

## LE ACQUE MINERALI

L'acqua presente in natura normalmente contiene sostanze disciolte allo stato ionico (sali minerali), allo stato gassoso e in forma non ionica, oltre a composti di natura biologica.

Nei secoli si è osservato che l'acqua possiede un potere terapeutico; la scienza moderna, per fornire le basi per l'interpretazione del potere terapeutico osservato empiricamente nel corso di secoli, ha sviluppato un approccio scientifico, definendo delle classificazioni analitiche chimiche e chimico-fisiche dei vari tipi di acque.

Le acque minerali vengono classificate in:

Acque oligominerali

Acque sulfuree

Acque salsobromoiodiche

Acque radioattive

Acque salse (cloro-sodiche)

Acque solfate

Acque bicarbonate

Acque carboniche

Acque arsenicali ferruginose

### ACQUE OLIGOMINERALI

Le acque oligominerali sono povere di sali prevalentemente per due motivi:

- Elevata velocità di passaggio nel sottosuolo che ostacola i processi di mineralizzazione (accade per le acque più superficiali e di ghiacciaio)
- Compattezza delle rocce che cedono difficilmente sostanze in soluzione (si verifica spesso in bacini profondi dove l'acqua, pur permanendo per lungo tempo a contatto con le rocce, si mineralizza poco).

*Secondo la vigente legislazione sono definite minimamente mineralizzate le acque con residuo fisso non superiore a 50 mg/l ed oligominerali quelle con residuo fisso non superiore a 500 mg/l.*

L'assunzione a scopo terapeutico delle acque oligominerali dovrebbe avvenire quotidianamente e rientrare nelle abitudini per poter essere efficace, tuttavia i cicli annuali di cura idroponica termale con acque oligominerali sono senz'altro utili per i seguenti motivi: l'acqua assunta direttamente alla fonte possiede caratteristiche peculiari; la presenza di cofattori termali potenzia il trattamento.

## **Azioni biologiche**

Le acque minimamente mineralizzate ed oligominerali sono acque ipotoniche: determinano in breve tempo un'espansione del volume plasmatico che viene altrettanto rapidamente ricondotto alla norma da un'aumentata eliminazione da parte dei reni (diuresi).

Si verifica nel contempo anche un fenomeno di espansione della componente acquosa del liquido interstiziale comprovato, ad esempio, da un iniziale aumento dell'uricemia per mobilizzazione dell'acido urico dai depositi.

Gli effetti biologici e le azioni terapeutiche delle acque classificate come minimamente mineralizzate ed oligominerali sono simili.

Si deve tenere presente che:

- tra i 50 ed i 500 mg/l esiste una notevole variazione del potere osmotico;
- la caratteristica fisica dell'ipotonìa non è sufficiente a spiegare gli effetti delle acque oligominerali e minimamente mineralizzate che risiedono anche, e forse soprattutto, nella qualità dei mineralizzatori contenuti.
- Per molti elementi in traccia è stato accertato il ruolo di catalizzatori di reazioni enzimatiche, fondamentali ai fini delle azioni biologiche.

## **Azione sulla diuresi**

*L'azione diuretica delle soluzioni oligominerali è comprovata da numerosi studi.*

Al carico idrico oligominerale segue una rapida risposta renale.

La rimozione di acqua dai tessuti ad opera delle acque a forte potere diuretico è evidenziata anche dal fatto che si ottiene una diuresi in quantità nettamente superiore alla quota ingerita.

Il contenuto in CO<sub>2</sub> sembra favorire l'effetto diuretico.

All'azione diuretica consegue il potenziamento dell'eliminazione di sostanze quali: azoto ureico, acido urico, acido ossalico, cloruro di sodio.

**Azione sulle vie escrettrici** (rimozione di calcoli)

La terapia idroponica con acque oligominerali farmacologicamente attive determina un aumento di numero e di forza delle contrazioni peristaltiche ed uno stato di dilatazione delle vie escrettrici creando le condizioni ottimali per la progressione e l'espulsione dei litoliti.

**Azione sugli stati iperuricemici** (eccesso di acido urico) e sulle litiasi

Numerosi studi evidenziano le possibilità di intervento delle acque oligominerali negli stati iperuricemici e nelle patologie correlate; assunte in quantità adeguate determinano riduzioni dell'uricemia, più sensibili nei pazienti con valori di base elevati, ed incrementi dell'uricurìa. Studi recenti compiuti impiegando acque oligominerali ne hanno dimostrato l'attività nel ridurre l'ossaluria anche conseguente a carico di ossalati, nell'aumentare la magnesuria e nel mantenere alta la citraturia.

## **Ricostituzione dei latti formulati**

Numerose Scuole pediatriche consigliano l'utilizzo delle acque oligominerali per la ricostituzione del latte formulato e per la diluizione del latte vaccino nell'alimentazione del neonato.

## ACQUE SOLFUREE

Sono denominate solfuree le acque che possiedono una quantità pari o superiore ad 1 mg di H<sub>2</sub>S (acido solfidrico) per litro.

Nelle acque solfuree lo zolfo si trova in forma bivalente a differenza delle solfate dove è esavalente. L'idrogeno solforato può trovarsi in soluzione libero o combinato in base all'equilibrio



Il pH è determinante perché l'equilibrio sia spostato in una delle due direzioni: se la soluzione è acida si sposta verso sinistra liberando gas, se è alcalina prevarrà invece la quota dissociata. In Italia le acque minerali solfuree hanno quasi sempre pH < 8.

L'H<sub>2</sub>S è un gas che tende a volatilizzare e viene costantemente perso dall'acqua in assenza di adeguate precauzioni, con l'aumentare della temperatura i gas tendono infatti a perdersi.

Sono denominate solfuree le acque che possiedono una quantità pari o superiore ad 1 mg di H<sub>2</sub>S (acido solfidrico) per litro.

Le acque solfuree andrebbero preferibilmente utilizzate sul posto con apparecchi direttamente alimentati dalla sorgente. I processi di imbottigliamento, stoccaggio, conservazione, apertura dei contenitori e immissione nelle apparecchiature per l'utilizzo comportano necessariamente una perdita di gas che sarà tanto minore quanto più saranno perfezionate le tecniche utilizzate.

Le acque solfuree possono contenere, oltre ai composti dello zolfo bivalente, anche altri elementi in quantità apprezzabile e tra questi i solfati, l'anidride carbonica, cloruri e sodio, ioduri e bromuri, bicarbonati, calcio, ecc.

### **Azioni biologiche**

Le acque solfuree sono tra le più studiate e di conseguenza si ha una maggiore conoscenza delle azioni biologiche.

I composti solfurei vengono assorbiti dall'organismo sia con metodiche crenoterapiche interne (bibita, aerosol, irrigazioni, ecc.) che esterne (fango, bagno, ecc.). In ogni caso la via elettiva di eliminazione dell'H<sub>2</sub>S è il polmone ed esiste inoltre uno spiccato organotropismo per le strutture articolari. Questo spiega l'indicazione in terapia delle patologie di questi distretti corporei. L'assorbimento attraverso la cute, le mucose delle vie respiratorie, vaginali e l'apparato gastroenterico è stato provato ed ampiamente documentato.

### **Azione sul sistema neurovegetativo**

Le acque solfuree stimolano il sistema nervoso parasimpatico. Il risultato è una cospicua vasodilatazione capillare con aumento della permeabilità vasale (evidente soprattutto a livello polmonare) riduzione della pressione arteriosa sistemica, bradipnea e bradicardia.

### **Azione sui meccanismi di difesa ed antiinfiammatoria**

Sembra che le acque solfuree siano in grado di stimolare l'organismo a difendersi sia nei confronti degli stimoli infiammatori endogeni che degli agenti proinfiammatori esterni. Lo stimolo sul sistema reticolo-endoteliale comporta un'esaltazione della reattività istogenica ed umorale che si traduce in un'azione antiinfiammatoria.

Interessanti osservazioni sono state compiute sul potenziamento della produzione anticorpale. Si è osservato un aumento significativo a livello mucoso di IgA secretorie e delle IgG e IgM circolanti. Numerosi altri studi hanno evidenziato l'attività antiflogistica delle acque solfuree descrivendone l'azione antijaluronidasica, la depressione del metabolismo dell'acido condroitinsolforico esaltato in condizioni di flogosi, la regolazione della sintesi di prostaglandine, ecc.

