

MARIA SOFIA RINI

# MANUALE

## PER TUTELARE E TUTELARSI

LA GESTIONE IGIENICA DELLO STUDIO ODONTOIATRICO



eBook  BONOMO  
EDITORE

MARIA SOFIA RINI

# MANUALE PER TUTELARE E TUTELARSI

LA GESTIONE IGIENICA  
DELLO STUDIO ODONTOIATRICO



© Copyright 2020 **Bonomo Editore**

*di Bonomo editore srl semplificata - Bologna*

via Speranza 29, San Lazzaro di Savena, BO- tel 3349020075

ordini@bonomoeditore.com

www.bonomoeditore.com

In copertina: immagine da zeramex.com

Stampato presso: Bonomo Editore

Impaginazione copertina: angelo@chieco.biz

Edizione: maggio 2020

Isbn: 978886972158-8

La traduzione, l'adattamento totale e parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm, le fotocopie), nonché la memorizzazione elettronica, sono riservate per tutti i paesi.

## GLI AUTORI

Maria Sofia Rini Odontoiatra - Odontoiatra Legale  
Professore a contratto Università di Bologna  
Insegnamento di Igiene Generale e Applicata Modulo II  
Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie

### CON LA COLLABORAZIONE DI:

Antonella Argo Medico Chirurgo- Specialista in Medicina Legale e delle Assicurazioni  
Professore Ordinario - Università di Palermo  
Direttore Scuola di Specializzazione in Medicina Legale- Università di Palermo

Gennaro D'Urso Medico Chirurgo - Odontoiatra  
Medico fiscale INPS- Bologna

Valeria Gaspari Medico Chirurgo – Specialista in Dermatologia  
Dirigente Medico- Azienda Ospedaliera Sant'Orsola Malpighi Bologna

Emi Dika Medico Chirurgo – Specialista in Dermatologia  
Professore Associato di Dermatologia – Università di Bologna

Federico Tartari Medici Chirurghi- Clinica Dermatologica – Università di Bologna  
Andrea Filippini Medici in formazione Specialistica in Dermatologia e Venerologia  
Aurora Alessandrini

Giovanni Falsetta Medico Chirurgo- Biologo  
Specialista in Igiene – Master abilitante medico competente  
Professore a contratto Università di Alessandria e Università Milano Bicocca  
Università di Bologna Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie  
Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
Insegnamento di Igiene Generale e Applicata

Elena Tamburini PhD -Laurea in Chimica  
Ricamatore Università di Ferrara  
Dip. Scienze della Vita e Biotecnologie

Pierluigi Martini Odontoiatra  
Libero professionista  
Esperto della materia

Diego D'Urso Studente  
Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie  
Università di Bologna

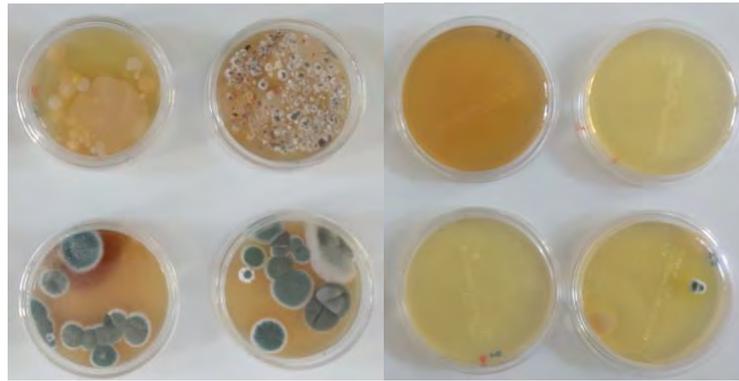
## Trattamento aria e sanificazione degli ambienti con acido ipocloroso- Elena Tamburini

L'acido ipocloroso è efficace non solo per il trattamento dell'acqua, ma anche per la sanificazione dell'aria e delle superfici degli ambienti *indoor*. L'acido ipocloroso viene prodotto per via elettrochimica a partire da soluzioni acquose contenenti sali cloruro, come per il trattamento dell'acqua, con la differenza che, trattandosi di trattamenti discontinui, la concentrazione di acido ipocloroso deve essere necessariamente maggiore rispetto alle concentrazioni per la sanificazione in continuo dell'acqua (< 5 ppm). Questo comporta il fatto che i dispositivi non possono essere collegati direttamente al rubinetto dell'acqua potabile, ma prevedere un serbatoio di alimentazione a cui aggiungere oltre all'acqua una concentrazione opportuna di sali cloruri. Il sale che viene normalmente aggiunto come fonte di cloruri è il cloruro di sodio (NaCl). Diverse concentrazioni di cloruro di sodio in soluzione, permettono di ottenere diverse concentrazioni di acido ipocloroso, a seconda delle applicazioni e del tempo di trattamento necessario. Di norma, la concentrazione di acido ipocloroso per il trattamento degli ambienti è nell'intervallo 200-300 ppm.

