

UP TO DATE

G.H. Pollack



RIASSUNTO

Generalmente si ritiene che l'impatto delle superfici sulla fase acquosa contigua non riguardi più di qualche strato di molecole d'acqua. A nostro parere, questa visione scolastica non regge. I soluti sono distanti qualche *centinaia* di micrometri dalle varie superfici idrofile. Queste ampie zone di esclusione del soluto sono state osservate in prossimità di molte superfici idrofile. Di conseguenza, l'esclusione di soluto in prossimità della superficie sembra essere un fenomeno abbastanza generalizzabile.

Sono state effettuate molte fini sperimentazioni per capire se le zone di esclusione differiscano fisicamente della *bulk water*. I risultati dimostrano che la zona in cui il soluto è assente corrisponde ad una fase dell'acqua fisicamente diversa, meno mutevole, ordinata e che può coesistere - per un tempo indeterminato - con la fase *bulk*. Questa zona molto vicina alla superficie potrebbe essere la "quarta fase" dell'acqua, da tempo ipotizzata. Inoltre, l'esistenza per un certo lungo tempo di questa fase dell'acqua implica che essa possa avere "memoria" delle superfici responsabili della sua nucleazione.

L'energia per lo sviluppo di questa zona carica ed ordinata deriva dalla luce solare. Abbiamo scoperto che l'energia radiante incidente - incluse le lunghezze d'onda dello spettro visibile e semi-infrarosse - produce un sensibile allargamento della zona di esclusione. Gli infrarossi sono particolarmente efficaci. I fotoni incidenti provocano alterazioni della *bulk water* predisponendo le molecole a riorganizzarsi e costituire la zona di esclusione carica e ordinata.

I fotoni della luce solare possono, inoltre, presentare effetti oltre al riscaldamento. L'energia solare sviluppa ordine e separa la carica tra la zona di esclusione prossima alla superficie e la *bulk water*.

Tale separazione crea una "pila".

Questo processo somiglia alla fotosintesi. Infatti, questa zona prodotta dalla luce sembrerebbe rilevante non solo per la fotosintesi, ma anche per i Regni della Natura che coinvolgono acqua ed interfacce - dall'origine della vita fino al ruolo dell'acqua in fisiologia e patologia. Molte delle argomentazioni presentate, sono anche reperibili in: www.uwvtv.org

ATTI DEL XXIV CONGRESSO DI OMEOPATIA,
OMOTOSSICOLOGIA E MEDICINA BIOLOGICA
Milano, 16 Maggio - Roma, 23 Maggio 2009
- SESSIONE DI RICERCA SCIENTIFICA SULL'ACQUA

ACQUA, ENERGIA E VITA: FRESCHE IDEE A FILO D'ACQUA

*WATER, ENERGY AND LIFE:
FRESH VIEWS FROM THE WATER'S EDGE*

Generalmente, si ritiene che l'impatto delle superfici sulla fase acquosa contigua non coinvolga più di qualche strato di molecole d'acqua. A nostro parere, questa visione scolastica non regge.

I soluti sono distanti qualche *centinaia* di micrometri dalle varie superfici idrofile. Numerose sperimentazioni hanno evidenziato che tale esclusione non è l'insignificante risultato di un artefatto

PAROLE CHIAVE ACQUA,
SOLUTO, ZONE DI ESCLUSIONE, *BULK WATER*

SUMMARY: The impact of surfaces on the contiguous aqueous phase is generally thought to extend no more than a few water-molecule layers. We find, however, that this textbook view does not hold. Solute are profoundly excluded from the vicinity of various hydrophilic surfaces to distances typically several hundred micrometers. Such large solute-exclusion zones are observed next to many hydrophilic surfaces, and diverse solutes are excluded. Hence, near-surface solute exclusion appears to be quite a general phenomenon.

To test whether the exclusion zone differs physically from bulk water, extensive experiments have been carried out.

The results reveal that the solute-free zone is a physically distinct, less mobile, ordered, phase of water that can co-exist essentially indefinitely with the bulk phase. Indeed, this near-surface zone may be a candidate for water's long-postulated "fourth phase." And, the long-term existence of this phase implies that it may contain "memory" of the surfaces responsible for its nucleation.