### **Azione antitossica**

Sono state accertate azioni antitossiche su diverse sostanze organiche e metalli, tra i quali ricordiamo il piombo, il bismuto, il fosforo, le tossine botulinica e difterica.

### **Azione sul fegato.**

E' discussa la teoria secondo la quale a livello pancreatico le acque solfuree promuovono la secrezione di insulina. Alla base delle azioni sul metabolismo probabilmente è la stimolazione vagale in quanto la vagotomia e la somministrazione di atropina sono in grado di annullarle.

Azione sulla muscolatura liscia e sulla secrezione digestiva.

Soprattutto per la stimolazione parasimpatica le acque solfuree possono indurre broncocostrizione, aumentano la motilità intestinale, la secrezione gastrica, la coleresi e la motilità delle vie biliari. Nei casi in cui siano presenti patologie ipercinetiche, l'acqua solfurea può provocare spasmi e favorire l'incuneamento di calcoli nelle vie biliari.

### **Azione sulle mucose e sul muco**

L'H<sub>2</sub>S provoca intensa vasodilatazione con aumento della pervietà capillare nella sottomucosa. A livello polmonare si genera un edema che, interessando la mucosa, ne provoca l'esfoliazione e la conseguente rigenerazione dell'epitelio. Contemporaneamente, per le azioni fluidificanti specifiche ed aspecifiche, si ha un aumento dell'escreato. La stimolazione vagale comporta un aumento della secrezione sierosa bronchiale. Tuttavia esiste un'attività mucolitica più diretta: l'H<sub>2</sub>S riduce i ponti disolfurici delle mucoproteine fibrillari scomponendo le fibre mucoproteiche. Recentemente studi su animali da esperimento sottoposti ad inalazioni di sostanze tossiche hanno evidenziato il ruolo protettivo sulla mucosa e sulla produzione di surfactante di numerose acque minerali comprese le solfuree.

### **Azione sull'apparato locomotore**

Le acque solfuree esercitano a livello delle strutture para e periarticolari numerose azioni. Rivolgiamo l'attenzione soprattutto sugli effetti trofici nei confronti della cartilagine e dei tessuti connettivi. Nelle patologie articolari croniche è documentata una perdita del 30% circa di zolfo legata ad una diminuzione dell'acido condroitinsolforico nelle cartilagini. Essendo provato l'organotropismo per le cartilagini dell' $H_2S$  somministrato con metodiche crenoterapiche si può supporre che l'utilizzo di acque solfuree agisca come terapia integrativa. Resta tuttavia il dubbio che la quota di  $H_2S$  assorbita con le metodiche crenoterapiche attraverso la cute sia troppo esigua.

E' tuttavia ipotizzato che lo zolfo agisca come oligoelemento attivando processi enzimatici che possono rendere ragione degli effetti terapeutici delle acque solfuree sulle cartilagini articolari. Da molti prospettata ma poco studiata è l'azione di inibizione che le acque solfuree esercitano sui processi fibrotici. In vitro l' $H_2S$  è in grado di attivare le collagenasi, enzimi che aggrediscono le fibre di collagene e le rendono digeribili da parte delle proteasi. Un sistema di attivatori ed inibitori controlla il processo di aggregazione delle fibre collagene. Diverse patologie che interessano il tessuto connettivo comportano una alterazione dell'equilibrio con risultati che possono essere destruenti o evolventi in fibrosi.

### **Azioni sulla cute**

A livello cutaneo le acque solfuree esercitano essenzialmente azioni plastiche ed antiseborroiche. E' noto che a pH cutaneo acido l' $H_2S$  stimoli la proliferazione dello strato spinoso esercitando una azione cheratoplastica. Sullo strato corneo lo zolfo possiede proprietà esfolianti e cheratolitiche, accentuate in ambiente alcalino quando l'elemento si trova soprattutto sotto forma di  $SH^-$ . Il bisolfuro è infatti in grado di ridurre, e quindi di scindere, i ponti disolfuro della cistina liberando le due molecole di cisteina. Anche parte dell'azione antiseborroica sembra legata a questo meccanismo che sarebbe in grado di contrastare il processo di differenziazione delle cellule sebacee. L'azione antiseborroica è legata anche alle proprietà esfolianti e detergenti, in quanto nello strato corneo si raccoglie una grande quantità di lipidi, nonché antimicrobiche.

### **Azione antisettica**

Le proprietà batteriostatiche ed antimicotiche dell' $H_2S$  sembrano riconducibili al potere riducente. L'acido solfidrico tende ad ossidarsi con formazione di solfati e zolfo allo stato nascente sottraendo ossigeno ai microorganismi. Probabilmente l'azione germicida è da attribuire alla formazione di acido pentationico da parte di alcuni batteri e/o processi enzimatici.

## **ACQUE SALSOBROMOIODICHE**

Sono acque di origine marina. Si trovano infatti in località costiere o lungo la dorsale appenninica della pianura Padana che ha ospitato mari in alcune ere geologiche e dove l'acqua si è raccolta e concentrata in bacini sotterranei. In alcune zone ha dato origine ai limani (o liman) che sono fanghi naturali di salina utilizzati in terapia. Come è evidente dalla denominazione le acque salsobromoiodiche sono costituite soprattutto da cloruro di sodio, iodio e bromo, questi ultimi sotto forma di ioduri (I<sup>-</sup>) e bromuri (Br<sup>-</sup>). Sono frequentemente presenti anche altre sostanze terapeuticamente interessanti quali calcio, magnesio, solfati, bicarbonati e solfuri. Nel caso non sia presente il bromo si parla di acque salsoiodiche. Spesso sono acque molto concentrate. La concentrazione si misura con l'areometro di Beaumé. Un grado Beaumé equivale ad una densità di 11 grammi di sali per litro. Alla fonte possono avere diverse temperature ed essere radioattive. Anche la concentrazione ionica può essere diversa: esistono in natura acque salsobromoiodiche ipotoniche, isotoniche o ipertoniche. A causa dell'alta concentrazione (frequente) può essere necessario diluirle per poterle utilizzare con determinate metodiche (es. inalatorie).

### **Azioni biologiche**

Le acque salsobromoiodiche sono note per l'azione antiinfiammatoria (agendo su flogosi croniche), e stimolante. Vengono utilizzate in quasi tutti gli ambiti di patologia suscettibili di terapia termale anche se con proprie peculiarità riguardo le indicazioni, le azioni biologiche ed i risultati terapeutici.

### **Azione antiinfiammatoria**

Uno degli effetti più evidenti della crenoterapia con acque salsobromoiodiche è lo stimolo proflogistico che si ottiene nei primi giorni di terapia, che evolve in azione antiinfiammatoria al termine del ciclo di cura e che si protrae per parecchi mesi. Questo fenomeno è osservabile a livello di differenti apparati secondo la metodica impiegata. La ragione di tutto questo risiede in un insieme di meccanismi: stimolazione del sistema immunitario, azione antisettica, azione antiedemigena e risolvente, stimolazione della secrezione mucosa, ecc.

### **Stimolazione del sistema immunitario**

Anche le acque salsobromoiodiche stimolano la produzione di immunoglobuline secretorie e circolanti. Questa azione è stata evidenziata anche nelle diatesi essudativo-catarrali dove gran parte della patogenesi sembra risiedere nella carenza di risposte dei meccanismi organici.

### **Azione antisettica**

E' dovuta all'ipertonia dell'acqua ed alla proprietà degli alogeni quali cloro, iodio e bromo di potenziare anche di centinaia di volte l'azione di alcuni enzimi litici lisosomiali. Ricordiamo inoltre il potere antisettico diretto di alcune di queste sostanze. Queste proprietà sono sfruttate a livello mucoso e cutaneo.

### **Azione antiedemigena e risolvente**

Particolarmente evidente a livello delle mucose, è dovuta al potere osmotico. L'ipertonia dell'acqua genera una corrente di fluidi dagli strati profondi della mucosa verso l'esterno in grado di veicolare ed allontanare soprattutto elementi corpuscolati (microorganismi, inquinanti, ecc.) ma anche prodotti di flogosi, cataboliti ed enzimi.

E' stata descritta anche un'azione antiedemigena generale dimostrata dagli effetti ottenuti su edemi, perdita di peso e inspissatio sanguinis ottenibile con la balneoterapia.

### **Azione sulle mucose**

A questo livello le acque salso-bromo-iodiche esercitano le loro azioni più evidenti. Sono in grado di provocare direttamente vasodilatazione con aumento della secrezione e della componente sierosa del muco. Stimolano inoltre il trofismo della mucosa e la reattività organica locale e generale e sono pertanto particolarmente indicate nelle forme atrofiche.

