

Chiara, fresca... imprevedibile **acqua!**

di Francesco BORGHINI, Fabrizio GUIDI e Massimo SPERINI

f.guidi@tiscalinet.it

Numerose sono state lettere di commento all'articolo sull'acqua: la maggior parte di soddisfazione, per aver affrontato un argomento poco noto, alcune di critica, reputando l'articolo stesso non molto chiaro in alcuni passaggi. Ne emerge un quadro che delinea una discreta confusione in proposito. In considerazione della complessa cornice scientifica in cui inquadrare l'acqua e della sua importanza biologica, torniamo sull'argomento, con lo scopo di avviare un proficuo dibattito sul tema.

Il tema del reticolo microtrabecolare è stato scelto poiché, contrariamente ad una critica dominante e a distanza di ben 20 anni da tale scoperta, i principali testi di biologia cellulare ignorano tale argomento, anche se la letteratura in proposito è "relativamente" ampia: mentre per alcuni autori l'esistenza del reticolo microtrabecolare assume significati controversi, per altri addirittura si tratta di un artefatto sperimentale.

Diffondere presso biologi e medici i dati sperimentali a sostegno dell'esistenza del reticolo microtrabecolare è molto importante, come ha dimostrato la gran quantità di lettere pervenute, a tale proposito, in redazione. Anche se si ritiene che l'acqua cellulare mostri proprietà chimico-fisiche differenti da quella dell'acqua ordinaria, tale ipotesi non è purtroppo condivisa dalla visione ufficiale, definita nel 1981 presso la Conferenza di Cambridge sulla Biofisica dell'Acqua.

La teoria, ufficialmente accettata a livello accademico, ritenne che il 90% dell'acqua cellulare fosse *bulk water* (BW), ovvero che presentasse le medesime proprietà chimico-fisiche di quella ordinaria. Tale acqua è localizzata nei compartimenti acquosi della cellula, ovvero nel citosol, nel nucleoplasma e all'interno degli organelli citoplasmatici; la parte rimanente, ovvero quella in prossimità (0,3-0,6 nm) della superficie di ioni liberi, metaboliti, macromolecole o componenti ultrastrutturali della cellula, esibisce proprietà differenti dall'acqua ordinaria ed è denominata acqua di idratazione primaria (*primary hydration* HW), oppure acqua legata (*bound water*).

Nell'immagine ufficiale la BW, assunta come singola fase acquosa (anche se la

cellula eucariota è separata in diversi compartimenti dalle strutture membranose), assolve la funzione di solvente, di substrato e di prodotto di reazioni enzimatiche; l'HW, a causa delle sue differenti proprietà chimico-fisiche, è un componente importante, che partecipa alla struttura ed alla stabilizzazione delle macromolecole cellulari. Ne consegue che: a) la concentrazione di acqua cellulare, considerata equivalente al solvente di una qualunque soluzione salina, è assunta come indicatore affidabile dell'attività chimica; b) i risultati degli studi *in vitro*, ad esempio le reazioni enzimatiche nelle soluzioni diluite ed il loro significato fisiologico, possono essere estrapolati dall'ambiente intracellulare.

La concezione tradizionale, fondata sulle tecniche sperimentali della risonanza magnetica nucleare (RMN) e sullo studio delle proprietà dielettriche dell'acqua nella regione delle microonde, è adottata da biologi molecolari, biochimici e biofisici, il cui lavoro di ricerca è implicato solo marginalmente con l'acqua cellulare: essi se ne occupano stimando le concentrazioni degli enzimi, dei metaboliti e degli ioni di cellule e tessuti. Tra i pochissimi specialisti che indagano le proprietà chimico-fisiche dell'acqua, solamente una minoranza sostiene prospettive differenti da quella accademica. Nel corso degli anni sono state avanzate, accanto alla concezione tradizionale, ipotesi differenti sul ruolo dell'acqua cellulare. Molto nota in ambito specialistico rimane l'ipotesi formulata, sin dagli anni '30, da GN Ling, secondo cui tutta l'acqua cellulare è costituita da multistrati polarizzati, generati dalle proteine cariche della membrana cellulare; tali strati, che si espandono a notevole distanza dalla superficie della membrana, impediscono il movimento degli ioni e degli altri soluti. Il processo di trasporto attivo di membrana diviene pertanto un fenomeno trascurabile nel processo di regolazione della distribuzione dei soluti. Tale ipotesi, denominata della associazione-induzione, in inglese *association-induction*, è supportata da una grande mole di lavoro sperimentale, ma poiché è molto differente da quella tradizionale, la comunità dei ricercatori è stata sempre molto riluttante nell'accettarla ed allo stesso tempo nel respingerla, sulla base di argomentazioni scientifiche: se ne discute solamente nell'ambito degli addetti ai lavori.

Altre evidenze provengono da Horowitz e Paine, che nel 1979 hanno elaborato un metodo denominato della fase di riferimento (*reference phase technique*), mediante il quale è stato possibile studiare le proprietà dell'acqua come solvente *in situ*; in questo modo è stato possibile dimostrare che il citoplasma esibisce proprietà come solvente di una soluzione salina equivalente. Da tali esperimenti conseguono che solamente un terzo dell'acqua cellulare è di tipo BW. Drost-Hansen, raccogliendo nel corso degli anni '70 molti dati sperimentali, ipotizzò che la presenza delle superfici solide e delle macromolecole biologiche influenza le proprietà chimico-fisiche dell'acqua cellulare, sino ad una distanza di 10-50 nm: tale acqua, denominata "acqua vicina" o *vicinal water* (da non confondere con quella di tipo HW), responsabile dell'adeguato funzionamento del metabolismo cellulare.

I lavori di questi autori sono poco noti e la visione ufficiale riconosce solamente l'esistenza dell'HW e non quella di altri tipi di acqua cellulare; ecco perché non si può dare per scontata l'esistenza all'interno della cellula di un'acqua diversa, ordinaria oppure con altre denominazioni, senza essere però in grado di interpretare diversamente i dati sperimentali provenienti dalla RMN e dalle tecniche di studio delle proprietà dielettriche.

Il nesso, infine, tra acqua cellulare (come ad esempio quella confinata nel reticolo microtrabecolare), acqua ordinaria ed acqua del prodotto omeopatico risiede nella struttura dell'acqua liquida, della quale attualmente non esistono modelli soddisfacenti. La chiave consiste quindi nel fornire un modello in grado di inquadrare teoricamente le proprietà anomale dell'acqua (densità, tensione superficiale, costante dielettrica, calore specifico, etc.), quelle interattive (risposta dell'acqua a campi magnetici ed elettromagnetici), l'interpretazione delle modifiche strutturali dell'acqua confinata nel reticolo microtrabecolare (sottoposta ad un elevatissimo potenziale di membrana) e la spiegazione dei mutamenti strutturali dell'acqua dinamizzata.

A questo proposito, vale la pena sottolineare che, in aggiunta alla teoria di Preparata e Del Giudice, ve ne sono molte altre che, basandosi sull'ipotesi dei domini di coerenza, potrebbero fornire il modello di acqua liquida cercato. ♦