The energy responsible for building this charged, ordered zone comes from sunlight. We found that incident radiant energy including all visible and near-infrared wavelengths induces exclusion-zone growth in a spectrally sensitive manner. Infrared is particularly effective. Apparently, incident photons cause some change in bulk water that predisposes constituent molecules to reorganize and build the charged, ordered exclusion zone.

Photons from ordinary sunlight, then, may have an unexpectedly powerful effect that goes beyond mere heating. Solar energy builds order and separates charge between the near-surface exclusion zone and the bulk water beyond - the separation effectively creating a battery. The process resembles photosynthesis. Indeed, this light-induced action would seem relevant not only for photosynthesis, but also for all realms of nature involving water and interfaces - ranging from the origin of life, to the role of water in physiology and pathology. Many of these implications are discussed in www.uwvtv.org www.i-sis.org.uk

KEY WORDS: WATER, SOLUTE, EXCLUSION ZONES, *BULK WATER*

insospettabile (Zheng *and* Pollack, 2003). Tale esclusione a largo raggio è stata confermata in 12 laboratori diversi. Definiamo queste aree, sembra prive di soluto, come “**zone di esclusione**”.

Le zone di esclusione si osservano in prossimità di molte superfici idrofile, ma non in prossimità di superfici idrofobe. Le classi di superfici idrofile testate includono idrogel, polimeri idrofili, monostrati, granuli di resina a scambio ionico e tessuti biologici. Le zone di esclusione prossime a queste superfici escludono una serie di soluti di dimensione, tipologia e polarità diverse.

Di conseguenza, il fenomeno dell'esclusione è abbastanza diffuso (Zheng *et Al.*, 2006; Zheng *and* Pollack, 2006). Un esempio di zona di esclusione in prossimità della superficie di gel idrofilo è illustrato in **FIG. 1**.

Finora sono state applicate sei metodologie - RMN, infrarossi, *birefringence imaging*, misurazioni del potenziale elettrico, viscosità e spettro di assorbimento UV-VIS - al fine di testare se le proprietà fisiche della zona di esclusione dell'acqua differiscano da quelle della *bulk water*. Tutti gli approcci

hanno dimostrato che la zona di interfaccia **differisce fisicamente** dalla zona *bulk* e che vi è una fase dell'acqua distinta, meno mutevole e più ordinata che può coesistere con la fase *bulk* contigua (Zheng *et Al.*, 2006).

La zona di esclusione sembra comportarsi come un **crystallo liquido**, ovvero, una fase dell'acqua in cui le molecole costitutive siano più o meno allineate.

Tra i risultati menzionati, di particolare rilievo è la separazione della carica. Sebbene la carica netta totale dell'acqua nel sistema sia pari a zero, l'acqua nella zona di esclusione ha **carica negativa**, mentre la zona della *bulk water* contiene **cariche positive**. La differenza di potenziale è di 100-200 mV secondo il tipo di superficie di nucleazione. Gli elettrodi inseriti e collegati nelle rispettive zone mostrano un flusso di corrente ampio e persistente.

La separazione della carica dell'acqua potrebbe sembrare poco intuitiva, ma è fenomeno diffuso.

Per esempio, la separazione della carica dell'acqua delle nuvole è effetto delle scariche che, per l'80%, vengono trasferite da nuvola a nuvola.

In laboratorio, il famoso esperimento di Kelvin “generatore a goccia d'acqua” (facilmente reperibile sul web) mostra una scarica elettrica visibile tra differenti corpi di acqua pura giustapposti, rivelando - ancora una volta - la separazione di carica. La separazione della carica è stata dimostrata anche nel nostro laboratorio. In una vasca riempita d'acqua pura, gli elettrodi posti su entrambi i lati della vasca e predisposti per il passaggio di corrente, hanno creato una carica concentrata nell'acqua: la metà più vicina all'anodo resta positiva, la metà vicina al catodo negativa, anche dopo la disconnessione (Klimov *and* Pollack, 2007). Questa carica d'acqua immagazzinata si rivela essere largamente utilizzabile (Ovchinnikova *and* Pollack, 2008).

Questi esempi ben illustrano il fenomeno della separazione di carica nell'acqua - come si osserva vicino alle superfici idrofile.

L'energia per formare la zona di esclusione di carica, **deriva dalla luce**.

