

OFFERTA 499a

**Ricerca scientifica e bibliografica per l'uso
di ozono ad effetto battericida e disattivante di
virus ad uso sanificante**



INTRODUZIONE

Il presente studio ha riportato molteplici evidenze dell'effetto battericida e disattivante di virus dell'ozono. L'interesse verso queste proprietà del composto di ossigeno viene ancora dai primi anni '50 nonostante ancor prima fossero note le sue proprietà. Diverse università e laboratori di prim'ordine hanno analizzato la capacità inattivante dell'ozono sia in forma gassosa sia in soluzione acquosa dimostrandone in entrambi i casi un ottimo effetto virucida e battericida. Per le ragioni per cui l'ozono può essere problematico sotto forma gassosa, i più recenti studi si sono interessati alla sua soluzione acquosa, testandola su diverse famiglie di batteri e virus e comparandone l'effetto con quello dei comuni antimicrobici. Rispetto a quest'ultimo punto sono stati paragonati l'effetto di acqua ozonizzata e soluzioni alcoliche come disinfettanti per le mani, mostrando risultati migliori del primo sia in termini di efficienza di inattivazione sia di comfort per l'utente. Sulla falsa riga sono poi state studiate le proprietà di solubilizzazione dell'ozono in acqua in funzione delle caratteristiche di quest'ultima; Ph, temperatura, composti disciolti e altro modificano la capacità dell'ozono di disciogliersi o ne influenzano la vita media. Diversi test hanno evidenziato queste proprietà fornendo dati sull'utilizzo dell'acqua ozonizzata a seconda che venga generata da acqua distillata o di rubinetto. Anche lo stato italiano, attraverso l'Istituto Superiore di Sanità si sta esponendo sull'utilizzo dell'ozono non tanto come disattivante di Covid-19 (si precisa che non esistono test specifici che validino neanche le soluzioni alcoliche) ma illustrando un suo utilizzo per la disinfezione di ambienti e superfici per l'attuale esigenza di una sempre crescente igiene degli spazi.

L'ozono si può dire che sia ormai affermato come agente sanificante ed esistono, come detto, molti studi scientifici e ricerche universitarie che ne avvalorano l'efficacia anche come possibile sostituto dei gel sanificanti e delle soluzioni alcoliche per la più che mai attuale igiene delle mani.



Soluzione Ozono in acqua

L'Ozono non reagisce con l'acqua, quindi costituisce con essa una vera soluzione fisica. La dissoluzione dei gas che sono parzialmente solubili in acqua segue la legge di Henry che afferma che la quantità di gas in soluzione, ad una data temperatura, è linearmente proporzionale alla pressione parziale del gas. Il rapporto di solubilità per l'ozono, al contrario di altri gas, aumenta al diminuire della temperatura dell'acqua. Degli studi hanno mostrato una relazione logaritmica negativa tra il rapporto di solubilità e la temperatura dell'acqua nell'intervallo da 0,5 ° C a 43 ° C. Altri parametri vanno inoltre a influenzare la dissoluzione dell'ozono nell'acqua. Ad esempio, quando una soluzione viene preparata facendo gorgogliare ozono in acqua, bolle di piccole dimensione hanno un rapporto superficie di scambio-volume maggiore rispetto alle bolle più grandi aumentandone la solubilità. Gli autori di questi studi hanno dimostrato che una dissoluzione ottimale dell'ozono in acqua si verifica quando le bolle hanno diametro compreso tra 1 e 3 mm. La purezza e il pH dell'acqua influenzano notevolmente il tasso di solubilizzazione dell'ozono. Kim (2) ha gorgogliato ozono gassoso (1 mm di diametro) in acqua bidistillata, deionizzata o di rubinetto. Il gas ozono si dissolve più velocemente nell'acqua deionizzata e distillata che nell'acqua del rubinetto. I valori di pH per l'acqua deionizzata, distillata e l'acqua del rubinetto

(due fonti) erano rispettivamente 5,6, 5,9 e 8,23 / 8,39. Questi valori di pH hanno indicato che l'alto pH dell'acqua del rubinetto potrebbe aver interferito con la solubilizzazione dell'ozono. Inoltre, l'acqua del rubinetto può contenere materiale organico che "consuma" ozono, e minerali che catalizzano la decomposizione dell'ozono stesso in modo che la sua solubilità aumenti quando la purezza dell'acqua aumenta. La grande solubilità dell'ozono in acqua permette la sua immediata reazione con