I dispositivi di erogazione di soluzioni di acido ipocloroso per la sanificazione *indoor* sfruttano il principio della nebulizzazione a secco (*dry fog*), che permette di diffondere la soluzione di acido ipocloroso come microscopiche goccioline di dimensioni < 10  $\mu$ m. L'atomizzazione ultra-fine permette di ottenere l'effetto sanificante senza bagnare le superfici, e quindi senza danneggiare i dispositivi, il materiale cartaceo o gli arredi eventualmente presenti. Non sono stati riscontrati danneggiamenti ad apparecchiature elettroniche (PC, laptop) o a strumenti.

La durata del trattamento dipende dalla dimensione della stanza da trattare. Come criterio generale, si tenga conto del fatto che il sistema di nebulizzazione a secco è in grado di sanificare circa 20m<sup>3</sup>/minuto utilizzando circa 100 ml di soluzione di acido ipocloroso a 300 ppm. In queste condizioni, si ha il 95-99% di inattivazione della carica batterica e fungina su tutte le superfici, compresi il pavimento e le pareti.

In figura è riportato un esempio di campionamento di batteri psicrofili (in alto) e funghi (in basso) contaminanti ambientali, su superfici piane in melammina prima e dopo il trattamento di nebulizzazione a secco con acido ipocloroso. Il trattamento sanificante ha effetto, anche se con meno efficacia, anche sui tessuti, con percentuali di inattivazione del 50-70% (1).



Prima del trattamento

Dopo il trattamento

È stata dimostrata anche l'attività virucida, per concentrazioni di acido ipocloroso tra i 50 e i 200 ppm, con un'efficacia del 99,99% in tempi che vanno da pochi secondi a pochi minuti di trattamento (2).

Non esistono ancora studi mirati alla valutazione degli effetti sulle persone di esposizioni brevi o prolungate alle concentrazioni di acido ipocloroso utilizzate durante la nebulizzazione, ma esiste un'ampia letteratura che ne indica la non tossicità e la sicurezza d'uso in diversi ambiti, anche clinici.

Numerosi test sono stati effettuati su modelli animali, e tutti i risultati convergono su non tossicità, sicurezza, biocompatibilità (3-5). Viene già utilizzato nella cura delle infezioni oculari, della gola e nasali, anche pediatriche (6-8). L'acido ipocloroso rientra tra le sostanze approvate da FDA per il contatto con gli alimenti senza necessità di risciacquo fino a 60 ppm (9), da USDA fino a 200 ppm per il trattamento di superfici a contatto con gli alimenti (10).

Di recente l'agenzia europea delle sostanze chimiche (ECHA) ha dato parere favorevole all'impiego di acido ipocloroso prodotto per via elettrochimica tra le sostanze utilizzabili per l'uso umano (lavaggio delle mani e disinfezione della pelle) fino a concentrazioni di 200-300 ppm, per la disinfezione delle superfici, dei circuiti idrici odontoiatrici e delle piscine, per la disinfezione di ambienti industriali alimentari e per il trattamento delle acque potabili (11).

### Bibliografia dedicata

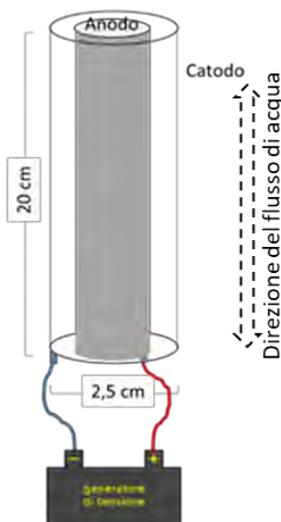
1. Tamburini, E. La sanificazione con acido ipocloroso: i risultati delle prove in ambienti indoor trattati con nebulizzazione a secco. Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie, Università di Ferrara, 2020. Report interno
2. Thorn, R. M. S., Lee, S. W. H., Robinson, G. M., Greenman, J., & Reynolds, D. M. (2012). Electrochemically activated solutions: evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environments. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*, 31(5), 641-653.
3. Mistretta, P. Aqueous Chlorine-based antimicrobial/disinfectant products: final report. USDA/Forest service, Atlanta, Georgia, US, 2009
4. Marais, J. T.: Biocompatibility of electrochemically activated aqueous solutions: an animal study. *SADJ: journal of the South African Dental Association= tydskrif van die Suid-Afrikaanse Tandheelkundige Vereniging*, 2002, 57(1), 12-16.
5. Stroman, D. W., Mintun, K., Epstein, A. B., Brimer, C. M., Patel, C. R., Branch, J. D., & Najafi-Tagol, K. (2017). Reduction in bacterial load using hypochlorous acid hygiene solution on ocular skin. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ)*, 11, 707.
6. Yildiz, I., Yilmaz, O., Tileklioglu, E., Sakarya, S., & Ertabaklar, H. (2018). Stabilised hypochlorous acid: a new therapeutic strategy against dangerous parasitic eye infection agent *Acanthamoeba* sp. *J Environ Prot Ecol*, 19(3), 1397-1404.
7. Cho, H. J., Min, H. J., Chung, H. J., Park, D. Y., Seong, S. Y., Yoon, J. H., ... & Kim, C. H. (2016). Improved outcomes after low-concentration hypochlorous acid nasal irrigation in pediatric chronic sinusitis. *The Laryngoscope*, 126(4), 791-795.
8. Kim, H. J., Lee, J. G., Kang, J. W., Cho, H. J., Kim, H. S., Byeon, H. K., & Yoon, J. H. (2008). Effects of a low concentration hypochlorous acid nasal irrigation solution on bacteria, fungi, and virus. *The Laryngoscope*, 118(10), 1862-1867.
- 9.