Riteniamo che l'energia radiante incidente - ivi incluse le lunghezze d'onda UV, visibili e semi-infrarosse - aumenti le zone di esclusione. L'infrarosso è particolarmente efficace: ad una lunghezza d'onda di 3.1 μm , l'esposizione di radiazione incidente per 10 minuti - abbastanza debole affinché la temperatura dell'acqua non superi il grado centigrado - aumenta l'ampiezza delle zone di esclusione di 4 volte (Chai *et Al.*, *submitted*): un incremento importante.

I fotoni provocano alterazioni nell'acqua predisponendo gli OH⁻ e gli H⁺ a riorganizzarsi; il primo forma la zona di esclusione caricata negativamente e lascia la zona *bulk* caricata positivamente. Abbiamo deciso di sfruttare il fenomeno di separazione di carica indotta dalla luce per ottenere **energia elettrica pulita** (brevetto in corso di registrazione).

I fotoni dei raggi solari, potrebbero esercitare un **effetto inatteso** oltre al mero riscaldamento. L'energia solare incidente sull'acqua separa le cariche.

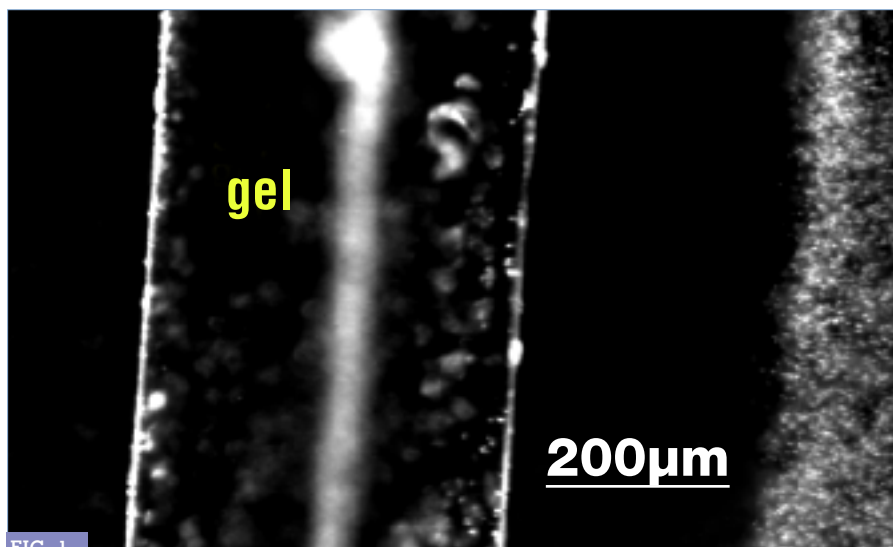


FIG. 1

Esclusione del soluto in prossimità di un gel di acido poliacrilico. Il gel è stato posto su un coperchio sottoposto a sopraffusione con microsferi da 1 μm rivestite di carbossilato ed osservato al microscopio invertito. L'immagine è stata ottenuta 20 minuti dopo la sopraffusione (la linea verticale sfocata è un effetto ottico).

Le microsferi hanno abbandonato il gel, lasciando spazi vuoti (nero) su entrambi i lati del gel. Si notino le microsferi a destra della fotografia.

Questa scissione indotta dalla luce sull'acqua vicino alla superficie è quanto accade nella **prima fase della fotosintesi**.

Quindi, il fenomeno qui esposto potrebbe essere qualcosa di simile alla fase iniziale della fotosintesi - sorta di primo passaggio "generico" che avviene in prossimità di molte superfici idrofile piuttosto che solo in prossimità di quelle specifiche delle piante verdi o dei batteri.

Questo - potenzialmente - potrebbe rappresentare una importante via di studio ed approfondimento per la biologia animale (e per la medicina).

Per coloro che non abbiano dimestichezza con le superfici e l'acqua, tutto questo potrebbe sembrare straordinario.

Considerata l'intensità dell'attività scientifica, come è possibile che altri abbiano fallito in una così semplice scoperta?

In effetti molti hanno fallito.

In una *review* (Henniker, 1949) vengono citati più di 100 lavori a dimostrazione che in molti liquidi - acqua inclusa - le zone prossime alla superficie **differiscono dalle regioni più distanti in termini di proprietà fisico-chimiche**.