Symbol	O ₃
Atomic weight	48
Melting point	-192,5 °C
Boiling point	-119,5 °C
Critical temperature	-12,1 °C
Critical pressure	5460 kPa
Density	2,14 kg O ₃ /m ³ bij 0 °C 1013 mbar
Relative density (in air)	1,7 kg/m ³
Solubility	570 mg/l bij 20 °C
Energy	142,3 KJ/mol (34,15 kcal/mol)
Binding degree	116 °
Electrochemical potential	2,07 volt
Occurence	Blueish gas, fluid dark blue



eventuali composti solubili e biomolecole presenti nei fluidi biologici. L'ozono è relativamente instabile in soluzioni acquose; si degrada continuamente in ossigeno. L'emivita dell'ozono in acqua distillata a 20 ° C è generalmente considerata compresa tra 20 e 30 min. Tuttavia, un gruppo di studiosi del settore, Wynn et al. (2) hanno scoperto che l'ozono ha un'emivita di 165 min in acqua distillata a 20 ° C mentre Wickramanayake (2) ha riportato un'emivita più breve (da 2 a 4 min) in soluzione acquosa a pH 7,0 e 25 ° C. Il pH, come detto, influisce notevolmente sulla stabilità dell'ozono nelle soluzioni acquose. Kim (2) ha dimostrato che la stabilità dell'ozono in soluzione era massima quando il pH era 5,0. La stabilità diminuisce invece all'aumentare del pH e lo stesso studioso non ha rilevato ozono nei tamponi con pH 9,0. Questi dati indicano che un pH elevato unitamente alla presenza di materiali organici aumentano la decomposizione dell'ozono nella soluzione. I composti organici e inorganici nelle soluzioni acquose reagiscono con l'ozono in percorsi diversi; le reazioni molecolari dell'ozono sono selettive e limitate ai composti aromatici e alifatici insaturi. L'ozono ossida questi composti attraverso un'aggiunzione ciclica ai doppi legami. L'ossidazione dei gruppi solfidrilici, che sono abbondanti negli enzimi microbici, può spiegare la rapida inattivazione di microrganismi e spore batteriche da parte dell'ozono. L' O₃ reagisce lentamente con i polisaccaridi, portando alla rottura dei legami glicosidici e alla formazione di acidi alifatici e aldeidi.



La reazione dell'ozono con gli alcol alifatici primari e secondari può portare alla formazione di idrossi-idroperossidi, precursori dei radicali idrossilici, che a loro volta reagiscono fortemente con gli idrocarburi. Gli scienziati Perez et al. (2) hanno dimostrato che il peptidoglicano e in particolare la N-acetil glucosamina - una molecola presente nelle pareti cellulari batteriche sia dei batteri Gram positivi che dei Gram negativi (principalmente nei batteri Gram positivi) e nei capsidi virali - era resistente all'azione di ozono in soluzione acquosa a pH da 3 a 7. Questa osservazione può spiegare, almeno in parte, la maggiore resistenza dei batteri gram-positivi rispetto a quelli gram-negativi; infatti, il primo contiene maggiori quantità di peptidoglicano nella sua parete cellulare. L'azione dell'ozono su amminoacidi e peptidi è significativa soprattutto a pH neutro e basico. L'ozono reagisce lentamente con gli acidi grassi saturi, gli acidi grassi insaturi vengono invece rapidamente ossidati. La velocità di distruzione dei microrganismi da parte di un disinfettante generalmente aumenta con



l'aumentare della temperatura. Nel caso dell'ozono, tuttavia, all'aumentare della temperatura l'ozono diventa meno solubile e meno stabile, ma la velocità di reazione dell'ozono con il substrato aumenta. Tuttavia, è stato rilevato che quando i batteri sono stati trattati con ozono a una temperatura compresa tra 0 ° C e 30 ° C, la temperatura del trattamento non ha avuto praticamente alcun effetto sul tasso di disinfezione. I ricercatori hanno correlato questa osservazione alla diminuzione della solubilità e all'aumento della decomposizione e della reattività dell'ozono all'aumentare della temperatura. La concentrazione di ozono residuo è massima alla temperatura più bassa (4 ° C) e diminuisce con l'aumentare della temperatura. Sembra che all'aumentare della temperatura del trattamento, invece, l'aumento della reattività dell'ozono abbia compensato la diminuzione della sua stabilità, e quindi non è stata osservata alcuna variazione apprezzabile dell'efficacia. La presenza di sostanze organiche con un'elevata affinità all'ozono può competere l'effetto battericida con i microrganismi (i composti organici “rubano” ozono ai microrganismi). Virus e batteri associati a cellule, detriti cellulari o feci sono resistenti all'ozono, ma i virus in soluzione pura sono prontamente inattivati con il disinfettante. L'inattivazione dei batteri da parte dell'ozono è quindi un processo complesso perché l'O₃ attacca numerosi costituenti cellulari come le proteine, insature lipidi, enzimi respiratori nelle membrane cellulari, peptidoglicano nella parete cellulare, enzimi e acidi nucleici nel citoplasma, proteine e peptidoglicano nelle spore e nei capsidi virali. Quando le molecole di ozono entrano in contatto con la parete cellulare, si verifica una reazione chiamata “scoppio ossidativo” che crea letteralmente un minuscolo buco nella parete cellulare. Il batterio inizia a perdere la sua forma mentre le molecole di ozono continuano a creare buchi nella parete cellulare. Dopo migliaia di collisioni di ozono in pochi secondi, la parete batterica non può più mantenere la sua forma e la cellula muore.

Trattamento degli ambienti mediante Ozono

L'ozono generato *in situ* a partire da ossigeno è un principio attivo ad azione “biocida” in revisione ai sensi del BPR2 come disinfettante per le superfici, dell'acqua potabile e per impiego nelle torri di raffreddamento degli impianti industriali. Sebbene la valutazione non sia stata completata, è disponibile un'ampia base di dati che ne conferma l'efficacia microbica e di disattivazione dei virus. Queste proprietà sanificanti sono note e si studiano da circa 150 anni, rendendo l'ozono un argomento di interesse più che attuale.