10. Environmental Assessment for Food Contact Notification FCN 1811  
<https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/EnvironmentalDecisions/default.htm> (Accesso on line: 19 aprile 2020)
11. Technical Evaluation Report USDA, Agricultural Marketing Service, Agricultural Analytics Division for the USDA National Organic Program
12. <https://echa.europa.eu/it/regulations/biocidal-products-regulation/approval-of-active-substances> (Accesso on line: 19 aprile 2020)

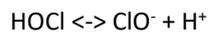
**TRATTAMENTO ACQUA MEDIANTE SANIFICAZIONE DEI CIRCUITI IDRICI CON ACIDO IPOCLOROSO**  
**Elena Tamburini**

Un approccio alla sanificazione relativamente nuovo è rappresentato dalle cosiddette soluzioni elettrochimicamente attivate o acqua elettrolizzata. L'elettrolisi di soluzioni acquose contenenti cloruri conduce infatti alla sintesi di specie ossidanti, acido ipocloroso in particolare, che, per la loro elevata reattività/scarsa stabilità, presentano una notevole azione sanificante e igienizzante (1). In termini generali, si può affermare che l'acido ipocloroso sia un agente biocida aspecifico, potenzialmente in grado di reagire con qualsiasi substrato organico. Grazie all'assenza di residui e dell'impossibilità di indurre resistenza o fenomeni di assuefazione, queste soluzioni hanno recentemente trovato applicazione nella sanificazione delle strutture sanitarie (2-4), in zootecnia (5,6), nell'industria alimentare (7,8) e nella decontaminazione di effluenti acquosi (10). I primi dispositivi speciali per l'attivazione elettrochimica (i reattori elettrochimici a membrana) furono sviluppati nei primi anni '70 dall'ingegnere russo V. Bakhir, ma l'applicazione commerciale venne solo a partire dagli anni '90 (11).

Le celle elettrochimiche di ultima generazione sono costituite da un anodo e un catodo metallici non separati



per permettere il passaggio in continuo dell'acqua. In presenza di cloruri, all'anodo del reattore elettrochimico vengono sintetizzati ossigeno (O<sub>2</sub>) e cloro (Cl<sub>2</sub>) entrambi in forma gassosa. Una volta formati, i due gas seguono strade differenti: mentre l'ossigeno si allontana dall'ambiente di reazione, il cloro è in grado di sciogliersi in acqua, producendo acido ipocloroso. L'acido ipocloroso, in soluzione acquosa è sempre in equilibrio con il corrispondente ione ipoclorito, ClO<sup>-</sup>:

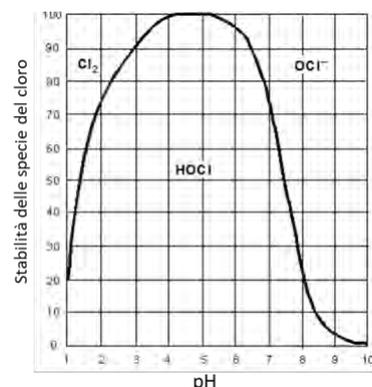


Il pH della soluzione determina quali forme del cloro saranno presenti (acido ipocloroso, HOCl, anione ipoclorito, ClO<sup>-</sup> o cloro gassoso disciolto, Cl<sub>2</sub>) e rappresenta il fattore chiave per spiegare l'efficacia sanificante

della soluzione in uscita dalla cella elettrochimica.

Se il pH della soluzione viene mantenuto a valori compresi tra 3 e 6.5, si ha la garanzia che l'equilibrio sia spostato verso l'acido ipocloroso, che, tra le 3 forme del cloro possibili, è quella con il più elevato potenziale redox e quindi quella maggiormente ossidante e più efficace come sanitizzante. L'acido ipocloroso infatti è da 100 a 300 volte più efficace dello ione ipoclorito, anche per la sua struttura chimica simile all'acqua e l'assenza di cariche elettrostatiche sulla molecola (lo ione ipoclorito possiede una carica negativa), che ne facilitano il passaggio attraverso le membrane cellulari, causando necrosi o apoptosi. L'acido ipocloroso è in effetti anche l'agente sintetizzato dai neutrofili dei mammiferi attraverso la perossidazione mediata da mieloperossidasi degli ioni cloruro, durante la fagocitosi (12).