Queste zone possono essere distanti fino a "centinaia di micrometri" dalla superficie. Purtroppo, poiché gli interessi dei ricercatori si sono spostati sempre più lontano dalle proprietà chimico-fisiche dell'acqua nel corso degli ultimi decenni del secolo scorso, questa prova di evidenza è stata relegata nel "dimenticatoio d'avanguardia".

Le osservazioni di Green *and* Otori (1970) hanno portato a risultati praticamente identici ai nostri.

Investigando nel cosiddetto "strato calmo" - regione a diffusione molto lenta che circonda i tessuti biologici - i ricercatori hanno esposto tessuti naturali ed artificiali a sospensioni di microsfere.

Le regioni in prossimità della superficie **escludono radicalmente** le microsfere. Le zone di esclusione sono caratteristicamente ampie qualche centinaio di micrometri e **non vengono eliminate da una succussione vigorosa**.

Gli Autori hanno concluso che l'acqua nella zona vicina al tessuto era **fisicamente diversa** dalla *bulk water*: tale differenza potrebbe spiegare l'esistenza dello **strato calmo** da tempo studiato e conosciuto (Pollack *and* Clegg, 2008).

Purtroppo i diversi autori non hanno mai investigato sulla differenza fisico-chimica osservata.

Le affermazioni sulla disposizione dell'acqua *a lungo raggio* non sono affatto originali.

Molti ricercatori, incluso il Premio Nobel Albert Szent-Gyorgyi che concluse dopo molti studi che *"la vita è acqua danzante al ritmo dei solidi"*, hanno fornito molte evidenze che l'acqua di interfaccia è **radicalmente diversa** dalla *bulk water*.

È semplicemente un problema di ricerca della specifica natura di quest'acqua e del suo impatto sulla natura. ■

N.d.R. - Per maggiori informazioni sulle sperimentazioni e prove citate nel testo, si rimanda il Lettore ad una recente lezione pubblica, accessibile su YouTube, Google Video, o: <http://uwtv.org/programs/displayevent.aspx?rID=22222>.

- Questa lezione di 4 ore riassume concisamente le sperimentazioni di base più recenti e ne prospetta le implicazioni scientifiche e tecnologiche.

Il significato potenziale di queste nuove scoperte sembra essere radicale per la biologia, la medicina e molti altri campi di investigazione della natura.

Bibliografia

1. Chai B., Yoo H., Pollack G.H. - Radiant Energy and Water: An unsuspected photonic pathway. *Submitted*.
2. Green K., Otori T. - Direct measurement of membrane unstirred layers. *J Physiol*, **1970**; 207: 93-102.
3. Henniker J.C. - The depth of the surface zone of a liquid. *Rev Mod Phys*, **1949**; 21(2): 322-341.
4. Klimov A., Pollack G.H. - Visualization of charge-carrier propagation in water. *Langmuir* 23(23): 11890-11895, **2007**.
5. Ovchinnikova K., Pollack G.H. - Can water store charge? *Langmuir*, 25: 542-547, **2008**.
6. Pollack G.H., Clegg J. - Unsuspected Linkage Between Unstirred Layers, Exclusion Zones, and Water. *In: Pollack, G.H. and Chin, W.-C. - Phase Transitions in Cell Biology*, Springer, pp 143 - 152, **2008**.
7. Zheng J.-M., Chin W.-C., Khijniak E., Khijniak E. Jr., Pollack G.H. - Surfaces and Interfacial Water: Evidence that hydrophilic surfaces have long-range impact. *Adv. Colloid Interface Sci.* 127: 19-27, **2006**.
8. Zheng J.M., Pollack, G.H. - Long range forces extending from polymer surfaces. *Phys Rev E.*: 68: 031408, **2003**.
9. Zheng J.-M., Pollack G.H. - Solute exclusion and potential distribution near hydrophilic surfaces. *In Water and the Cell*, ed. G.H. Pollack, I.L. Cameron, and D.N. Wheatley, Springer, **2006**, pp. 165 - 174.

Riferimento bibliografico

POLLACK G.H. - Acqua, energia e vita: fresche idee a filo d'acqua. *La Med. Biol.*, **2009**/4; 27-29.

Indirizzo dell'Autore

Prof. Gerald H. Pollack

- Professore di Bioingegneria,
Department of Bioengineering
Box 355061
University of Washington
98195 Seattle, Washington - U.S.A.