In attesa dell'autorizzazione a livello europeo, la commercializzazione in Italia come PMC (Presidio Medico Chirurgico) con un *claim* “disinfettante” non è consentita data l'impossibilità (*generazione in situ* - produzione fuori officina) di individuare un sito specifico da autorizzare come produttivo



come previsto dalla normativa nazionale. Pertanto, in questa fase, l'ozono può essere considerato un "sanitizzante".

L'utilizzo dell'ozono è attualmente consentito a livello internazionale in campo alimentare, per i servizi igienico-sanitari di superficie e acque potabili.

L'attività virucida dell'ozono si esplica rapidamente in seguito a ozonizzazione. Come per molti altri prodotti usati nella disinfezione, non esistono informazioni specifiche sull'efficacia contro il SARS COV-2, il parente più prossimo all'attuale Covid-19. Di contro sono disponibili diversi studi che ne supportano l'efficacia virucida (Norovirus) in ambienti sanitari e non. Anche a basse concentrazioni, con elevata umidità, l'ozono ha una elevata azione disinfettante virucida in aria e in acqua.

L'International Ozone Association (www.iao-pag.org) conferma l'efficacia dell'ozono per l'inattivazione di molti virus anche se non è a conoscenza di ricerche specifiche su SARS-CoV-2.

A livello industriale, l'ozono viene generato *in situ* mediante ozonizzatori, che devono essere adattati di volta in volta in relazione agli spazi (dimensioni, materiali coinvolti) e ai target; questo perché come detto, ha un relativamente breve tempo di decadimento ed è verosimilmente impossibile generarlo in un determinato sito per poi stoccarlo e spedirlo. I generatori di ozono devono essere conformi alle direttive su bassa tensione (Direttiva 2014/35/CE), compatibilità elettromagnetica (Direttiva 2014/30/CE) e Direttiva 2011/65/CE (RoHS) sulla restrizione di sostanze pericolose. Queste norme saranno fondamentali da rispettare per la progettazione del dispositivo da voi ideato.

Il tempo necessario per il decadimento dell'ozono in aria dipende da temperatura, umidità e contaminazione chimica e biologica, ed è sempre in funzione delle concentrazioni di utilizzo.

In condizioni reali il tempo di decadimento naturale necessario per rendere accessibili i locali è di almeno 2 ore. Se possibile, è preferibile eseguire i trattamenti nelle ore notturne in modo che alla ripresa del lavoro la quantità di ozono ambientale si trovi entro i limiti di sicurezza sanitaria.

È norma consigliata dalle direttive evitare di eliminare l'ozono residuo ricorrendo alla ventilazione forzata per convogliarlo in ambiente esterno: il DL.vo 155/2010 fissa valori limite e obiettivi di qualità anche per le concentrazioni nell'aria ambiente di ozono.

Sulla base della normativa CLP e REACH i registranti devono classificare, in regime di auto-classificazione, l'ozono come: sostanza che può provocare o aggravare un incendio; letale se inalata, provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari, provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta per via inalatoria, molto tossica per l'ambiente acquatico con effetti di lunga durata. Alcuni notificanti identificano addirittura l'ozono come sospetto mutageno. Sarà da analizzare in fase di progettazione la certificazione da dover dichiarare al momento della vendita del prodotto.



Le autorità competenti tedesche hanno manifestato nel 2016 a ECHA l'intenzione di proporre per l'ozono una classificazione ed etichettatura armonizzate anche come mutageno di categoria 2 e cancerogeno di categoria 21.

Il rischio ambientale, in seguito all'utilizzo di ozono per il trattamento delle superfici, appare al momento trascurabile, considerata l'elevata percentuale di ozono normalmente presente nell'atmosfera.

Considerato che a concentrazioni inferiori a 2 ppm, l'ozono ha un odore caratteristico piacevole, che diventa pungente e irritante a livelli superiori, e che è riconoscibile già a concentrazioni molto ridotte (0,02 e 0,05 ppm), i soggetti potenzialmente esposti sono preavvertiti rispetto al raggiungimento di concentrazioni elevate e potenzialmente dannose per la salute. L'odore non costituisce, comunque, un indice attendibile della concentrazione presente nell'aria per fenomeni di assuefazione.

L'utilizzo di Ozono per trattare ambienti è molto esplicitato in letteratura; esistono molteplici dispositivi in commercio per uso industriale, domestico o anche ospedaliero. Questi dispositivi sono caratterizzati dalla realizzazione sul posto dell'ozono senza necessità di materiale d'apporto come cartucce di ricarica o materiale di ricambio. L'uso dell'ozono è anche conosciuto per uso agroalimentare, nel mondo degli allevamenti animali e del trattamento para-medicaie come trattamento della forfora o di particolari irritazioni della cute.

