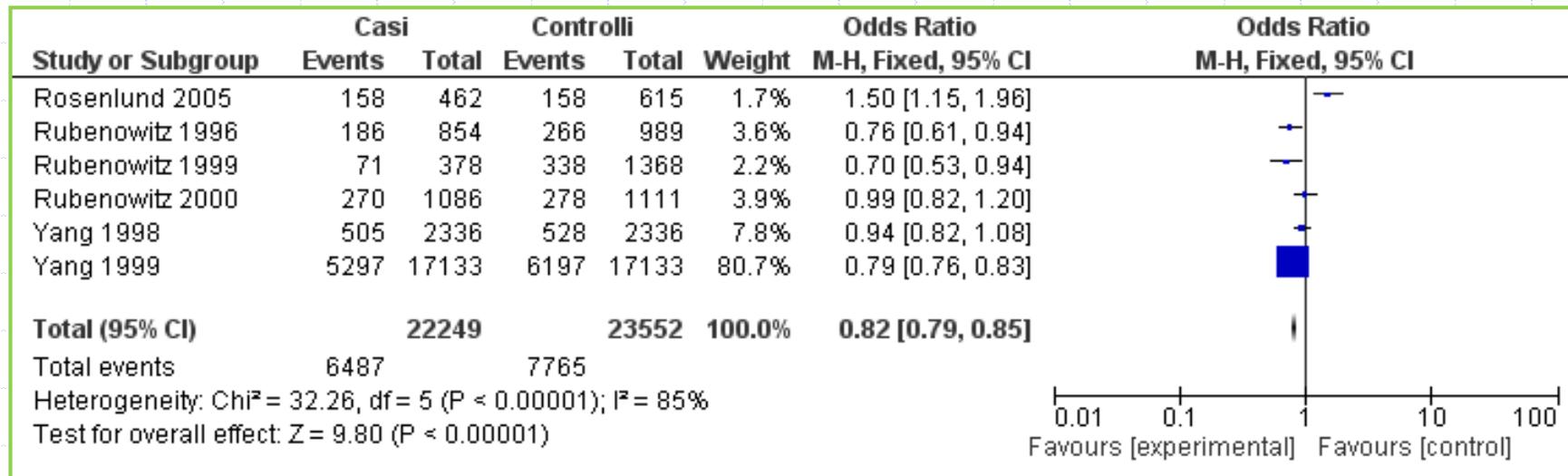
- Ad ogni modo, ben presto si suppose che la **durezza**, probabilmente, non era altro che un ***indicatore*** della presenza di uno o più **elementi/oligoelementi** assunti con l'acqua e in grado di influire sull'equilibrio minerale dell'organismo.



*«A parità di fattori la spiegazione più semplice è da preferire»  
(Guglielmo di Occam)*

# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

- Prevenzione delle malattie cardiovascolari (meta-analisi): acque ricche in **magnesio** (HW) vs. acque minimamente mineralizzate (SW); studi caso-controllo.