Prove sperimentali hanno dimostrato il miglioramento della clearance muco-ciliare.

Modificazioni strutturali sono anche state osservate nei confronti del muco cervicale nelle pazienti sottoposte ad irrigazioni vaginali. L'ipertrofia della mucosa è invece dovuta alla stimolazione estrogenica (vedi azione sul sistema endocrino).

### **Assorbimento cutaneo e mucoso**

L'assorbimento delle sostanze attraverso le mucose respiratoria e vaginale è rilevante ed efficace.

E' stato provato anche un passaggio transcutaneo del sodio e dello iodio, tuttavia le quantità di elementi assorbiti sono troppo esigue per giustificare un'azione terapeutica diretta. Sembra più plausibile che svolga un ruolo più importante l'assorbimento cutaneo che sarebbe in grado, attraverso reazioni riflesse, di esercitare azioni biologiche locali ed a distanza.

### **Azione antifibrotica**

Alcuni Autori descrivono un'azione antifibrotica attribuita allo iodio. Pur non essendo in discussione che tale risultato possa essere ottenuto con l'applicazione di metodiche crenoterapiche salsobromoiodiche (anche per l'intervento di fattori aspecifici) resta il dubbio che l'esigua quantità di iodio assorbita attraverso la cute possa da sola giustificare tale azione. E' più probabile che in questo senso l'acqua possa agire a livello delle vie respiratorie o ad altri livelli ma sempre per assorbimento attraverso le mucose.

### **Azione endocrina**

Sicuramente esiste un incremento dell'attività tiroidea, tuttavia più interessante e utile clinicamente è la stimolazione a livello dell'apparato genitale femminile. Questa proprietà indica la crenoterapia salsobromoiodica in modo particolare nelle patologie di pertinenza ostetrico-ginecologica.

Sono state osservate: aumento della sintesi di gonadotropine, stimolazione alla maturazione dei follicoli ovarici, aumento della contrattilità tubarica, iperplasia dell'epitelio sulle ghiandole della mucosa uterina, regolarizzazione del ciclo mestruale.

Questi risultati orientano chiaramente verso un ruolo regolatore ed attivatore.

## ACQUE RADIOATTIVE

Le acque radioattive sono così classificate, a differenza delle altre, in relazione ad una proprietà fisica, la radioattività.

Diversi possono essere gli elementi radioattivi presenti in traccia nelle acque minerali e tra questi il radio, il radon, il torio, l'attinio, l'uranio, ecc.

Il più importante ai fini terapeutici (nonché il più rilevante per quantità nelle acque minerali) è il radon, un gas disciolto nell'acqua che deriva dalla emanazione di una particella alfa da un atomo di radio. E' una sostanza che viene assorbita molto facilmente attraverso le mucose (soprattutto degli apparati respiratorio e digerente) e la cute, diffonde molto rapidamente ai tessuti con un'affinità elettiva per i lipidi e viene eliminata in poche ore.

La sua attività terapeutica è da attribuire alle radiazioni alfa dotate di basse proprietà di penetrazione (vengono fermate da un foglio di carta) e di buone capacità ionizzanti.

Le misure della radioattività più utilizzate sono il nanocurie (nC = 10<sup>-9</sup>C) e l'unità Mache (UM). Il nanocurie corrisponde al millimicrocurie (mμC).

Le due unità di misura sono in relazione secondo l'equazione:

$$1 \text{ nC} = 2,75 \text{ UM}$$

Un'acqua viene classificata radioattiva quando possiede almeno 1 nC (o 2,75 UM) per litro. Tuttavia numerosi Autori affermano che perché possano esplicarsi effetti terapeutici la radioattività dovrebbe essere superiore a 50-80 UM.

Il periodo di semitrasformazione o semiperiodo o periodo di dimezzamento esprime il tempo necessario perché l'elemento perda la metà della radioattività. Per il radon corrisponde a 3,825 giorni. Ai fini pratici questo ci fa comprendere la scarsa o praticamente nulla possibilità da parte dell'organismo di accumulare radioattività dalle acque minerali e la necessità di utilizzare queste acque rapidamente prima che perdano gli effetti terapeutici.

Esistono classificazioni in base alla radioattività utili soprattutto per conoscere il potere terapeutico. A questo fine riteniamo indicativo considerare le acque:

debolmente radioattive fino a 30 nC/l

mediamente radioattive da 30 150 nC/l

fortemente radioattive superiori a 150 nC/l

### **Azioni biologiche**

Come affermato in precedenza le acque sono denominate radioattive in base ad una caratteristica fisica, tuttavia, ai fini terapeutici, la composizione chimica mantiene inalterata la sua importanza.

Esistono infatti acque radioattive oligominerali, salsobromoiodiche, saline, solfate, ecc.

Gli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti sono da attribuire alla cessione di energia ai tessuti che induce fenomeni di ionizzazione o eccitazione.

### **Azione sul sistema nervoso**

La radioemanazione ha una solubilità nei grassi 10 volte superiore rispetto all'acqua; per questo motivo tende a concentrarsi nei lipidi e nel tessuto nervoso, che ne è ricco, esplicando a questo livello la propria azione.

Sia sul sistema nervoso centrale che periferico svolge azioni sedative ed analgesiche.

E' stato osservato un aumento della cronassia su alcuni nervi periferici. Probabilmente il fenomeno è da attribuire all'incremento di attività delle colinesterasi che, inattivando più rapidamente l'acetilcolina, diminuirebbero l'eccitabilità nervosa.

L'effetto antalgico è impiegato in terapia non solo nel trattamento di alcune neuropatie periferiche ma anche nei casi di osteoartrosi e di altre patologie dell'apparato osteo-artro-muscolare. Classico è l'impiego nella gotta.

### **Effetto diuretico e aumento della solubilità dell'acido urico**

Questi due effetti vengono trattati insieme in ragione del tradizionale impiego della terapia idroponica con acque radioattive nella gotta e nelle iperuricemie.

Per le acque oligominerali radioattive utilizzate per bibita è stato osservato un incremento della diuresi ed un'aumentata eliminazione di urati.

Alcuni Autori spiegano queste azioni con l'aumento di permeabilità delle membrane extrarenali e con la solubilizzazione dell'acido urico dai depositi extracellulari. Riteniamo comunque che questi effetti terapeutici siano da attribuire anche alle caratteristiche chimiche delle acque radioattive che sono per lo più oligominerali.

### **Azione antianafilattica**

E' stata descritta la proprietà del radon di denaturare le proteine degli allergeni e prospettata la possibilità desensibilizzatrice. Un famoso esperimento ha dimostrato la netta riduzione della mortalità per shock anafilattico in animali trattati con acque radioattive rispetto a quelli trattati con un'acqua chimicamente simile ma non radioattiva.

Facciamo presente che in caso di asma bronchiale allergica la terapia inalatoria dovrebbe essere eseguita con cautela e la sua opportunità valutata caso per caso in quanto studi condotti hanno evidenziato l'attività broncospastica di alcune acque minerali. D'altra parte è stata segnalata la quasi totale assenza di questo effetto collaterale presso alcune stazioni termali dove l'asma bronchiale costituisce l'indicazione principale. Questo riafferma il principio che per quanto le acque minerali possano essere raggruppate in classi non bisogna dimenticare che ognuna può evidenziare caratteristiche proprie con effetti biologici particolari.

### **Azione vasodilatatrice periferica ed ipotensiva**

Queste azioni dimostrate con numerosi esperimenti sono in parte responsabili dell'azione iperemizzante. Probabilmente sono da attribuire all'inattivazione di amine biogene.

### **Azione sulle funzioni genitali femminili**

Numerosi studi hanno evidenziato l'attività delle acque radioattive nello stimolare l'asse ipofisi-surrene e ipofisi-tiroide con aumento del metabolismo basale.

Interessante è l'aumento dell'attività estrogenica mediante stimolazione diencefalica ed ipofisaria. Tale attività è evidenziata dalla regolarizzazione dei flussi mestruali e dal miglioramento del trofismo della mucosa e dell'ambiente vaginale nelle patologie infiammatorie croniche e distrofiche.

## **ACQUE SALSE O CLORURO-SODICHE**

Hanno la stessa origine delle salsobromoiodiche.

Come si evince dalla denominazione sono acque in cui prevalgono il sodio ed il cloro. In queste acque sono spesso presenti in quantità significativa i solfati.