Effetto battericida

L'Ozono è da tempo (quasi 150 anni) utilizzato come battericida, inattivatore di virus fungicida ecc. Per valutare o stimare l'effetto dello stesso su particolari tipi di batteri o sotto certe condizioni ambientali non esiste una formula matematica che permetta di farlo, ma per poterlo al meglio stimare, se non lo si può testare in laboratorio lo si può provare a valutare. La valutazione può avvenire per confronto e analisi dei test medici e scientifici che sono stati effettuati presso laboratori riconosciuti, paragonando l'effetto con condizioni di test uguali o simili. Chiaramente non si tratta di dimostrazioni vere e proprie ma di assunzioni ragionevolmente accettate laddove si disquisisca il motivo di associazione dei risultati dei test alla condizione di lavoro di interesse. Per questo motivo riportiamo qui di seguito dei risultati di test condotti per valutare l'effetto battericida dell'ozono in diverse condizioni ambientali, rimandando ai relativi testi integrali nel caso si voglia approfondire qualche aspetto.



- Inactivation of Viruses and Bacteria by Ozone, With and Without Sonication

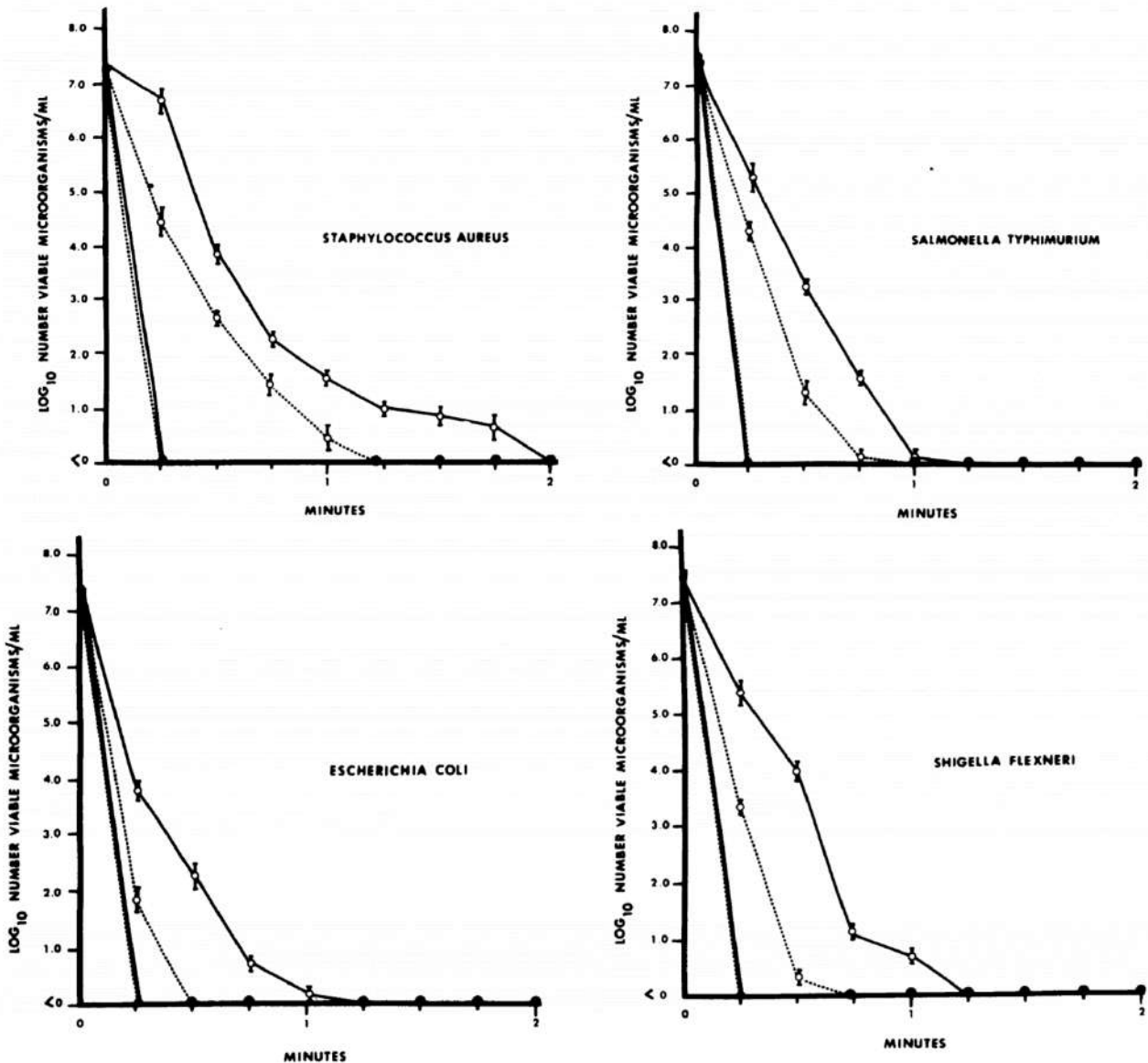
GARY R. BURLESON,* T. M. MURRAY, AND MORRIS POLLARD

Lobund Laboratory, University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556

Received for publication 26 July 1974

(13)

Qui di seguito sono riportati i grafici di abbattimento di diversi batteri e virus in 100ml di soluzione acquosa tamponata con Fosfato sottoposta ad una portata di Ozono costante ed impostata a $5 \text{ m}^3/\text{h}$. Sono stati poi analizzati dei campioni delle soluzioni dopo diversi istanti di tempo, dai quali si estrapola il numero di batteri vivi o di virus attivi. Si rimanda al testo integrale l'approfondimento delle metodologie di prova e dei metodi di cultura e analisi di virus e batteri.