Per garantire il mantenimento del pH al valore desiderato e quindi una purezza in acido ipocloroso > 90% i dispositivi sanificanti sfruttano vari



sistemi, come il gorgogliamento di piccole quantità di CO<sub>2</sub>. Di norma, anche se esistono applicazioni a pH 3-3,5, il pH di riferimento è nell'intervallo 5,5-6,5 perché il pH a valori fisiologici è garanzia di maggiore sicurezza tanto per l'utente quanto per le applicazioni a cui il prodotto è destinato (ad esempio, attraverso una minimizzazione dei problemi di corrosione).

I dispositivi che producono acido ipocloroso possono essere utilizzati per trattamenti dell'acqua in continuo e in discontinuo. Nel primo caso sono sufficienti concentrazioni di acido ipocloroso molto basse (< 5 ppm), dal momento che la soluzione può agire nel circuito idrico per tempi lunghi. L'acqua di alimentazione è, in questo caso, unicamente acqua di rete. I sali cloruri normalmente presenti nelle acque di rete (secondo la normativa europea (13), <250 ppm) sono sufficienti per la produzione della concentrazione necessaria di acido ipocloroso. Il trattamento in continuo prevede l'installazione del dispositivo direttamente a valle del punto di captazione dell'acqua di rete (rubinetto dell'ambulatorio) o a monte della presa idrica del riunito. Sono infatti riportate diverse applicazioni dell'acido ipocloroso a bassa concentrazione per la sanificazione di riuniti dentistici (14,15).

Questo sistema di sanificazione permette di ottenere un'acqua sanificata, ma anche sanificante rispetto a tutte le superfici con cui viene a contatto, senza l'uso di reagenti chimici potenzialmente tossici per l'uomo e per l'ambiente, a differenza degli sistemi che garantiscono un effetto di disinfezione residuo.

La bassa stabilità dell'acido ipocloroso che fa sì che l'acido rimasto dopo il processo di sanificazione tenda a ridursi nuovamente a cloruro in tempi brevi. Dal momento che la soluzione di partenza era acqua potabile, di fatto torna ad essere acqua potabile con un contenuto di cloruro che è quello che aveva inizialmente e ciò ne consente lo scarico senza ulteriori trattamenti. Studi di stabilità della soluzione hanno mostrato come essa, in condizioni di flusso fermo, si mantenga attiva al massimo per 48-72 ore dopo la produzione.

L'acqua elettrolizzata a bassa concentrazione di acido ipocloroso è stata saggiata in diversi modelli in vitro, per valutare eventuali effetti citotossici sulla proliferazione e sul differenziamento cellulare, e in vivo (modelli animali Zebrafish) per valutare l'eventuale tossicità in uova, larve e adulti. In particolare sulle uova sono stati monitorati eventuali fenomeni di ritardo della schiusa e sulle larve sono stati valutati eventuali effetti sulla sopravvivenza e l'ontogenesi monitorando alterazioni comportamentali. Al termine di questa serie di esperimenti, si è potuto concludere che in nessun caso l'acqua elettrolizzata presentava effetti biologici di rilievo, indicando dunque una totale mancanza di tossicità (16).

Altri studi su modelli animali hanno mostrato la assenza di irritazione oculare o della pelle fino a concentrazioni di 1000 ppm. L'acido ipocloroso è anche largamente utilizzato nel trattamento di ferite e lesioni post-operatorie (17). In alcuni casi sono state addirittura riportate esperienze secondo cui il risciacquo con acqua elettrolizzata ha portato ad un miglioramento delle condizioni di recupero del paziente dopo aver subito interventi al cavo orale (18-19).

La bibliografia che dimostra l'efficacia biocida dell'acido ipocloroso è vastissima (si veda, ad esempio, 20-21).

L'acido ipocloroso è risultato efficace contro batteri aerobi e aerobi facoltativi (i.e., *Acinetobacter* spp., *Aeromonas liquefaciens*, *Alcaligenes faecalis*, *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp ed *Enterobacter* spp, *Haemophilus influenzae*, *Helicobacter pilorii*, *Lactobacillus* spp., *Legionella pneumophila*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* spp., *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium* spp., *Salmonella* spp., *Serratia marcescens*, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp.), anaerobi (i.e., *Actinomyces*

spp, *Bacteroides fragilis*, *Eubacterium lentum*, *Fusobacterium nucleatum*, *Peptococcus niger*, *Prevotella melaninogenica*, *Porphyriomonas spp*, *Propionibacterium acnes*, *Veilonella parvula*), batteri sporigeni (*Bacillus anthracis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium difficile*, *Clostridium perfringens*, *Streptomyces spp.*), eucarioti (*Aspergillus spp.*, *Candida spp.*, *Cryptosporidium parvum* oocysts e vari funghi contaminanti ambientali). In generale, l'efficacia dell'acido ipocloroso nei confronti della carica microbica dipende da una combinazione di fattori, che sono il tempo di contatto, la concentrazione dell'acido e il livello di contaminazione. Per valori di carica microbica dell'ordine di  $10^6$ - $10^7$ , una soluzione di acido ipocloroso a 50 ppm inattiva >99,99% in meno di 5 minuti, tranne per *Bacillus spp* e *Aspergillus niger*, per i quali i tempi variano tra 10 e 30 minuti (22). A concentrazioni di <3 ppm, l'inattivazione totale avviene entro 60 minuti (23).