> 10 mg/L

# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

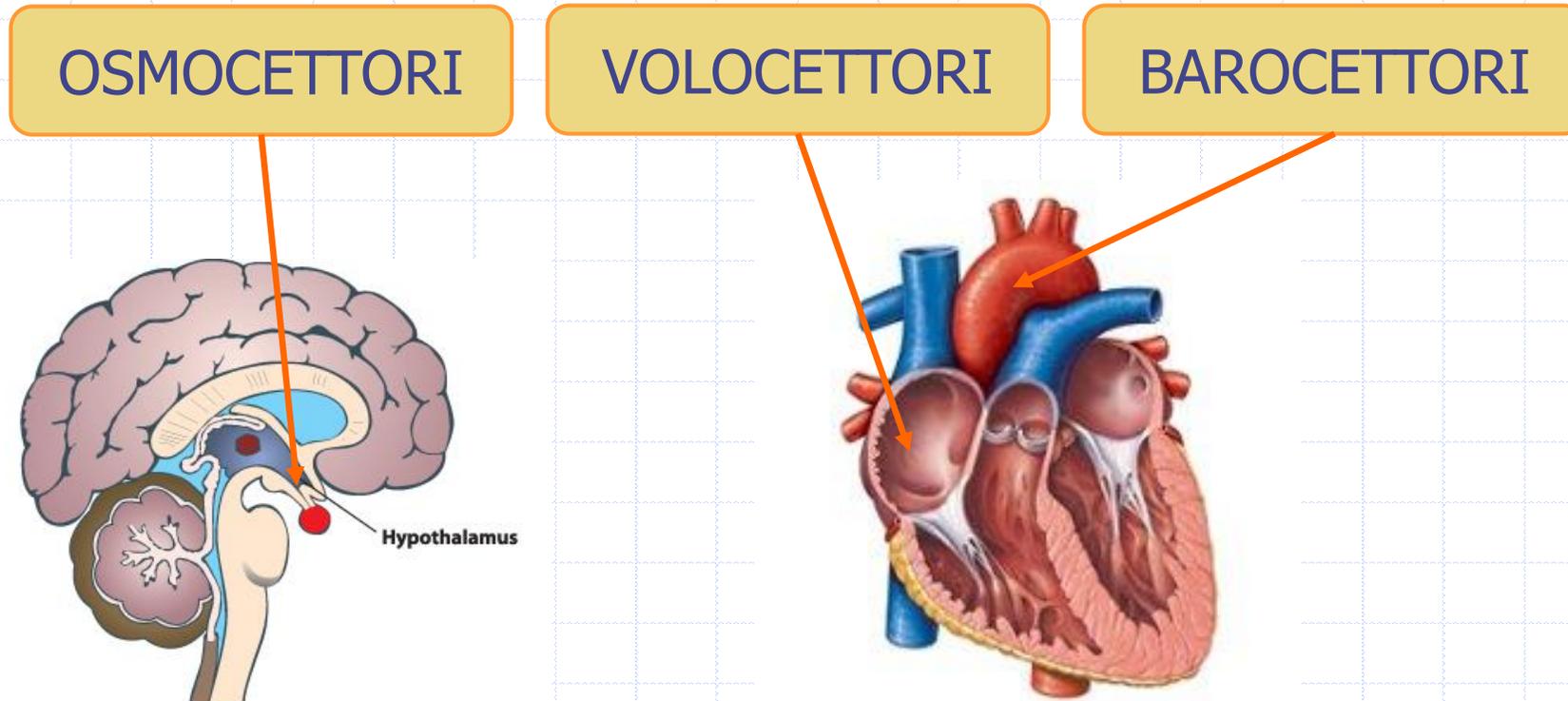
- ❑ La pubblicità propone acque di “bellezza” che sono a **basso/bassissimo contenuto di sodio** e, quindi, con una **scarsissima mineralizzazione**.
- ❑ Acque di questo tipo stimolano fortemente la **diuresi** essendo l'aumentata produzione di urina (**diuresi in quantità nettamente superiore alla quota ingerita**) una risposta fisiologica finalizzata a ridurre la diluizione del sodio ematico.



# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

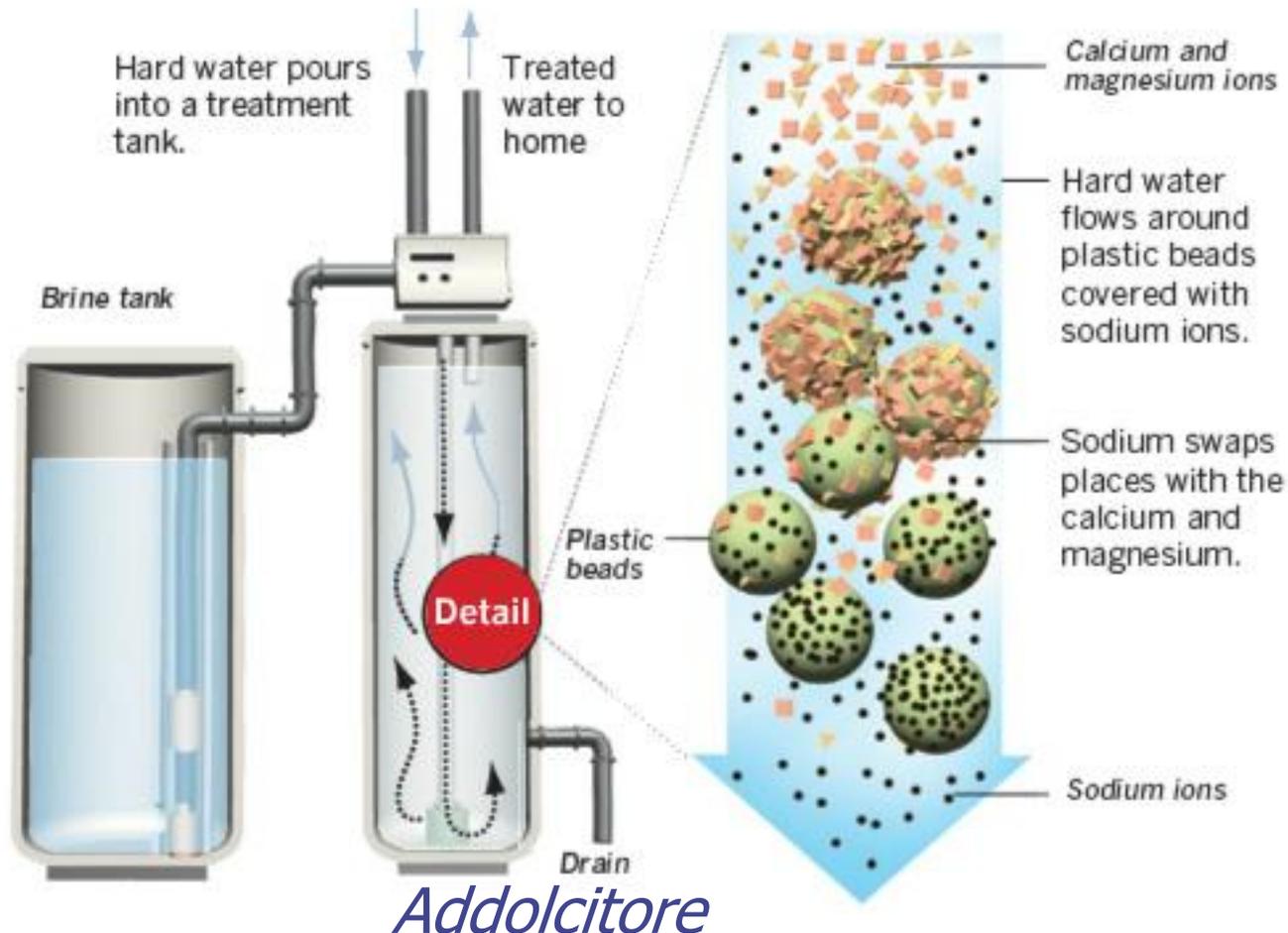
## Bilancio idrico: meccanismi di regolazione