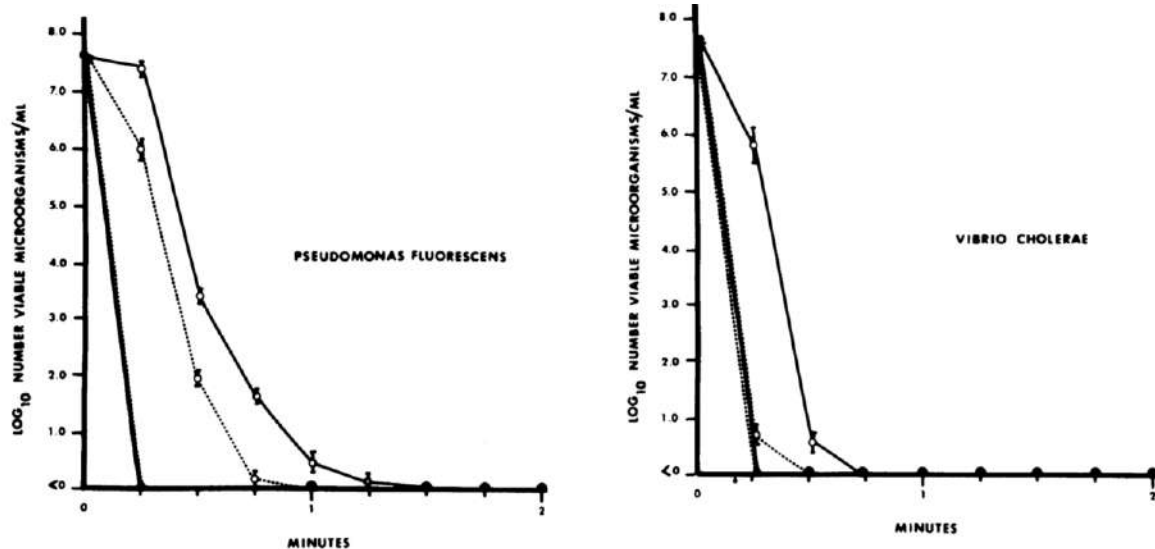


FIG. 1. Treatment of bacteria by ozonation in PBS (—●—), ozonation and sonication in PBS (----●----), ozonation in secondary effluent (—○—), or ozonation and sonication in secondary effluent (----○----).