Numerosi studi dimostrano anche l'efficacia virucida dell'acido ipocloroso (i.e., FCV 2280, Flu A H1N1, Flu A H5N1, Flu A H9N2, Flu A H3N1, HIV 1, HSV 1, HSV 2, Norovirus, Polio 1, Rhino A1, RSV, WNV). Poiché i virus non hanno pareti cellulari, è stato ipotizzato che il meccanismo d'azione sia probabilmente l'inattivazione delle proteine di superficie, la distruzione dell'involucro virale, l'inattivazione degli enzimi virali o la distruzione dell'acido nucleico virale fino a distruggere la loro potenziale infettività (24-27).

Nell'agire come sanificante, l'acido ipocloroso garantisce anche la rimozione del biofilm dai tubi e dai condotti che trasportano l'acqua, e ne impedisce la riformazione. Come noto, per distruggere un biofilm è necessario demolirne la struttura tridimensionale, e tale risultato può essere ovviamente ottenuto eliminando alcuni o tutti i componenti costitutivi. Tra i costituenti del biofilm, le proteine e gli acidi nucleici sono in generale substrati abbastanza facilmente ossidabili, mentre quella che potrebbe sembrare meno incline all'ossidazione è indubbiamente rappresentata dalla famiglia dei polisaccaridi. Tuttavia, la letteratura scientifica riporta evidenze sperimentali a supporto del fatto che il cloro attivo (sotto forma di acido ipocloroso) è in grado di condurre ad una mineralizzazione completa dei polisaccaridi contenuti nel biofilm in tempi brevi (28). Evidenze sperimentali permettono di concludere che il trattamento in continuo del circuito idrico con acido ipocloroso a bassa concentrazione porta alla rimozione completa del biofilm in circa due ore dal primo trattamento. Le seguenti immagini sono state acquisite al microscopio elettronico SEM, nell'ambito di uno studio sull'efficacia della soluzione di acido ipocloroso a bassa concentrazione su tubi rigidi e flessibili in plastica contaminati da biofilm maturo svolto presso ENEA di Bologna (29) (vedi pag. 182).



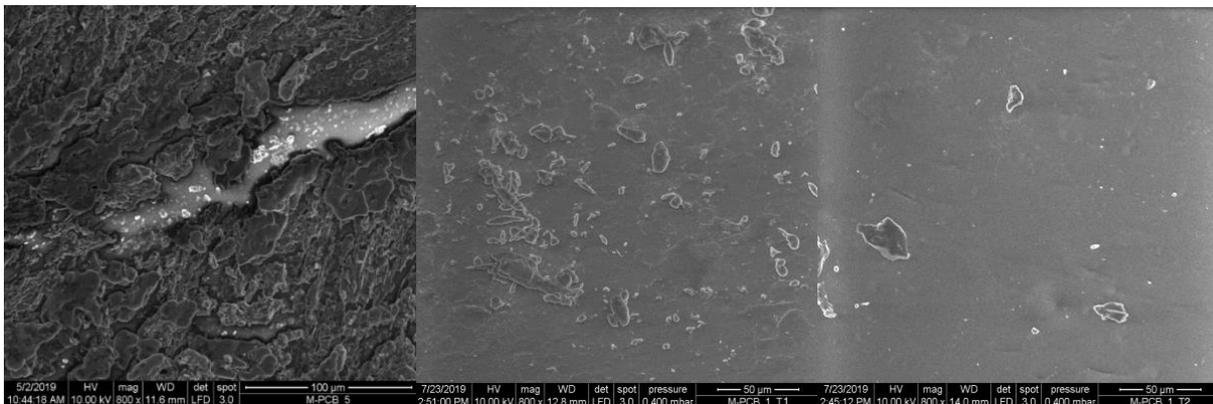
Grazie alle condizioni di pH leggermente acido i sali di calcio e magnesio vengono mantenuti in soluzione prevenendo la deposizione del calcare, pur non essendo un addolcitore

Nella foto viene mostrato l'effetto visibile su un tubo in plastica contaminato da biofilm e sporco immerso per metà in acqua di rubinetto (a sinistra) e un tubo in plastica immerso per metà in una soluzione a 3 ppm di acido ipocloroso dopo qualche ora (a destra).