- Il controllo dell'osmolalità ( $\approx 290$  mOsm/L) e del volume di liquido nello spazio extracellulare (LEC; tessuti e plasma):



# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

- ... riconosciuto il valore preventivo del consumo di acqua ricca in sali minerali (e quindi in **calcio** e in **magnesio**) ...



# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

- ... riconosciuto il valore preventivo del consumo di acqua ricca in sali minerali (e quindi in **calcio** e in **magnesio**) ...

## Qualità dell'acqua di rubinetto a Castrocaro Terme e Terra del sole

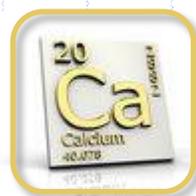
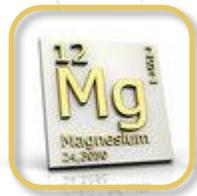
dati 1° semestre 2012	Valori medi rilevati	Limiti di legge
Alcalinità mg/L	218	-
Ammonio mg/L	<0,02	0,50
Calcio mg/L	78	-
Cloruro mg/L	17	250
Conc. ioni idrogeno pH	7,7	6,5 - 9,5
Durezza °F	28	50*
Fluoruro mg/L	0,15	1,50
Magnesio mg/L	21	-
Nitrato mg/L	6	50
Nitrito mg/L	<0,02	0,50
Res. secco a 180° mg/L	310	1500*
Sodio mg/L	15	200
Solfato mg/L	66	250



L'acqua di rubinetto è buona e sicura, fa bene all'ambiente e ti fa risparmiare 300 euro l'anno\*\*

info su tutti i Comuni:  
[www.gruppohera.it/acqua](http://www.gruppohera.it/acqua)

\* la normativa non fissa limiti  
\* valore massimo consigliato  
\*\* famiglia di 3 persone  
\*\* consumo acqua di bere: 0,30 €/l



$$\text{Ca}^{++} = 78 \text{ mg/L} = 1,95 \text{ mmoli/L}$$

$$\text{Mg}^{++} = 21 \text{ mg/L} = 0,86 \text{ mmoli/L}$$

---


$$\text{Na}^+ = 5,62 \text{ mmoli/L}$$

$$\text{Na}^+ = 129,21 \text{ mg/L (addolcitore)}$$

$$= 15,00 \text{ mg/L (acqua)}$$

---


$$\text{Na}^+ = 144,21 \text{ mg/L}$$

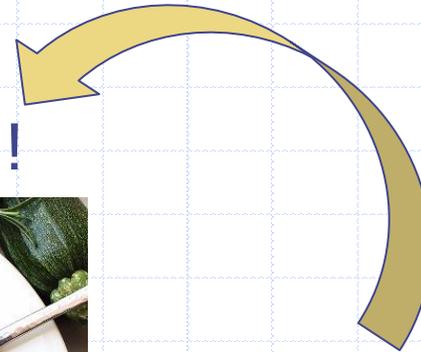


# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

- ❑ ... riconosciuto il valore preventivo del consumo di acqua ricca in sali minerali (e quindi in **calcio** e in **magnesio**) ...

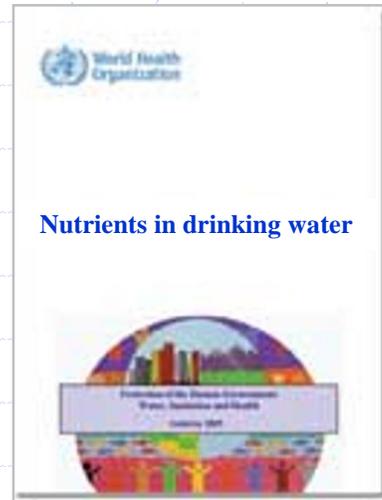


Na<sup>+</sup> !!!



# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

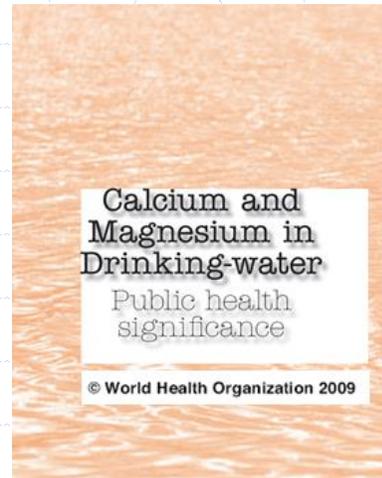
## CONCLUSIONI ...



- ❑ ... viene evidenziato il ruolo essenziale dell'acqua potabile nell'apporto di nutrienti minerali e, in linea generale, viene rimarcato il beneficio del consumo di acque dure sulla riduzione dell'incidenza di malattie cardiovascolari, ascrivibile principalmente alla presenza di magnesio.

# ACQUA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI

## CONCLUSIONI ...



- ❑ ... viene evidenziata la necessità di fornire una corretta informazione ai consumatori intenzionati ad installare **impianti di addolcimento** domestico, al fine di poter **disporre di acque mineralizzate per gli impieghi potabili e le preparazioni alimentari.**

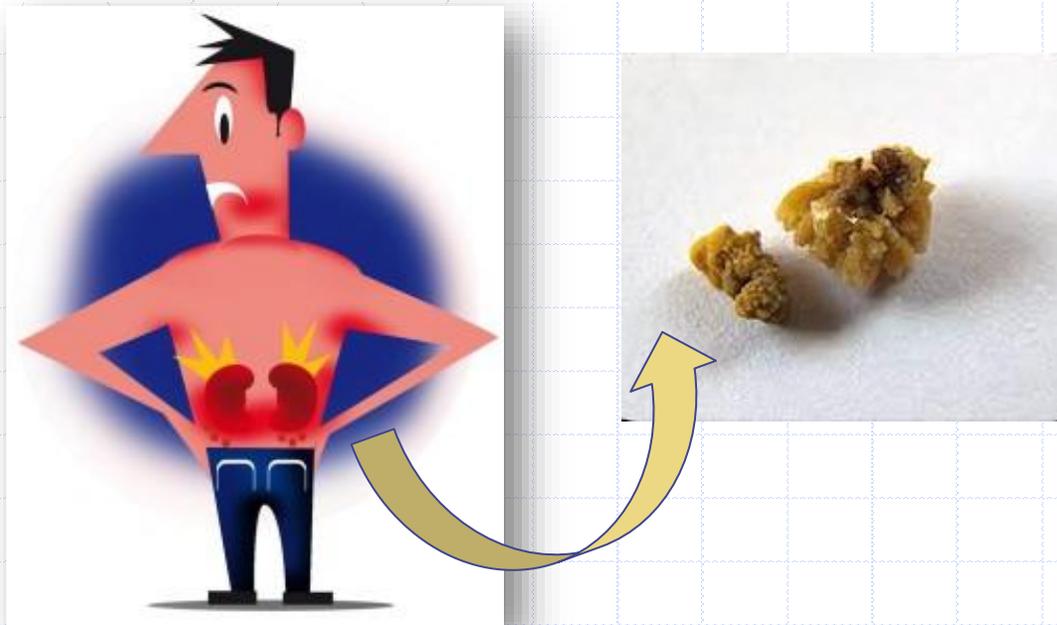
## **ACQUA POTABILE E CALCOLOSI URINARIA**



# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

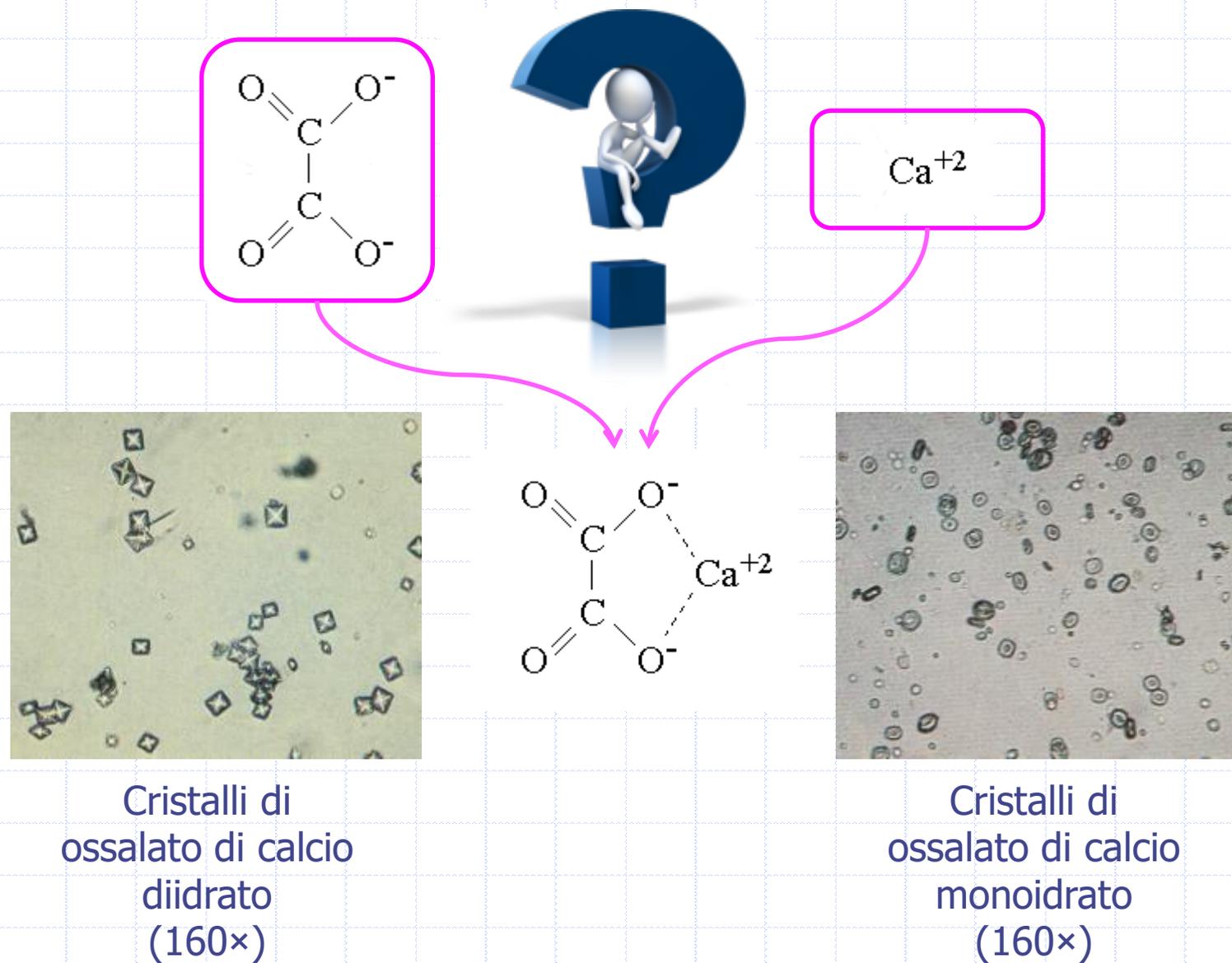
## Calcio:

- ❑ Si stima che circa il 10% della popolazione abbia avuto nel corso della propria vita un episodio di calcolosi urinaria.
- ❑ Nelle popolazioni occidentali i calcoli renali sono costituiti nell'80% dei casi da sali di calcio, più comunemente ossalato di calcio e meno frequentemente da fosfato di calcio.



# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

## Calcio:



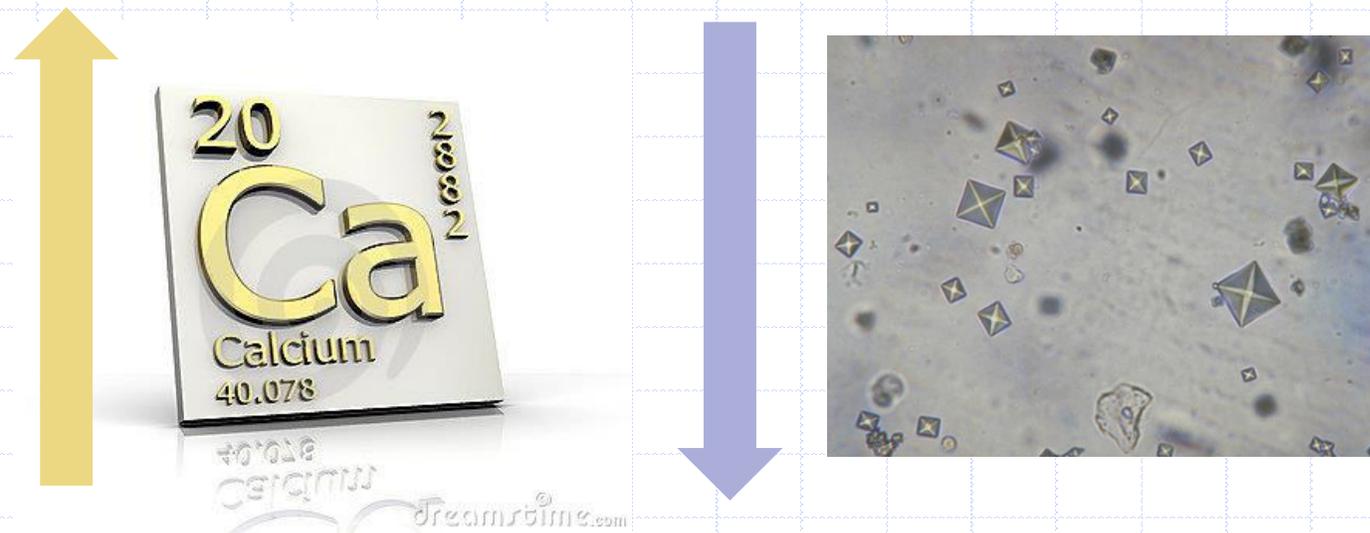
## ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

- Dato che il fattore predisponente più importante è l'ipercalciuria si è ritenuto per molto tempo (anche se l'associazione causale non era pienamente dimostrata) che un ridotto apporto di calcio con la dieta potesse essere utile per la prevenzione della calcolosi, e per tale motivo i soggetti a rischio sono stati invitati a consumare acque oligominerali.



# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

- Uno studio per coorte condotto a metà degli anni '90, su circa 45.000 uomini di 40-75 anni di età residenti in diverse aree degli Stati Uniti, ha mostrato, tenendo conto anche di altri fattori di rischio, un dimezzamento del rischio di calcolosi renale sintomatica nei soggetti con un più elevato apporto di calcio rispetto a quelli con un introito più basso.



# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

□ Studi successivi hanno confermato che:

1) non vi è relazione tra durezza dell'acqua e rischio di calcolosi:

- ◆ Borghi et al., *Nephron* (1999);
- ◆ Schwartz et al., *Urology* (2002);

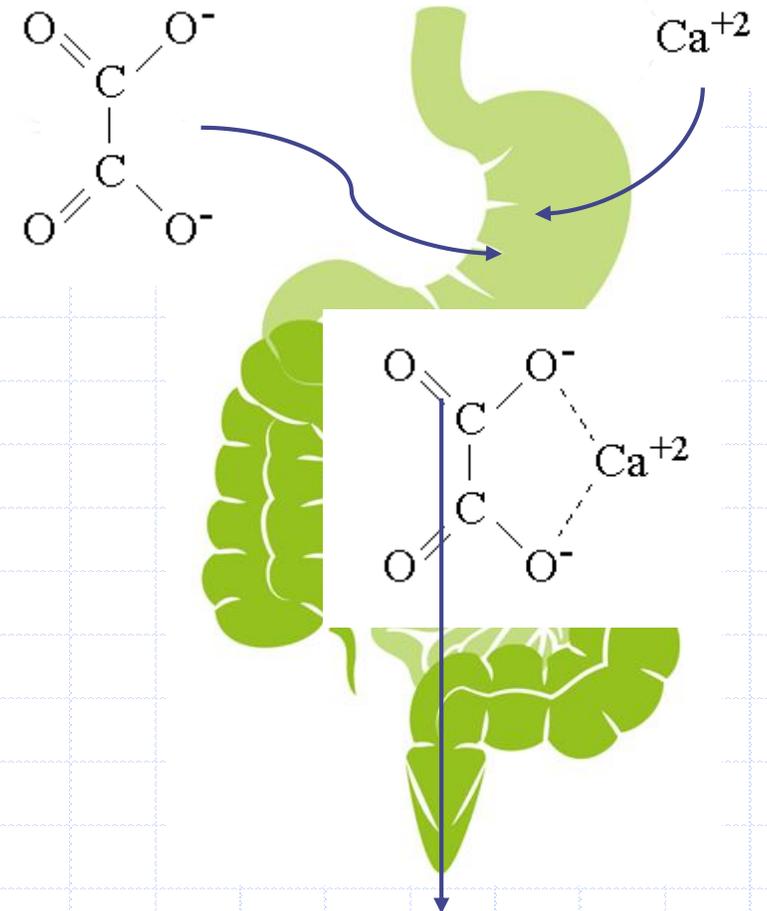
2) una eccessiva riduzione dell'apporto di calcio aumenta l'escrezione urinaria di ossalati e la formazione di calcoli:

- ◆ Caudarella et al., *J Urol* (1998).

# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

## *Assunzione «contemporanea»*

- Se l'assunzione di ossalati e di calcio è contemporanea, la formazione di complessi insolubili avviene nel lume intestinale e, risultando il complesso neoformato impermeabile alla mucosa intestinale, viene eliminato con le feci.