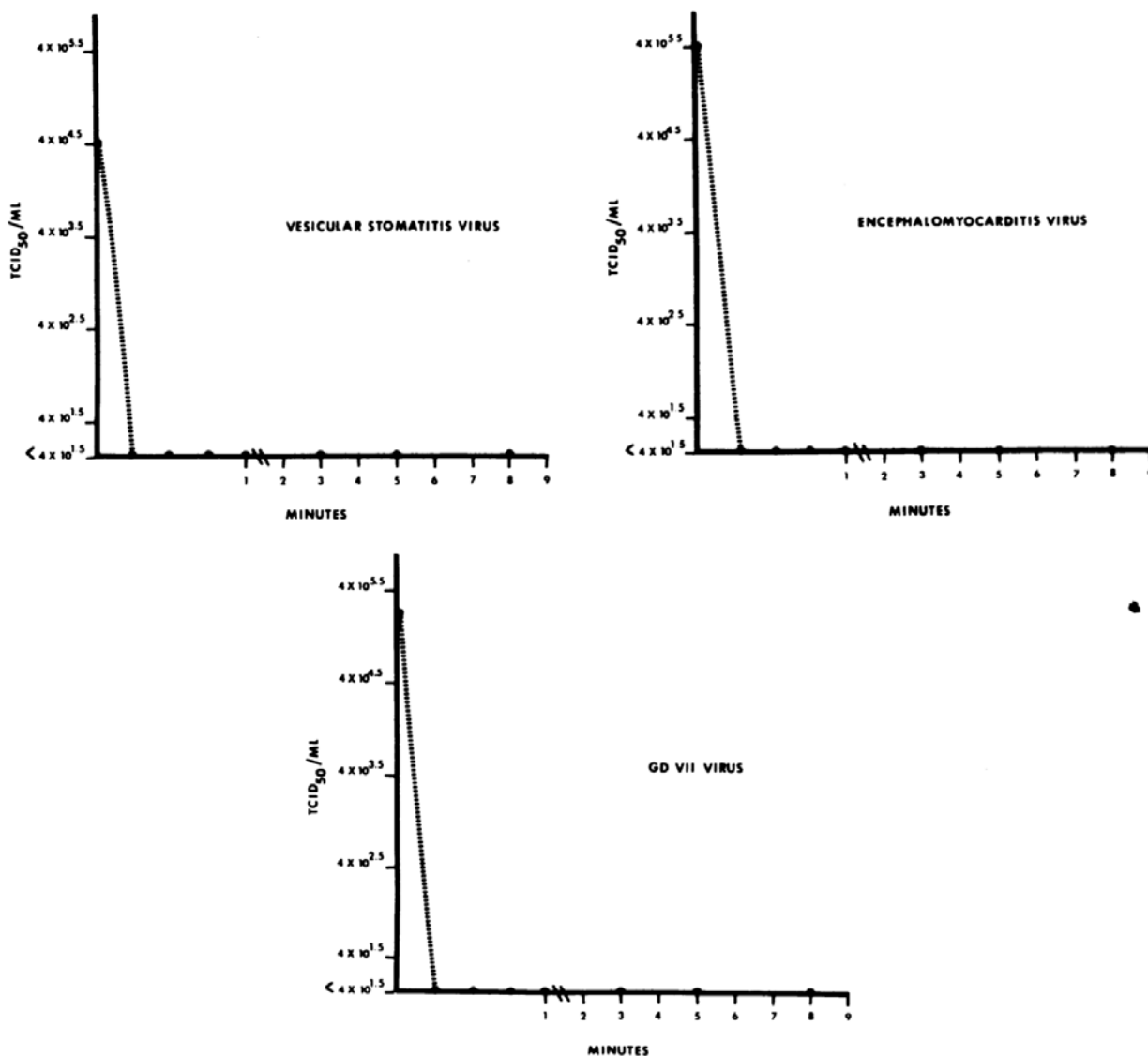


FIG. 3. Treatment of vesicular stomatitis, encephalomyocarditis, or GDVII virus in PBS by ozonation. TCID₅₀, 50% tissue culture infective dose.



Si riporta che ogni test sull'abbattimento è stato effettuato sottoponendo le soluzioni di cultura sotto l'esposizione di 3 condizioni:

- Ozono
- Ultrasuoni
- Ozono + ultrasuoni

Dai test effettuati è mostrato come la contemporaneità delle sollecitazioni chimico-fisiche di ozono e ultrasuoni abbia effetto di velocizzare i tempi di abbattimento delle colonie. Il numero di batteri, inizialmente nella concentrazione di 10^8 circa batteri per millilitro, è passato a meno di 10 batteri ogni ml per tempistiche di circa 1 minuto di esposizione. E' assumibile pensare che si riuscissero ad ottenere le stesse condizioni di questi esperimenti anche nel dispenser che si vuole realizzare il grado di abbattimento di tali patogeni o inquinanti possa essere ritenuto lo stesso. Chiaramente si può far riferimento alle tipologie di virus e batteri analizzati estendendone ipoteticamente l'efficacia laddove vi siano delle forti similitudini tra il batterio testato e quello a cui si vuole estendere l'efficacia. Si specifica che le prove soprariportate hanno evidenziato esito positivo per l'inattivazione di virus sottoposti ad esposizione ad Ozono. L'inibizione dei virus, ne impedisce la riproduzione e di conseguenza li rende incapaci di attaccare e quindi di essere nocivi.



- Effect of ozonation on pathogenic bacteria

PRABAKARAN M. TAMIL SELVI S., MERINAL, S. AND PANNEERSELVAM A.

Sri Gowri Biotech Research Academy, Nagai Road, Thanjavur, Tamil Nadu, India

Advances in Applied Science Research, 2012, 3 (1):299-302

(12)

Questo studio scientifico riporta da bibliografia pregressa una concentrazione di ozono che abbia effetto battericida a partire da 0,04 - 0,1 ppm (volume), mentre la tossicità per i piccoli animali interviene a partire dai 3 - 12 ppm. Al di là di questo gli esseri umani si riporta comincino ad avere mal di testa per lunghe esposizioni a concentrazioni inferiori agli 0,01 ppm mentre se ne può rilevare l'odore a partire da 0,02-0,04 ppm. Nel 2012 invece questo studio indiano riporta effetti battericidi su diverse famiglie batteriche in soluzione acquosa in cui viene poi inoculato Ozono. Le condizioni di test non sono chiarissime poiché non esplicitano portata o percentuale di ozono ma indicano la macchina con cui è stato generato. Non è di conseguenza semplice estrapolarne un valore utilizzabile se non replicare le condizioni di prova e misurare l'effettiva portata di O₃. I risultati, comunque interessanti, sono stati:

Table 2. Ozone treatment on *E.coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella typhi* and *Klebsiella pneumoniae*

Microorganism	Before Ozone Treatment	After Ozone Treatment		
	Control	5 min	10 min	15 min
<i>E. coli</i>	0.811	0.5	0.21	0.01
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.219	0.178	0.086	0.045
<i>Salmonella typhi</i>	0.290	0.261	0.245	0.221
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.256	0.254	0.235	0.220

Table 3. Number of colonies in nutrient agar plate

Microorganisms	Control	Ozone Treatment (min)		
		5	10	15
<i>E. coli</i>	120	100	40	14
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	140	96	75	36
<i>Salmonella typhi</i>	150	120	80	32
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	145	127	98	40

I risultati espressi dalla tabella soprastante non sono molto incoraggianti ai fini dell'applicazione specifica di vostro interesse, infatti pensare che una persona si lavi le mani continuamente per 10 o 15 minuti è alquanto utopistico. Questo senza calcolare poi che sarebbe da valutare l'efficienza di un "lavaggio" con acqua micronizzata e non in immersione. Anche comunque dopo 10- 15 minuti l'efficienza battericida arriva dal 99% per l'abbattimento di alcuni batteri a poco più del 10% di efficienza su altri, valori sicuramente troppo bassi per essere "venduti" come efficaci.