Alternativamente possono essere presenti bicarbonati o iodio. Le acque salse possono essere ipo, iso o ipertoniche con variabilità di effetti biologici. Trovano indicazione, utilizzate con metodiche idropinoterapiche, soprattutto nelle patologie dell'apparato digerente.

### **Azioni biologiche**

Numerosi studi hanno paragonato le acque cloruro-sodiche alla soluzione di Ringer (la soluzione salina fisiologica) sperimentandone gli effetti su organi isolati. Queste ricerche, fondate sull'analogia strutturale tra le due soluzioni, hanno permesso di introdurre il concetto di "fisiologicità" di tali acque. Esistono anche azioni generali delle acque salse sull'organismo e sul metabolismo: stimolazione del metabolismo basale e dei processi ossidoriduttivi, tendenza alla normalizzazione di quadri dislipidemici, aumento della tolleranza al glucosio, riduzione dell'uricemia.

### **Azione su stomaco ed intestino**

I meccanismi attraverso i quali le acque salse svolgono effetti terapeutici a livello del tubo digerente sono complessi ed ancora oggetto di studio. Senza dubbio intervengono azioni ormonali, nervose, meccaniche, osmotiche, dirette e riflesse sulla mucosa e sulle pareti intestinali (sulla componente muscolare). Attualmente l'attenzione è volta a chiarire l'influenza sul cervello intestinale autonomo dalla quale sembrano derivare gran parte degli effetti biologici.

In sintesi possiamo affermare che le acque in esame esercitano sul tubo digerente fondamentalmente azioni di stimolo sulla secrezione cloridropeptica e sui movimenti peristaltici. Queste due proprietà prevalgono una sull'altra in relazione alla concentrazione salina. Possiamo così schematizzare:

- Acque iso e ipotoniche: notevole stimolo secretivo, scarso o nullo stimolo sulla peristalsi.
- Acque ipertoniche: forte stimolo peristaltogeno, minore attività di stimolo sulla secrezione gastrica.

La rapidità di assunzione (tempo di bevuta in pochi minuti) favorisce gli effetti lassativi.

Per i motivi esposti le acque iso e ipotoniche sono indicate soprattutto nelle insufficienze digestive aspecifiche caratterizzate da iposecrezione ed ipomotilità gastrica. La stimolazione dei processi digestivi si esplica su stomaco e duodeno a vari livelli e comprende: aumento della velocità di svuotamento dello stomaco, stimolo della secrezione gastrica, biliare e pancreatica con attivazione di alcuni enzimi digestivi, variazioni del pH gastrico e duodenale. L'azione sulla peristalsi delle acque ipertoniche è sfruttata nella stipsi cronica semplice ed in alcune condizioni di atonia intestinale (colonpatia funzionale o sindrome dell'intestino irritabile). L'aumento della velocità di transito intestinale è cospicuo e l'effetto lassativo e purgante delle acque salse forti si evidenzia in genere entro un'ora dall'assunzione. Alla base di questo effetto sono stati riconosciuti diversi meccanismi.

Le acque cloruro-sodiche solfate, grazie ad un potere osmotico superiore a quello dei fluidi biologici, provocano il richiamo di acqua all'interno del lume intestinale. Il contenuto fecale, aumentato di volume e di consistenza notevolmente diminuita, attraverso stimolazioni meccaniche e nervose sulle pareti intestinali ne attiva il movimento.

E' stato anche evidenziato un importante meccanismo ormonale. Le acque salse, probabilmente a causa della presenza di solfati, sono in grado di provocare l'increzione di alcuni ormoni digestivi tra i quali riveste particolare interesse la colecistochinina. A quest'ultima vengono attribuiti gli effetti sulla motilità intestinale indotti dall'acqua.

Contribuisce inoltre all'azione catartica l'incremento ad una maggiore produzione ed escrezione di bile. In alcune forme di diarrea cronica (malassorbimenti, colon irritabile, ecc.) sono impiegate acque leggere. Infine è da segnalare il miglioramento dell'assorbimento intestinale evidenziato, dopo idropinoterapia con acque salse, con l'impiego di isotopi radioattivi. Il cloruro di sodio possiede inoltre a livello intestinale azione antimicrobica, antiputrefattiva, antifermentativa.

### **Azione su fegato e vie biliari**

Numerosi studi hanno evidenziato che nelle intossicazioni sperimentali (tetracloruro di carbonio - CCl<sub>4</sub>, ecc.) i livelli serici di enzimi epatici erano decisamente più vicini alla norma se contemporaneamente venivano somministrate acque salse ipo o isoosmotiche.

Sulle vie biliari le acque cloruro-sodiche ipotoniche svolgono classicamente azioni coleretica e colagoga anche se meno evidenti di quelle ottenibili con acque solfate.

La prima consiste in un incremento della formazione di bile. In realtà le modificazioni osservate sono anche qualitative essendo aumentata in proporzione la fase acquosa, si parla quindi di effetto idrocoleretico.

Diversi meccanismi sono stati considerati e proposti per spiegare il fenomeno e tra questi alcune variazioni dell'assetto entero-ormonale quali l'aumento di increzione di secretina.

L'azione colagoga, cioè di stimolo del deflusso della bile verso il duodeno, comprende l'azione colecistocinetica (contrazione peristaltica della colecisti) ed il rilasciamento dello sfintere di Oddi. Tale effetto delle acque salse, più blando di quello ottenibile con le solfate, è probabilmente mediato dalla colecistochinina.

E' inoltre presente un'azione antispastica sulle vie biliari e sull'Oddi che favorisce ulteriormente la progressione del secreto biliare e la sua immissione in duodeno.

Per questi motivi le acque cloruro-sodiche sono impiegate nelle patologie infiammatorie croniche delle vie biliari, nelle discinesie, nella sindrome post-colecistectomia ed in alcune colelitiasi.

## ACQUE SOLFATE

In queste acque l'elemento predominante è lo zolfo in forma esavalente che nelle soluzioni idrominerali naturali è rappresentato dal solfato o ione solforico ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Tra gli altri mineralizzatori possiamo trovare bicarbonati, calcio, magnesio, sodio, cloro, arsenico, ferro, ecc.

Le combinazioni più frequenti sono comunque con bicarbonati, calcio e magnesio (acque solfato-bicarbonato e solfato-alcalino terrose). La presenza significativa degli altri elementi citati rende queste inquadrabili in altre classi (salse, arsenicali-ferruginose, ecc.)

Le acque si arricchiscono di solfato di calcio  $\text{CaSO}_4$  attraversando rocce che lo contengono, quasi sempre l'elemento deriva da banchi di gesso.

Le acque termali più comunemente utilizzate in terapia sono: bicarbonato-solfato-alcalino terrose, solfato-calciche, solfato-alcalino terrose, solfato-bicarbonato-calciche.

Le acque elencate, se di residuo fisso non particolarmente elevato, vengono comunemente imbottigliate, assieme alle bicarbonato, come "acque da tavola".

### **Azioni biologiche**

Le solfate sono acque a struttura complessa; i meccanismi d'azione sono determinati dalla natura degli elementi contenuti, dalla loro quantità e dalle loro interazioni.

L'acqua di ogni sorgente dovrebbe essere trattata separatamente in quanto possiede caratteristiche proprie con prevalenza di alcuni effetti terapeutici su altri, con particolari reazioni avverse, ecc.

Come regola generale consigliamo, qualora si vogliano conoscere con precisione gli effetti di un'acqua, di chiedere informazioni direttamente presso le stazioni termali o di consultare pubblicazioni sulle caratteristiche di ogni sorgente idrominerali.

Questa regola naturalmente è valida per ogni classe di acqua ma acquista un particolare significato per le solfate. Esistono, ad esempio, acque solfato-calciche con azioni eccito-secretrici gastriche e peristaltogene sulle vie biliari tali da controindicarle nei portatori di ulcera gastrica o duodenale e di piccoli calcoli della colecisti.

### **Azione su fegato e vie biliari**

Numerose acque solfate esercitano un'azione trofica, antitossica e metabolica, sul parenchima epatico. E' stata osservata una riduzione della steatosi indotta sperimentalmente da  $\text{CCl}_4$  in seguito all'assunzione di acque bicarbonato-solfato-alcalino terrose.