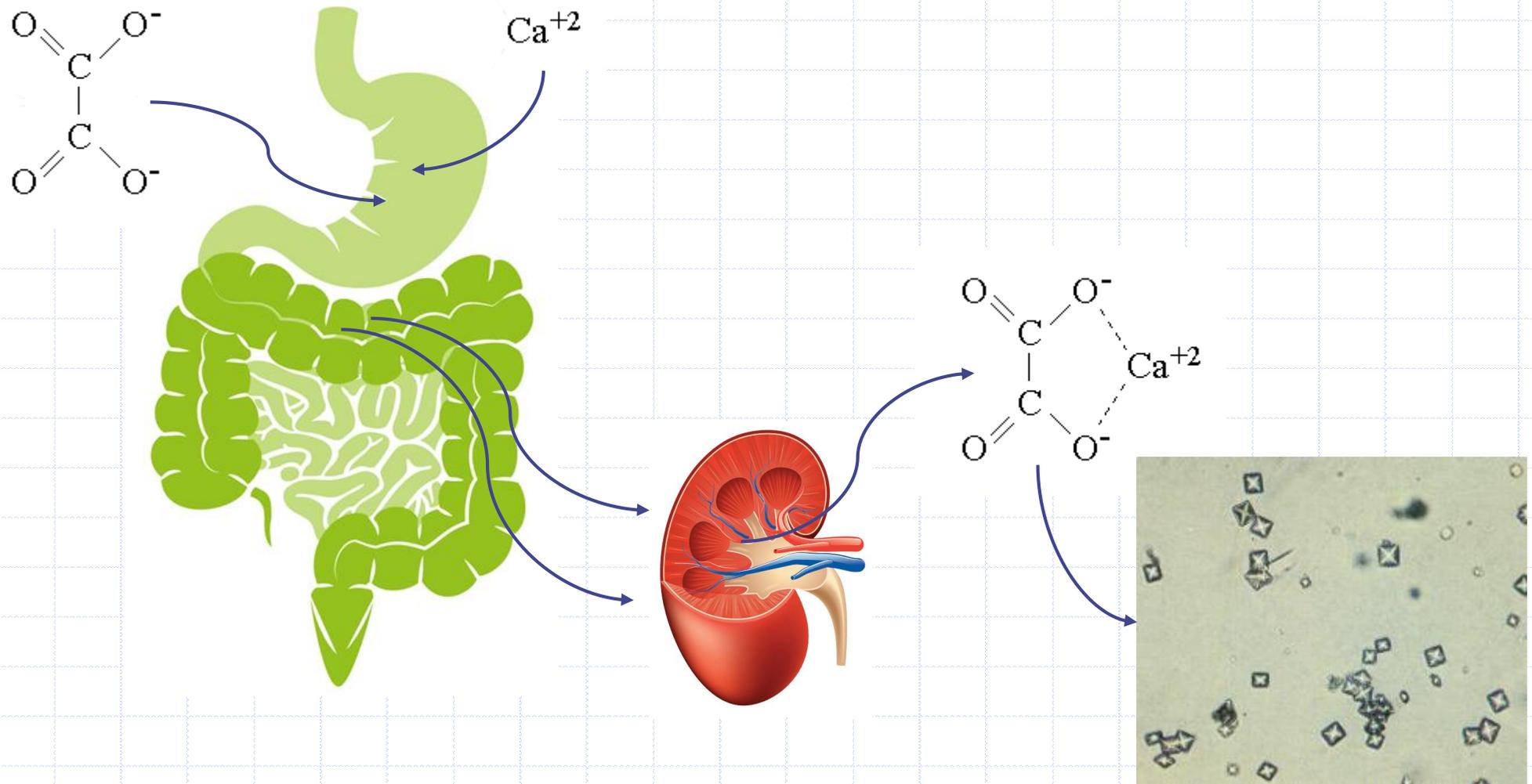
# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

## *Assunzione «disgiunta»*

- ❑ Se, invece, l'assunzione di ossalati e di calcio non è contemporanea risulta elevata la possibilità che le molecole assorbite separatamente a livello intestinale si concentrino a livello urinario, con formazione, precipitazione e cristallizzazione dei sali di ossalato di calcio in corpuscoli di dimensioni sempre maggiori.