Il trattamento dell'acqua con acido ipocloroso prodotto per via elettrochimica può essere effettuato anche in discontinuo. Essendo per definizione un trattamento di durata limitata nel tempo, sono previste concentrazioni più elevate, che possono arrivare a 100-200 ppm. Il trattamento discontinuo può essere utile nella disinfezione di strumenti diagnostici, come gli endoscopi (30). In tal caso, per lavaggi di 15-20 minuti, soluzioni di acido ipocloroso a 100 ppm sono sufficienti per inattivare la carica microbica patogena e ambientale (carica microbica totale, circa  $10^6$ ) presente sugli strumenti, a valle di un trattamento di rimozione meccanica dello sporco organico visibile (31).

Il principale svantaggio dell'acido ipocloroso è la sua elevata instabilità, che lo porta a non poter essere stoccato e conservato per periodi lunghi, specialmente a basse concentrazioni. Evidenze sperimentali e studi dimostrano come, a concentrazioni superiori a 300 ppm, soluzioni di acido ipocloroso conservate al buio e al riparo dall'aria conservino la loro efficacia per diverse settimane (32,33), ma in generale, a differenza di altri disinfettanti a base di cloro, si consiglia l'utilizzo del prodotto appena elettrolizzato. La sua instabilità è maggiore a temperature superiori a 50-60°C, non è perciò adatto ad applicazioni che prevedano temperature molto diverse dalla temperatura ambiente. Si mantiene invece efficace a temperature tra 0 e 10°C.

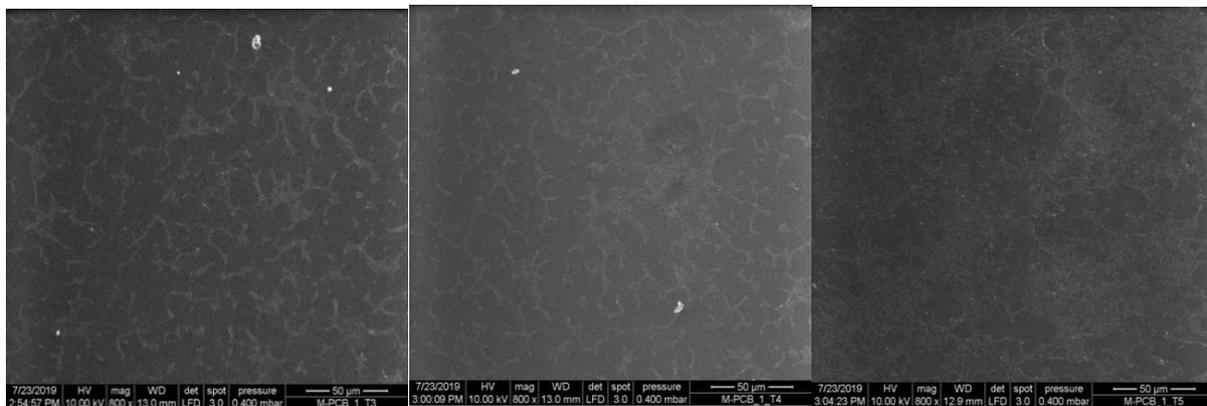
La maggior parte degli agenti ossidanti è solo teoricamente in grado di garantire il risultato desiderato come sanificante e contro il biofilm. Come anticipato, alcune specie chimiche vengono respinte a causa di interazioni elettrostatiche repulsive. È questo il caso di agenti che presentano una carica negativa, come l'anione ipoclorito, che non è in grado di entrare in contatto efficacemente con il bersaglio, dal momento che pure la membrana cellulare è caratterizzata da una carica netta negativa, dovuta alla presenza dei cosiddetti gruppi ionogenici, che risultano dissociati ai valori di pH e di forza ionica delle tipiche condizioni fisiologiche. Altri agenti ossidanti possono non essere dotati di carica elettrica, ma la loro efficacia può rimanere ancora scarsa a causa di una lenta reattività. È questo il caso del perossido d'idrogeno e delle cloroammine. Facendo esplicito riferimento al trattamento di acque destinate al consumo umano, un ulteriore aspetto importante è legato al fatto che l'agente biocida deve garantire un'attività residua, il che significa che deve essere non solo efficace ma mantenere la sua efficacia a valle del trattamento. Quest'ultima richiesta ridimensiona ulteriormente l'elenco degli agenti ossidanti idonei, depennando i sistemi di filtrazione a osmosi inversa ed il possibile ricorso alle radiazioni UV. Sulla base delle considerazioni di cui sopra, è possibile intuire le ragioni per cui la maggior parte dei trattamenti di disinfezione dell'acqua potabile si è spostata verso l'utilizzo del biossido di cloro. Tale specie chimica mostra una notevole efficacia contro vari microrganismi, nonché contro il biofilm: infatti, grazie al suo elevato potere ossidante, è in grado di interagire con i diversi componenti della matrice polimerica. Sfortunatamente, il potere ossidante può esercitarsi anche contro i materiali che costituiscono l'impianto idrico (tubi, valvole, serbatoi, caldaie) determinando così problemi di corrosione indesiderati. Inoltre, poiché la sintesi dell'agente disinfettante viene effettuata miscelando idonei prodotti chimici (generalmente si tratta di clorito di sodio ed acido cloridrico, oppure sodio bisolfato), il prodotto di reazione risulta inevitabilmente "contaminato" dai materiali di partenza (ed i cloriti, benché ancora non normati, non sono desiderati nell'acqua potabile).