Autori italiani e francesi hanno dimostrato che prove di funzionalità epatica (bromosulfonftaleina, indici enzimologici, bilirubinemia, ecc.) dati obiettivi (riduzione del volume epatico e del subittero) ed elementi sintomatologici (cefalea, bocca amara, irregolarità digestive, ecc.) tendevano nettamente alla normalizzazione dopo trattamenti con diversi tipi di acque bicarbonato. Risultati analoghi sono stati ottenuti con soluzioni idrominerali con preponderante componente solfata.

Come le cloruro-sodiche le acque solfate esercitano sulla funzione biliare azione coleretica e colagoga. Studi con metodiche radiologiche ed ecografiche hanno accertato variazioni di volume della colecisti dopo assunzione di acque solfate anche se, perché il fenomeno fosse evidente, le concentrazioni di tale elemento dovevano essere abbastanza elevate.

Attualmente si tende ad attribuire queste azioni in gran parte alla componente in solfati. Mentre l'effetto terapeutico è ampiamente provato, i meccanismi biologici attraverso i quali si esplica non sono sufficientemente chiariti. Le teorie più interessanti riguardano la stimolazione vagale e l'incremento di ormoni digestivi quali gastrina, secretina e colecistochinina.

La prima ipotesi (stimolazione vagale) è supportata dal fatto che gli effetti delle acque solfate sull'apparato digerente sono per molti aspetti simili a quelli dell'attività parasimpatica (ad esempio stimolo alla secrezione ed alla motilità).

Le azioni ormonali sono attualmente oggetto di studio. Si ipotizza che l'azione delle acque minerali sia da attribuire non solo a singoli effetti su ormoni specifici ma ad un'attività modulatrice sull'intero Cervello Intestinale Autonomo (CIA).

Un ruolo è senz'altro svolto anche dal magnesio, in genere presente in quantità significativa nelle acque solfate. Numerosi Autori attribuiscono a questo elemento attività colagoga e coleretica. Studi farmacologici hanno infatti accertato che il  $Mg^{++}$  partecipa alla sintesi di enzimi digestivi e di polipeptidi digestivi (es. colecistochinina). Sulla muscolatura liscia dell'apparato gastroenterico ha azione antispastica e miorilassante.

#### **Azione sullo stomaco**

E' da tempo dimostrato l'effetto delle acque bicarbonato-solfato-alcaino terrose nel determinare variazioni quantitative e qualitative del succo gastrico e duodenale, nel favorire lo svuotamento gastrico e nel normalizzare i valori di acidità.

L'aumento della motilità gastrica e la riduzione del tempo di svuotamento dipendono probabilmente dalla stimolazione di enterormoni quali la CCK da parte di  $SO_4^{-}$ ,  $Mg^{++}$  e  $Ca^{++}$ . Sia calcio che magnesio esercitano anche un'azione diretta miorilassante. A queste due azioni (pro-peristaltica ed antispastica) conseguirebbe un aumento della velocità di progressione del contenuto del tubo digerente.

L'eccitazione secretoria e l'aumento dell'acidità gastrica sono da attribuire alla presenza di ioni calcio e probabilmente di solfati, mediati dalla liberazione di gastrina (ricordiamo che è anche postulata un'azione di stimolo sul vago).

Anche il magnesio, per la sua azione inibente sulla secrezione acida gastrica, è in competizione con il calcio.

Questo riconferma le differenti azioni tra le acque solfate. Anche l'esperienza clinica ha evidenziato l'azione eccito-secretrice delle acque solfato-calciche (povere in magnesio) che le rende mal tollerate dai pazienti portatori di ulcere gastro-duodenali e gastropatie ipersecretive. Sono invece indicate nelle insufficienze digestive caratterizzate da iposecrezione ed ipomotilità gastrica con o senza componente spastica.

#### **Azione sull'intestino**

A livello intestinale le acque solfate possono intervenire sui processi di assorbimento.

Si ricordano inoltre le proprietà promuoventi la secrezione e l'attività di alcuni enzimi pancreatici.

Lo stimolo sulle secrezioni biliari, pancreatiche e gastriche, l'azione eucinetica sul tubo digerente e l'azione trofica sulle mucose contribuiscono al miglioramento della funzione digestiva e conseguentemente assimilativa.

Le azioni di solfati, calcio e magnesio contenuti nelle acque minerali sono riconosciute utili nell'aumentare la velocità del transito intestinale al fine di risolvere turbe funzionali nelle quali sia accertata anche strumentalmente l'assenza di un substrato organico: in particolare la stipsi cronica e le alterazioni della motilità che si estrinsecano in vari modi nella colonpatia funzionale. E' documentata l'azione di alcune acque minerali, tra le quali le solfate, sulla muscolatura del grosso intestino con modificazioni dell'austatura e dei movimenti di massa ed in sostanza con un ritorno verso la norma di quadri radiologici di spasmo ed atonia in soggetti affetti da stipsi cronica o da stati spastici colici.

Contribuiscono sicuramente all'effetto lassativo le stimolazioni ormonali pro-peristaltiche, l'effetto miorilassante, la stimolazione della funzione biliare e l'azione osmotica del solfato di magnesio.

Il magnesio è in effetti poco assorbito a livello intestinale (circa un terzo di quello alimentare) e la velocità di assorbimento è ridotta anche dalla presenza dei solfati: è provato comunque che parte degli effetti sulla muscolatura del grosso intestino si esplicano indipendentemente dalle azioni svolte dalle acque solfate a livello duodenale, epatico e pancreatico.

Tra i possibili meccanismi coinvolti riteniamo che possano essere in gioco la correzione delle alterazioni dell'equilibrio orto-parasimpatico, azioni dirette degli elettroliti sulla contrattilità della muscolatura liscia ed ulteriori mediazioni ormonali.

### **Azione sull'apparato respiratorio**

Le acque solfate sono comunemente impiegate nelle patologie croniche delle alte e basse vie respiratorie che trovano indicazione nella terapia termale. Sono accertate le azioni trofiche specifiche ed aspecifiche sulle mucose e le azioni mucolitica ed antiinfiammatoria. Studi condotti su pazienti affetti da asma bronchiale hanno evidenziato che le acque solfate determinano probabilmente un minor effetto broncospastico rispetto ad altre.

Tuttavia che gli effetti spastici sulla muscolatura bronchiale provocati dalle acque minerali e dalle metodiche inalatorie sono attualmente oggetto di studio. In particolare si sta cercando di individuare se siano causati da caratteristiche chimiche o chimico-fisiche delle acque, dalle metodiche utilizzate, da problemi inerenti le apparecchiature o da una combinazione di questi fattori.

Classicamente le acque solfate vengono somministrate per bibita nelle patologie dell'apparato digerente. Più recentemente l'impiego si è esteso, con altre metodiche, alla terapia di malattie dell'apparato locomotore, circolatorio ed uropoietico. A supporto esistono studi che hanno provato l'efficacia clinica delle acque in esame, anche se a volte sono carenti le conoscenze sui meccanismi d'azione specifici.

## **ACQUE BICARBONATE**

Le acque bicarbonate sono tra le più diffuse in natura.

Nei terreni prevalgono infatti i bicarbonati accanto a calcio, solfati, sodio e magnesio che entrano nella costituzione minerale "di contorno" delle bicarbonate.

La loro origine è per attraversamento di rocce calcaree; i bicarbonati di calcio e magnesio derivano dall'aggressione della componente calcarea da parte della CO<sub>2</sub> disciolta. La CO<sub>2</sub> deriva spesso da terreni vulcanici di cui l'Italia è ricca (origine profonda) ma è altrettanto importante la quota atmosferica.

Le acque bicarbonate sono caratterizzate dalla presenza dell'anione HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> in quantità prevalente.

Si definiscono bicarbonato-alcaline le acque nelle quali prevalgono, accanto all'anione bicarbonato, il catione sodio e spesso il potassio e bicarbonato-alcaline terrose quelle più ricche in calcio e magnesio.

All'interno di questa suddivisione in due raggruppamenti principali nelle acque bicarbonate si ritrovano comunemente altri elementi (solfati, cloro, ferro, bromo, iodio, ecc.) a volte presenti in quantità sufficienti e tali da conferire alle bicarbonate caratteristiche biologiche e terapeutiche proprie dei singoli elementi.

Le acque bicarbonate sono utilizzate prevalentemente per bibita; rientrano in questa classe molte acque da tavola a media o bassa mineralizzazione.

Acque ad alta o medio-alta mineralizzazione sono utilizzate anche con metodiche di crenoterapia esterna, compresa la preparazione di fanghi, inalatorie ed irrigatorie.