- Ozonized water as an alternative to alcohol-based hand disinfection

H J BREIDABLIK , D E LYSEBO , L JOHANNESSEN , Å SKARE , J R ANDERSEN , O T KLEIVEN

Epub 2019 Feb 5.

(4) (14)

Questo studio, anche piuttosto recente, compara l'igienizzazione delle mani tramite soluzione alcolica e tramite acqua ozonizzata. I test sono stati svolti utilizzando acqua del rubinetto ozonizzata e alcol tramite lo sfregamento delle mani contaminate da batteri. E' stato eseguito uno studio incrociato tra 30 studenti infermieri. Le mani sono state contaminate artificialmente con *Escherichia coli* (ATCC 25922), quindi disinfettate con acqua di rubinetto ozonizzata (0,8 o 4 ppm) o 3 ml di sfregamento a base di alcol standard (Antibac 85%). I microbi presenti sulle dita sono stati poi coltivati al fine di contarne le colonie formatesi (cfu) / mL. La procedura di prova è stata eseguita secondo la norma europea EN 1500: 2013. I risultati delle culture batteriche sulle mani contaminate prima della disinfezione mostravano $ufc > 30.000 / mL$. La conta batterica media (DS) in (ufc / mL) dopo test è stata 1017 (1391) con acqua ozonizzata e 2337 (4664) dopo la disinfezione delle mani con alcol. Il 20% dei partecipanti igienizzati con soluzione alcolica ha riportato effetti avversi sulla pelle (bruciore / secchezza), al contrario dei campioni trattati con ozono che non hanno mostrato nessuna sensazione avversa. L'acqua del rubinetto ozonizzata è risultata un efficace decontaminante di *E. coli* e potrebbe essere un'alternativa ai tradizionali disinfettanti per le mani con liquido alcolico sia nelle strutture sanitarie che nei luoghi pubblici. L'acqua ozonizzata può essere particolarmente utile per le persone con problemi di pelle. Questi sono stati gli esiti dello studio effettuato.

Sono sicuramente risultati incoraggianti da però prendere con le dovute precauzioni; solo la famiglia l'*Escherichia Coli* è stata studiata, dando si esiti molto positivi ma come li davano anche altri test scientifici precedentemente riportati. È stato infatti più volte dimostrato come la *E. Coli* sia una delle famiglie maggiormente sensibili all'ozono.





(15)

Riportiamo qui un prodotto trovato sul mercato che svolge la funzione da voi richiesta di sanificazione delle mani mediante Ozono. In base alle informazioni che rilascia il loro sito (riportato in sitografia) si tratta di un dispositivo che crea ozono (non parla di micronizzazione acquosa o lavaggi ma di Ozono in generale) al fine di disinfettare le mani prima di entrare in zone ad altro controllo come ospedali, sale operatorie o laboratori alimentari. Il prodotto è sicuramente di interesse da cui prendere spunto per il vostro prodotto. Lo stesso prodotto o molto simile è visualizzabile al link (17).



- Effect of low-dose gaseous ozone on pathogenic bacteria

BELCHOR FONTES, ANA MARIA CATTANI HEIMBECKER, GLACUS DE SOUZA BRITO, SILVIA F COSTA, INNEKE M VAN DER HEIJDEN, ANNA S LEVIN AND SAMIR RASSLAN

Published online 2012 Dec 18

(20)

Un altro studio è stato condotto analizzando la crescita di 8 ceppi di batteri esposti a quantità minime di ozono (meno dell'1% in volume di aria) evidenziandone crescita zero dopo 24 e 48 ore al contrario delle stesse culture esposte a ossigeno puro o aria ambiente. Il risultato è eccellente ma si discosta parecchio dal vostro campo di interesse date le tempistiche inattuabili per una disinfezione personale. Lasciamo comunque tabella dei risultati rimandando all'articolo completo per approfondire.

Bacterial *in vitro* growth, at 24 hours and 48 hours, of isolates submitted to an O₃/O₂gaseous mixture (O₃group), to 100% O₂ (O₂group) and not submitted to gas treatment (Baseline group)