Porzione di tubo prima del trattamento

Dopo 30 minuti

Dopo 60 minuti



Dopo 90 minuti

Dopo 120 minuti

Dopo 150 minuti

### Bibliografia dedicata

1. Ferro, S. (2015). Un approccio di disinfezione aspecifico che mima il sistema immunitario dei vertebrati. *Scienze e Ricerche*, 73.
2. Migliarina, F., & Ferro, S. (2014, December). A modern approach to disinfection, as old as the evolution of vertebrates. In *Healthcare* (Vol. 2, No. 4, pp. 516-526). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
3. Robinson, G. M., Lee, S. H., Greenman, J., Salisbury, V. C., & Reynolds, D. M. (2010). Evaluation of the efficacy of electrochemically activated solutions against nosocomial pathogens and bacterial endospores. *Letters in applied microbiology*, 50(3), 289-294.
4. Dimmit, D. (2014). Hypochlorous acid for definitive terminal cleaning of the hospital environment. *Infection Control Today*.
5. Park, H., Hung, Y. C., & Brackett, R. E. (2002). Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *International journal of food microbiology*, 72(1-2), 77-83.
6. Veasey, S., & Muriana, P. M. (2016). Evaluation of electrolytically-generated hypochlorous acid ('electrolyzed water') for sanitation of meat and meat-contact surfaces. *Foods*, 5(2), 42.
7. Koide, S., Takeda, J. I., Shi, J., Shono, H., & Atungulu, G. G. (2009). Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage. *Food Control*, 20(3), 294-297.
8. Sansebastiano, G., Zoni, R., & Bigliardi, L. (2007). Cleaning and disinfection procedures in the food industry general aspects and practical applications. In *Food Safety* (pp. 253-280). Springer, Boston, MA.
9. Vijayaraghavan, K., Ramanujam, T. K., & Balasubramanian, N. (2001). In situ hypochlorous acid generation for the treatment of textile wastewater. *Coloration Technology*, 117(1), 49-53.
10. Patel, J. M., Vyas, D. S., & Patel, S. M. (2016). COD reduction of pharmaceutical industry wastewater by electrooxidation process by generation of in situ hypochlorous acid. *Journal of IJARIE*, 2(3), 2395-4396.
11. Bakhir V.M., Regulating physical and chemical properties of technological aqueous solutions by unipolar electrochemical exposure and experience of its practical application, A thesis of a Dr. Sci. Tech. - Kazan: Kazan Institute of Chemical Technologies, 1985.