### **Azioni biologiche**

L'azione delle acque bicarbonate è difficilmente schematizzabile in quanto la presenza di altri mineralizzatori la condiziona in modo determinante. Ci sono notevoli analogie con i meccanismi d'azione delle solfate.

### **Azione sull'apparato uropoietico**

Per le bicarbonate oligominerali è evidenziata un'azione diuretica da ascrivere in parte all'ipotonìa (azione "meccanica" aspecifica) ed in parte al contenuto in mineralizzatori. In particolare l'azione diuretica specifica è attribuibile alla presenza di metalli alcalino-terrosi che agirebbero sia a livello del parenchima renale, potenziandone la funzionalità, che a livello della dinamica delle vie escrettrici. In questo senso sono attive nei confronti della diuresi anche acque bicarbonate non oligominerali ed è segnalata un'azione protettiva nei confronti di perdite elettrolitiche che possono a volte verificarsi con acque a minima mineralizzazione.

E' segnalata un'azione specifica delle acque bicarbonato-alcaline terrose nella prevenzione dell'urolitiasi per la presenza di Mg<sup>++</sup>, del quale è nota l'attività di inibitore della cristallizzazione.

E' stata evidenziata un'azione delle acque bicarbonate sugli stati iperuricemici.

### **Azione sullo stomaco**

Le acque bicarbonate hanno spesso una reazione acida per la presenza di acido carbonico in equilibrio con i bicarbonati ma hanno spesso una notevole riserva alcalina.

Il potere tampone è stato particolarmente oggetto di studio.

A livello gastrico e duodenale agiscono sulla componente secretiva e motoria.

La bevuta di acque bicarbonate a digiuno eleva il pH gastrico ed inibisce la secrezione per stimolazione riflessa a partenza duodenale. Molte ricerche confermano una riduzione dell'attività secretoria ed il minor potere lesivo sulla mucosa del secreto acido. Assunte ai pasti l'effetto è prosecretorio.

Questi fenomeni e soprattutto la loro progressione nel corso della terapia e la persistenza nel tempo possono essere interpretati considerando l'azione eutrofica e protettiva sulla mucosa gastrica (esercitata soprattutto dalle bicarbonato-solfate) e l'intervento dei mineralizzatori sui mediatori del Cervello Intestinale Autonomo.

L'effetto eccitosecretivo e l'aumento dell'acidità sono da attribuire alla presenza di ioni calcio mediante la liberazione di gastrina ed alla CO<sub>2</sub> libera.

Calcio e magnesio sono implicati, secondo recenti studi, nella liberazione di gastrina oltre che di altri enterormoni. L'impulso alla peristalsi ed allo svuotamento gastrico con acque bicarbonate è stato evidenziato in vivo ed in vitro da numerosi Autori.

Nella pratica clinica questo dato si traduce nella conferma dell'efficacia delle acque bicarbonate nel ridurre l'ipercloridria e gli stati irritativi della mucosa gastrica intervenendo di conseguenza su turbe dispeptiche di varia origine.

### **Azione su duodeno, fegato e vie biliari**

A livello duodenale le acque bicarbonate favoriscono l'azione degli enzimi pancreatici elevando il pH verso l'alcalinità. Stimolano inoltre la secrezione esocrina pancreatica.

L'indice zimostenico delle soluzioni naturali bicarbonate è stato testato in laboratorio riguardo il potere lipolitico, amilolitico e proteolitico e ne è stata affermata la dipendenza dalla composizione chimica in elementi prevalenti ed alcuni oligoelementi. Numerose ricerche hanno indicato nel calcio e nel magnesio dei potenziali liberatori di colecistochinina. Sono state analizzate in particolare le azioni di alcuni elettroliti sul Cervello Intestinale Autonomo che hanno fatto rilevare un intervento del calcio nella liberazione di gastrina e sull'attività esocrina del pancreas con effetto di lunga durata. Al SO<sub>4</sub><sup>-</sup> è imputata un'azione di liberazione di CCK. E' documentato inoltre uno stimolo vagale sulla secrezione pancreatica esocrina che potrebbe essere ascrivibile agli ioni calcio.

A livello dell'apparato epatobiliare le acque bicarbonate esercitano numerose azioni sulla funzionalità epatica, sulla produzione della bile e sulla motilità delle vie biliari.

Sono noti effetti antitossici sul fegato dopo l'uso di veleni organolesivi specifici come il tetracloruro di carbonio. Attualmente l'interpretazione più valida sembra fornita dall'effetto antiossidante della componente solfata, protettivo nei confronti della lesione mediata da radicali liberi. Tali considerazioni valgono ovviamente per ogni fonte di stress ossidativo epatico (alcol, farmaci, ecc.). Le acque bicarbonate hanno azione coleretica e colagoga. Alla componente solfata è attribuita, in questo caso, un'importanza preponderante soprattutto in relazione al suo potere di stimolare il vago e di determinare l'increzione di ormoni digestivi ad attività coleretica quali gastrina e secretina.

La coleresi termale riguarda la biligenesi elettroliti-dipendente e la quota dipendente dalla secretina. In particolare gastrina e secretina provocano incremento dell'output biliare idroelettrolitico e aumento della concentrazione biliare di  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{Cl}^-$ .

Circa l'azione colagoga è stata evidenziata la iperincrezione di CCK indotta soprattutto dalle bicarbonato-solfate. Gli effetti della CCK sulle vie biliari possono essere così riassunti: contrazione della colecisti, rilasciamento dell'Oddi, stimolazione della motilità antrale con distensione della prima metà del duodeno.

Circa il contenuto in magnesio ne è da tempo affermata l'azione spasmolitica. Numerosi sono inoltre gli Autori che attribuiscono al magnesio attività colagoga e coleretica.

### **Azione sull'assorbimento**

Lo studio dell'assorbimento di glucidi, lipidi e protidi depone per una evidente influenza della terapia con acque bicarbonate e bicarbonato-solfate nel determinare incremento delle quote assorbite in soggetti affetti da insufficienza epatopancreatica.

Le attività coleretica e colagoga e lo stimolo alla secrezione pancreatica esogena sono, come intuibile, connessi in modo fondamentale con le modificazioni indotte sui processi di assorbimento. Inoltre le azioni sulla componente secretiva, sulla contrattilità gastrica e duodenale e sul trofismo mucoso contribuiscono al miglioramento della funzione digestiva e conseguentemente assimilativa.

A livello duodenale il tempo di transito è fondamentale ai fini dell'assorbimento e tra le molte acque in grado di ottimizzarlo troviamo quelle a prevalente componente solfata ed alcalino terrosa per l'azione eucinetica che favorisce il mixing duodenale.

### **Indicazioni in alimentazione**

Come più volte accennato sono stati condotti in passato e si stanno intensificando attualmente studi miranti ad appurare il potenziale ruolo dietetico e terapeutico delle acque minerali in bottiglia. Per le acque bicarbonate e soprattutto per le bicarbonato-calciche ed alcalino terrose sono state individuate possibilità in ambito nutrizionale nipiologico e pediatrico, nella dieta dello sportivo, negli stati ipertensivi e, recentemente, nell'osteoporosi.

### **Nipiologia e pediatria**

L'utilizzo di un'acqua bicarbonato-calcica o alcalino terrosa per la ricostituzione dei latti formulati sembra rispondere a criteri di ottima tollerabilità e favorire la funzione assimilativa; assicura inoltre un buon introito di calcio e di altri elettroliti, fondamentale in età di rapido accrescimento staturico-ponderale.

Al fine di garantire un apporto ottimale di minerali è stata valutata la possibilità di utilizzare acque a media mineralizzazione e a tutt'oggi la ricerca le indica tra le più idonee, essendo stato escluso, a parere di alcuni ricercatori, il rischio di un apporto (intake) elettrolitico tale da interferire con le ridotte capacità di compenso del rene immaturo.

Nel divezzamento, con la progressiva introduzione di alimenti diversi dal latte, è stata segnalata la possibilità di deficit di calcio in particolare nei portatori di intolleranza alle proteine del latte vaccino. E' stato dimostrato sperimentalmente come un'acqua bicarbonato-calcica possa contribuire all'intake raccomandato di calcio particolarmente in questa condizione.

Riportiamo inoltre che, a parere di alcuni ricercatori, le acque oligominerali sono maggiormente indicate in nipiologia e pediatria per il minor potere tampone che permette un minor impegno della funzione secretoria gastrica ancora immatura.