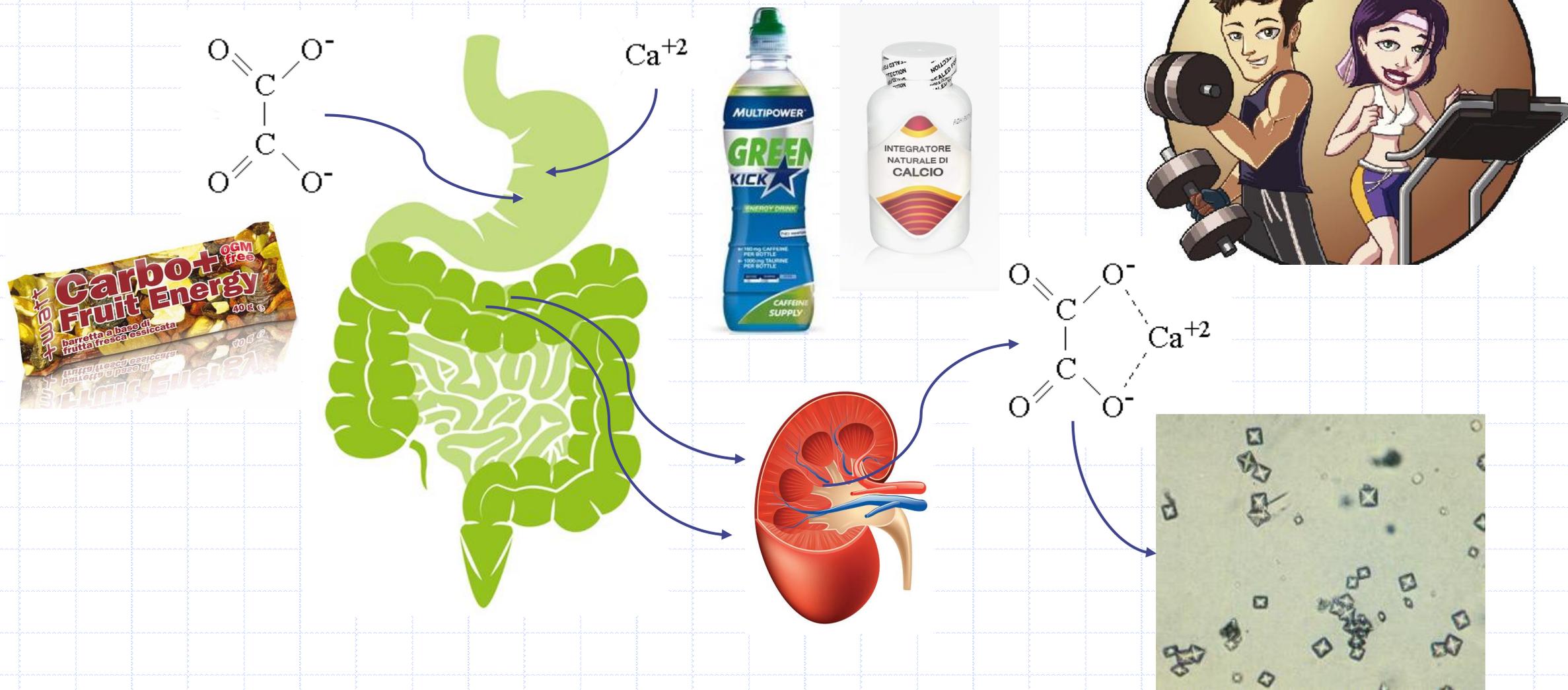
# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

## Assunzione «disgiunta»



# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

## Assunzione «disgiunta»



# ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

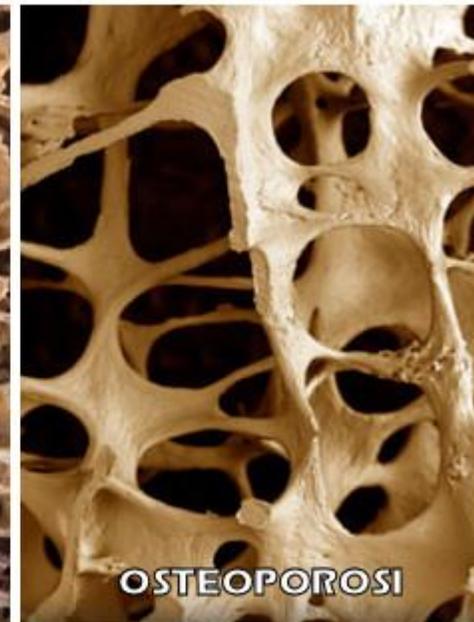
□ Le indicazioni date a soggetti a rischio di urolitiasi sono:

- aumentare l'apporto idrico in modo da mantenere un volume urinario di almeno 2 litri al giorno;
- non ridurre l'apporto di **calcio** con acque e alimenti.



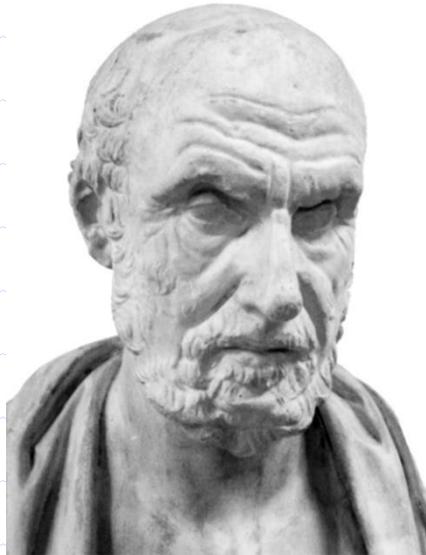
## ACQUA E CALCOLOSI URINARIA

- ... pertanto, l'abitudine diffusa di assumere regolarmente acqua oligominerale a basso contenuto di calcio e magnesio da parte di individui affetti da calcoli urinari non ha alcun sostegno scientifico e potrebbe addirittura rivelarsi dannosa perché comporta non solo un possibile aggravamento della patologia renale, ma anche perché una ridotta assunzione di calcio e magnesio potrebbe avere risvolti negativi sull'osteoporosi e forse anche di altre patologie cronicodegenerative.



# ACQUA / SALI MINERALI & SALUTE ...

## CONCLUSIONI ...



*Cum ad aegrotum deveneris, interrogare oportet, quae patiatur, et ex qua causa, et quot jam diebus, et an venter secedat, et quo victu utatur, ... et quo aqua bibatur.*

Hippocrates "De Affectionibus"



*Grazie*