12. McKenna, S. M., & Davies, K. J. A. (1988). The inhibition of bacterial growth by hypochlorous acid. Possible role in the bactericidal activity of phagocytes. *Biochemical Journal*, 254(3), 685-692.
13. The Drinking Water Directive (Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption)
14. Shajahan, I. F., Kandaswamy, D., Srikanth, P., Narayana, L. L., & Selvarajan, R. (2016). Dental unit waterlines disinfection using hypochlorous acid-based disinfectant. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 19(4), 347.
15. O'Donnell, M. J., Boyle, M. A., Russell, R. J., & Coleman, D. C. (2011). Management of dental unit waterline biofilms in the 21st century. *Future microbiology*, 6(10), 1209-1226.
16. Rare Partners. Verifica delle caratteristiche dell'acqua elettrolizzata prodotta da DWS sulla base di protocolli di studio preclinico. A cura di Borgatti M. e Bertolucci C., Milano, 2017. Report interno.
17. Sakarya, S., Gunay, N., Karakulak, M., Ozturk, B., & Ertugrul, B. (2014). Hypochlorous acid: an ideal wound care agent with powerful microbicidal, antibiofilm, and wound healing potency. *Wounds*, 26(12), 342-50.
18. Kim, B. J., Kim, Y. H., & Jang, T. Y. (2011). The Safety of Low Concentration Hypochlorous Acid as an Oral Gargle Solution and Its Anti-Microbial Effects. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 54(6), 403-407.
19. Castillo, D. M., Castillo, Y., Delgadillo, N. A., Neuta, Y., Jola, J., Calderón, J. L., Lafaurie, G. I. (2015). Viability and effects on bacterial proteins by oral rinses with hypochlorous acid as active ingredient. *Brazilian dental journal*, 26(5), 519-524.
20. Thorn, R. M. S., Lee, S. W. H., Robinson, G. M., Greenman, J., & Reynolds, D. M. (2012). Electrochemically activated solutions: evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environments. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*, 31(5), 641-653.
21. Park, S. C., Shin, S. P., Kim, M. S., Cho, S. H., Kim, J. H., Jr, C. H. C., ... & Jun, J. W. (2013). Antimicrobial effect of hypochlorous acid on pathogenic microorganisms. *Journal of the Preventive Veterinary Medicine Vol*, 37(1), 49-52.
22. Ono, T., Yamashita, K., Murayama, T., & Sato, T. (2012). Microbicidal effect of weak acid hypochlorous solution on various microorganisms. *Biocontrol science*, 17(3), 129-133.
23. Wang, L., Bassiri, M., Najafi, R., Najafi, K., Yang, J., Khosrovi, B., Robson, M. C. (2007). Hypochlorous acid as a potential wound care agent: part I. Stabilized hypochlorous acid: a component of the inorganic armamentarium of innate immunity. *Journal of burns and wounds*, 6
24. Tamaki, S., Bui, V. N., Ngo, L. H., Ogawa, H., & Imai, K. (2014). Virucidal effect of acidic electrolyzed water and neutral electrolyzed water on avian influenza viruses. *Archives of virology*, 159(3), 405-412.
25. Kitano, J. I., Kohno, T., Sano, K., Morita, C., Yamaguchi, M., Maeda, T., & Tanigawa, N. (2003). A novel electrolyzed sodium chloride solution for the disinfection for dried HIV-1. *Bulletin of Osaka Medical College*, 48, 29-36.
26. Morita, C., Sano, K., Morimatsu, S., Kiura, H., Goto, T., Kohno, T., Tagawa, M. (2000). Disinfection potential of electrolyzed solutions containing sodium chloride at low concentrations. *Journal of Virological Methods*, 85(1-2), 163-174.
27. Tagawa, M., Yamaguchi, T., Yokosuka, O., Matsutani, S., Maeda, T., & Saisho, H. (2000). Inactivation of a hepadnavirus by electrolysed acid water. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 46(3), 363-368.
28. Bonfatti F., S. Ferro, F. Lavezzo, M. Malacarne, G. Lodi e A. De Battisti, Electrochemical incineration of glucose as a model organic substrate. Role of active chlorine mediation, in «*Journal of the Electrochemical Society*», 2000, 147, pp. 592-596.
29. ENEA, Analisi morfologica di campioni di sezioni di tubo in plastica per la determinazione della eventuale contaminazione da biofilm batterico. A cura di Gessi, A., Bruni, S., Marghella G., Bologna, 2019. Report interno.
30. Psaltikidis, E. M., Leichsenring, M., Nakamura, M. H. Y., Bustorff-Silva, J. M., Passeri, L. A., & Venâncio, S. I. (2014). High-level disinfectants alternative to glutaraldehyde for processing flexible endoscopes. *Cogitare Enfermagem*, 19(3).
31. Marconi, P.C.R., Sicurella, M.C., Risultati preliminari sull'azione disinfettante di acqua elettrolizzata per l'alta disinfezione degli endoscopi. Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Università di Ferrara, 2019. Report interno. Ishi
32. hara, M., Murakami, K., Fukuda, K., Nakamura, S., Kuwabara, M., Hattori, H., ... & Yokoe, H. (2017). Stability of weakly acidic hypochlorous acid solution with microbicidal activity. *Biocontrol science*, 22(4), 223-227.
33. NAGAMATSU, Y., CHEN, K. K., TAJIMA, K., KAKIGAWA, H., & KOZONO, Y. (2002). Durability of bactericidal activity in electrolyzed neutral water by storage. *Dental materials journal*, 21(2), 93-104.

**Maria Sofia Rini** Odontoiatra - Odontoiatra Legale



Mediatore civile e commerciale e Formatore pratico  
Professore a contratto Università di Bologna  
Insegnamento di Igiene Generale e Applicata Modulo II  
Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie  
Presidente dell'Accademia Italiana di Odontoiatria Legale e Forense-OELLE  
Docente al Master Universitario di II livello in  
Odontoiatria Legale e Forense Università Unicammillus Roma  
Relatore e docente presso ISS e altre Università Italiane  
Socio fondatore Odonto Consulence srl  
registrata in Reprise ((The Register of Scientific Expert set up at the MIUR):  
Applied Reseach and Scientific Popularization – MIUR – Roma  
Autore di molteplici pubblicazioni in tema di Odontoiatria legale  
e Igiene e Prevenzione in ambito odontoiatrico

Già da tempo avevo pensato di riprendere temi a me cari in materia di Norme Igieniche in Odontoiatria e di ripercorrere criticamente procedure ed evidenze. Alla luce di quanto ha caratterizzato i primi mesi di questo tormentato 2020 ho pensato che fosse opportuno rammentare a noi tutti professionisti dell'odontoiatria una regola di vita:

*“Se conosci il nemico e te stesso, la tua vittoria è sicura.  
Se conosci te stesso ma non il nemico, le tue probabilità di vincere e perdere sono uguali.  
Se non conosci il nemico e nemmeno te stesso, soccomberai in ogni battaglia.”*  
Sun Tzu