## **Fisiopatologia dello sport**

Nello sportivo l'apporto idrico deve essere adeguato per reintegrare il patrimonio idroelettrolitico e per favorire un'azione contrastante gli effetti dell'accumulo dei cataboliti della fatica. Ricordiamo come soprattutto nell'atleta agonista la prevenzione dell'accumulo e lo smaltimento tempestivo di cataboliti acidi si oppongono a stati dismetabolici che, anche se transitori, si traducono in traumatismi da cause endogene.

Sono noti studi sull'influenza delle acque bicarbonate nella fatica muscolare. Nello sportivo e nell'atleta, tra le alterazioni ematochimiche da sforzo più rilevanti si hanno iperazotemia, iperuricemia, aumento della lattacidemia e della piruvicoemia oltre all'incremento di markers di danno muscolare ed epatico conseguenti ad alterazioni di membrana.

Calcio e magnesio, ma anche sodio, bicarbonati e solfati, agiscono a livello delle membrane cellulari in senso stabilizzante e l'elevato potere tampone delle acque bicarbonate è chiamato in causa nel neutralizzare le valenze acide con minore produzione di cataboliti ed un più rapido ritorno alla norma dei valori alterati.

Le acque bicarbonate-calciche e le bicarbonato-alcaline terrose a media mineralizzazione determinano, durante l'esercizio muscolare, modificazioni della risposta cardiocircolatoria e respiratoria, della massima potenza aerobica (massimo consumo di ossigeno) e di alcune variabili ematochimiche (incremento ematico di indici ematologici di danno cellulare). Si rivelano inoltre preventive in caso di assunzione abituale.

### **Stati ipertensivi**

L'induzione all'escrezione di sodio sembra essere più accentuata per le acque bicarbonate (iposodiche) a media mineralizzazione. La sodiemia non subisce variazioni significative; non sono segnalate modificazioni rilevanti indotte sulla potassiuria e sulla potassiemia.

Le variazioni della sodiemia, per quanto non significative, non escludono comunque che le acque bicarbonate povere in sodio siano da considerare come possibili coadiuvanti nella terapia dell'ipertensione.

Segnaliamo inoltre il ruolo protettivo esercitato dal calcio nei confronti degli stati ipertensivi.

### **Osteoporosi**

Le acque minerali calciche (con contenuto in  $\text{Ca}^{++}$  superiore a 150 mg/l) possono e devono essere considerate come sorgente alimentare di calcio. Questa affermazione è supportata da recenti contributi di ricerca circa la biodisponibilità del calcio contenuto nelle acque minerali. Lo studio della biodisponibilità degli elementi contenuti nelle acque minerali è tuttavia un campo di ricerca ancora quasi inesplorato verso il quale si è assistito ad una polarizzazione degli interessi concomitante da un lato con il progredire delle ricerche sull'importanza dei costituenti minerali della dieta e dall'altro con l'attribuzione all'acqua minerale in bottiglia del ruolo di possibile presidio preventivo e terapeutico.

Si è reso indispensabile appurare quale quota di calcio nelle acque minerali si renda effettivamente disponibile per il fabbisogno organico e possa svolgere i ruoli biologici e terapeutici ad esso attribuibili. In uno studio la biodisponibilità del calcio contenuto in un'acqua bicarbonata, ricca in  $\text{Ca}^{++}$  e povera in  $\text{Na}^+$ , di cui è noto l'effetto riduttivo sull'assorbimento del calcio, è stata estrapolata dal confronto con quella del latte, alimento che rappresenta lo standard riconosciuto di buona biodisponibilità. I risultati della ricerca hanno permesso di stabilire che:

- la biodisponibilità del calcio contenuto nell'acqua in esame è notevole: i valori di assimilazione per l'acqua sono del 49%, per il latte 43%
- la biodisponibilità del calcio si estende agli adulti di una vasta gamma di età
- gli estrogeni e lo stato di menopausa, sebbene influenzino l'assimilabilità generale, non intaccano quella del calcio contenuto nell'acqua minerale.

## ACQUE CARBONICHE

L'anidride carbonica libera (CO<sub>2</sub>) è presente in alcune acque minerali in quantità tale da determinare di per se, a prescindere da altri elementi, effetti biologici e terapeutici ed è pertanto giustificata una classificazione a parte di tali acque.

Premesso che queste acque sono per la maggior parte bicarbonate, nelle acque carboniche l'elevato contenuto in CO<sub>2</sub> è determinato in prima istanza da variazioni del pH verso l'acidità.

La temperatura influenza la solubilità della CO<sub>2</sub> in maniera direttamente proporzionale e questo fenomeno è noto in quanto è facile osservare come un'acqua minerale addizionata di CO<sub>2</sub> e conservata in una bottiglia in PET in ambiente caldo provochi un rigonfiamento del contenitore perché la CO<sub>2</sub> tende ad uscire dalla soluzione secondo la legge di Henry.

La classificazione di Marotta e Sica definisce "carboniche" le acque con contenuto minimo in CO<sub>2</sub> libera di 300 mg/l.

Dal punto di vista terapeutico (relativamente al contenuto di tale gas) vengono classicamente distinte:

- acque carboniche leggere: contenenti 300-500 ml/l di CO<sub>2</sub> libera;
- acque carboniche medie: 300-1.000;
- acque carboniche forti: > 1.000.

Si ritiene scientificamente valida tale classificazione pur ricordando che la legislazione attuale consente, per le acque minerali naturali (in bottiglia), la definizione di "acidule" (proprietà organolettica derivante dal contenuto in CO<sub>2</sub>) se il tenore di anidride carbonica libera è superiore a 250 mg/l. Ricordiamo che, all'interno delle acque classificabili come carboniche, esiste una notevole varietà di effetti legata ad altre componenti chimiche ed a caratteristiche chimico-fisiche. Avremo perciò acque carboniche bicarbonate, salse, salso-bromo-iodiche, solfuree ecc., oligominerali, ricche in sali minerali oppure, in base alla passata classificazione, oligo, medio e minerali propriamente dette.

### **Azioni biologiche**

Le acque ricche in CO<sub>2</sub> o contenenti tale gas in quantità farmacologicamente attiva sono prevalentemente utilizzate, in Italia, con metodiche di balneoterapia ed idropinoterapia mentre in altri Paesi (Francia e Germania) il loro utilizzo, e la ricerca, sono notevolmente più estesi ed ampli.

La balneoterapia in acqua carbonica (balneoterapia carbogassosa) non è solo una metodica di applicazione ma possiede particolarità che necessitano di un'analisi più approfondita.

Il bagno carbogassoso esercita azioni specifiche locali e generali su diversi apparati tra i quali prevalentemente il cardiocircolatorio ed il respiratorio. Durante il bagno la CO<sub>2</sub> viene assorbita a livello cutaneo ed inalata: alla quota inalata è probabilmente da attribuire la maggior parte dell'effetto.

Gli effetti biologici che si producono sono a volte contrastanti, anche a prescindere dalle opportune considerazioni circa la reattività del singolo paziente, dipendendo sia dalla quantità di CO<sub>2</sub> che dalla temperatura del bagno carbonico e dagli accorgimenti messi in opera durante il bagno.

La temperatura del bagno carbogassoso influenza, in maniera indipendente dal contenuto in CO<sub>2</sub> libera dell'acqua, la quota di CO<sub>2</sub> liberata (ed inalata), che aumenta con l'aumentare della temperatura.

L'inalazione di CO<sub>2</sub> può essere ridotta da accorgimenti quali la copertura della vasca con teli o coperchi e la posizione seduta o semisdraiata del paziente dato che, essendo il peso specifico della CO<sub>2</sub> maggiore di quello dell'aria, quest'ultima tende a depositarsi ed a permanere, in assenza di turbolenze dell'acqua o dell'aria, in uno spessore di poco superiore al livello dell'acqua.

E' inoltre una prerogativa del bagno carbonico quella di poter essere somministrato ad una temperatura inferiore (33° C) a quella normalmente utilizzata in balneoterapia termale senza che il paziente avverta sensazione di freddo (fenomeno dell'abbassamento della temperatura indifferente) a causa dell'azione meccanica di distacco delle bollicine dalla cute con stimolazione dei termocettori cutanei.

### **Azione sull'apparato cardiocircolatorio**

Si cerca di ottenere una inalazione non eccessiva di CO<sub>2</sub> quando, come richiesto nella maggioranza dei casi, non si desidera un effetto ipertensivo provocato dal gas in via generale attraverso un'azione sui centri vasomotori.

Ricordiamo che l'azione ipertensiva è potenziata dalla bassa temperatura dell'acqua (in alcuni casi utilizzata anche a 30° C) e diminuita dalle alte temperature. Ciò avviene in parte per meccanismi aspecifici di vasocostrizione-vasodilatazione in relazione allo stimolo termico, in parte per l'azione specifica, sostenuta da più Autori, della CO<sub>2</sub> sul cuore per cui schematicamente:

bassa temperatura --> scarsa liberazione di CO<sub>2</sub> --> scarsa influenza sull'attività cardiaca (non bradicardia) --> effetto indifferente o ipertensivo;  
alta temperatura --> maggiore liberazione di CO<sub>2</sub> --> aumento tono e contrattilità miocardica (con bradicardia) --> effetto ipotensivo.

E' necessario inoltre tener conto dell'effetto specifico di vasodilatazione indotto dalla CO<sub>2</sub>.

La CO<sub>2</sub>, soprattutto la quota inalata, agisce a livello cardiaco con effetto bradicardizzante e determinando un aumento di tono e contrattilità forse per azione specifica del gas sul nodo del seno.

Il conseguente aumento del tempo di diastole determina in via indiretta condizioni di migliore irrorazione coronarica.

Si ricorda che una massiva inalazione di CO<sub>2</sub> determina un effetto prevalentemente ipertensivo anche a prescindere dalla temperatura del bagno.

### **Azione sull'apparato respiratorio**

A livello dell'apparato respiratorio la CO<sub>2</sub>, comunque assorbita, determina acidosi con conseguente stimolazione dei centri respiratori.

Si assiste prevalentemente ad una riduzione della frequenza respiratoria (ma anche a variazioni inesistenti od irrilevanti) accompagnata da aumento dell'ampiezza degli atti e da un aumento globale della ventilazione (stimolazione del vago a livello polmonare).

Si può ottenere in questo modo un miglioramento degli scambi gassosi con aumentata ossigenazione a livello di tutti i parenchimi.

**Azione sul sistema neurovegetativo**

Si parla in generale di un'azione globale sul sistema nervoso vegetativo con una prevalente componente di stimolazione parasimpatica e conseguente inibizione di fenomeni spastici (viscerali, arteriolari, ecc.) da iperattività simpatica.

**Azione sull'apparato digerente**

La stessa azione che si esercita sul sistema nervoso autonomo e prevalentemente sulla componente parasimpatica è responsabile dell'azione delle acque carboniche a livello gastrico dove vengono attivate la secrezione cloridropeptica (in particolare la cloridrica) e la motilità.

**Azione sull'apparato uropoietico**

Le acque carboniche possono indurre un aumento della diuresi. Tale effetto è maggiormente evidente per acque oligominerali o minimamente mineralizzate ma la stessa CO<sub>2</sub>, a causa della vasodilatazione indotta sulle mucose dello stomaco e del conseguente rapido assorbimento, determina un effetto marcatamente e propriamente diuretico.

Anche in seguito a balneoterapia si osserva un cospicuo aumento della diuresi con una notevole eliminazione di cloruri da attribuire in parte alle azioni specifiche della CO<sub>2</sub> sul rene (vasodilatazione) e sul cuore.

## ACQUE ARSENICALI FERRUGINOSE

La classificazione delle acque con la denominazione di arsenicali-ferruginose è dovuta all'alta frequenza con la quale questi elementi si trovano associati nelle soluzioni idrominerali naturali. In realtà, anche se rare, esistono acque solo ferruginose o arsenicali. Come elementi in traccia sono spesso presenti rame, manganese, zinco, nichel, cobalto, alluminio, litio e antimonio.

In queste acque esiste una flora batterica (ferrobatteri) in grado di fissare il ferro ed utilizzarlo per il proprio metabolismo.

Esistono due tipi principali di acque ferruginose:

Acque solfato-ferrose e solfato-ferriche.

Sono acque molto concentrate con elevato contenuto di arsenico. Il pH è molto basso, inferiore a 3; in alcuni casi scende al di sotto di 1 per la presenza degli acidi solforico e fosforico.

Acque bicarbonato-ferrose

L'arsenico, quando presente, è contenuto in piccola quantità. Sono poco stabili per l'azione dell'ossigeno che provoca la precipitazione del ferro come idrossido. Il pH è di circa 6.

Il ferro si trova nelle acque in forma ferrosa ( $Fe^{++}$ ) o ferrica ( $Fe^{+++}$ ). Lo ione ferroso è instabile perché tende ad ossidarsi facilmente in ferrico. E' comunque la forma ferrosa che viene assorbita dal duodeno e dalla prima parte del digiuno, il  $Fe^{+++}$  è prima ridotto a livello gastrico. L'assorbimento intestinale è regolato dal fabbisogno. Esiste anche un assorbimento cutaneo ampiamente provato da sperimentazione su animali.

Il dosaggio e la diluizione nell'idropinoterapia variano in relazione alla concentrazione. In genere le acque arsenicali-ferruginose si somministrano diluite a cucchiari o a cucchiaini (bambini) con dosi crescenti da ½ a 4, tre volte al giorno.

Anche per le applicazioni balneoterapiche l'acqua va diluita aumentandone progressivamente la concentrazione nel corso della cura.

Diluizioni maggiori sono necessarie per la terapia inalatoria.

### **Azioni biologiche**

La via di somministrazione elettiva delle acque arsenicali-ferruginose è quella orale che permette l'assorbimento intestinale degli elementi contenuti.

La terapia con acque minerali è inoltre a volte meglio tollerata di quella farmacologica.

Circa l'assorbimento transcutaneo non è chiarita l'importanza che possono rivestire ai fini terapeutici le piccole quantità di sostanza che penetrano nell'organismo attraverso questa via. Questo tuttavia non priva di significato terapeutico la balneoterapia in quanto è ammesso un meccanismo locale di stimolazione (nervosa, enzimatica, ormonale, ecc.) con possibilità di azioni riflesse a distanza. Queste acque sono efficaci su alcune patologie dermatologiche.

**Azione sull'emopoiesi** (produzione di sangue da parte del midollo osseo) e sul metabolismo

Le acque ricche in ferro sono indicate nelle anemie sideropeniche (con carenza di ferro). La reintegrazione dell'elemento nell'organismo ne permette una maggiore disponibilità per la sintesi dell'emoglobina ed un'azione metabolica generale.

Il ferro è un costituente di enzimi e coenzimi influenzando azioni catalitiche, enzimatiche e ossido-riduttive. Possiede quindi un'azione trofica (di sviluppo) e di stimolazione generale.

Anche l'arsenico ha azione trofica sul midollo osseo e sull'organismo in generale.

Questa azione sinergica del ferro e dell'arsenico ne estende a volte l'indicazione in situazioni caratterizzate da scarsa reattività organica del bambino e dell'adulto.

### **Azione sulla tiroide**

Le acque arsenicali-ferruginose somministrate ad alte dosi determinano un'eccitazione della funzione tiroidea e a dosaggi minori un'inibizione. In realtà in Italia l'utilizzo in forma diluita rende sfruttabile l'azione inibente restringendone l'indicazione a coadiuvante negli stati di ipertiroidismo.

### **Azione sul sistema nervoso**

Queste acque vengono impiegate tradizionalmente negli stati di turbe psichiche lievi.

Il meccanismo d'azione è il seguente: a livello cutaneo vengono stimulate le terminazioni nervose e si osserva un'azione eccitante sulla conducibilità elettrica dei nervi, il sistema nervoso centrale ne è così coinvolto. Altri cofattori termali (clima, ambiente, ecc.) agiscono poi in sinergismo. Una certa influenza hanno anche gli effetti ormonali, soprattutto sulla funzione tiroidea la cui alterazione provoca spesso variazioni del tono dell'umore.

### **Azione sulle dermatopatie**

La balneoterapia ed a volte la fangoterapia vengono utilizzate in alcune patologie come il lichen ruber planus e la psoriasi. I miglioramenti ottenuti sono probabilmente dovuti all'affinità dell'arsenico per la cute. Questo elemento riveste infatti un ruolo nella fisiologia cutanea attribuibile alla sua azione biocatalizzatrice.

Le acque arsenicali-ferruginose sono inoltre impiegate in malattie infiammatorie dell'apparato genitale femminile ed in alcune broncopatie.