Bacterial strains	Culture duration	CFU / dish											
		O ₃ Group				O ₂ Group				Baseline Group			
		Plates (P)				Plates (P)				Plates (P)			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
1= <i>Escherichia coli</i> – ATCC:25922	24 h	0	0	0	0	83	68	59	73	58	66	65	76
	48 h	0	0	0	0	78	69	58	61	57	68	62	80
2= <i>Staphylococcus aureus</i> resistant to oxacillin –ATCC:29213	24 h	0	0	0	0	94	81	80	55	98	83	104	95
	48 h	0	0	0	0	88	74	85	49	75	89	104	90
3= <i>Staphylococcus aureus</i> susceptible to oxacillin – ATCC:25923	24 h	0	0	0	0	72	45	82	68	65	44	91	76
	48 h	0	0	0	0	70	47	75	69	66	39	94	73
4= <i>Enterococcus faecalis</i> resistant to vancomycin – ATCC: 51299	24 h	0	0	0	0	69	64	201	75	73	100	105	71
	48 h	0	0	0	0	79	78	207	82	68	97	106	57
5= ESBL producing <i>Klebsiella pneumoniae</i> susceptible only to carbapenems –clinical isolate from a patient.	24 h	0	0	0	0	65	75	153	71	87	113	117	80
	48 h	0	0	0	0	68	81	135	69	96	88	108	80
6= <i>Acinetobacter baumannii</i> resistant to carbapenem – clinical isolate from a patient.	24 h	0	0	0	0	226	205	201	162	158	165	159	206
	48 h	0	0	0	0	214	196	171	137	135	162	130	185
7= <i>Acinetobacter baumannii</i> susceptible only to carbapenem – ATCC:19606	24 h	0	0	0	0	70	60	58	70	63	65	63	67
	48 h	0	0	0	0	69	61	52	63	65	69	62	64
8= <i>Pseudomonas aeruginosa</i> susceptible to imipenem and meropenem-ATCC:27853	24 h	0	0	0	0	155	68	138	94	82	85	88	65
	48 h	0	0	0	0	110	79	97	94	83	72	66	69



- Rapid inactivation of SARS-CoV-2 with ozone water

HIROKO INAGAKI, AKATSUKI SAITO, UTUKA SUDARYATMA, HIRONOBU SUGIYAMA, TAMAKI OKABAYASHI, SHOUICHI FUJIMOTO

Published online 2020 Nov 1

(23)

Questo recente studio verifica l'effetto virucida dell'acqua ozonizzata contro il Covid-Sars-2, il parente più prossimo dell'attuale covid-19. Come fatto per i disinfettanti classici e le soluzioni alcoliche (per cui non si hanno risultati certi sulla disattivazione del covid 19), si estende l'effetto battericida sul covid 2 per similitudine al covid 19 (non avendo ancora a disposizione dati più precisi). Il test in questione ha sottoposto il covid 2 in soluzione acquosa con acqua ozonizzata a diverse concentrazioni per 5 e 10 secondi (per tempi maggiori non si è registrato un incremento dell'efficacia) dando:

Densità ozono [mg/L]	Efficienza riduzione virus covid-2	
	5 secondi esposizione	10 secondi esposizione
1	81,40%	75,40%
4	93,20%	93,20%
7	96,60%	96,60%
10	96,60%	97,50%

Viene anche nella ricerca evidenziato come in realtà bastino 5 secondi di esposizione per avere un alto livello di inattivazione, per cui incrementando il tempo a 10 o più secondi il livello resta pressoché invariato. Questo dato risulta positivo per l'applicazione del disinfettante per le mani poiché indica come anche un tempo di disinfezione standard per lavare le mani sarebbe più che sufficiente per una disattivazione efficace del Covid-Sars-2 e quindi PRESUMIBILMENTE anche per il Covid-19.



Bibliografia e sitografia

- 1- https://www.researchgate.net/publication/337073562_Potencial_antimicrobiano_do_ozonio_aplicacoes_e_perspectivas_em_medicina_veterinaria/figures
- 2- <https://www.pagepressjournals.org/index.php/ozone/article/view/7971/7825#info>
- 3- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC498483/?page=1>
- 4- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30731184/>
- 5- <https://patents.google.com/patent/US5945068A/en>
- 6- https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgam/48/4/48_4_193/_article/-char/ja/
- 7- <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es5045437>
- 8- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16040.x>
- 9- Raccomandazioni ad interim sulla sanificazione di strutture non sanitarie nell'attuale emergenza COVID 19: superfici, ambienti interni e abbigliamento - Gruppo di Lavoro ISS biocidi COVID 19 - Versione del 15 maggio 2020
- 10- Indicazioni per l'attuazione di misure contenitive del contagio da SARS-CoV-2 attraverso procedure di sanificazione di strutture non sanitarie (superfici, ambienti interni) e abbigliamento.
- 11- https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+56_2020.pdf/6be24ac7-d084-2f51-feb0-7ea0957e5781?t=1595858146906
- 12- <https://www.imedpub.com/articles/effect-of-ozonation-on-pathogenic-bacteria.pdf>
- 13- <https://aem.asm.org/content/aem/29/3/340.full.pdf>
- 14- https://www.researchgate.net/publication/330876998_Ozonized_water_as_an_alternative_to_alcohol-based_hand_disinfection
- 15- <https://www.oz-air.com/hand-sterilizer.html>
- 16- <http://www.dl.begellhouse.com/journals/5a5b4a3d419387fb,389e931927aa49bf,7cacd06121edfd59.html>
- 17- <https://www.indiamart.com/mist-oztechnologies/hand-sanitizers.html>
- 18- <https://www.beckershospitalreview.com/quality/hand-hygiene-skin-atp-study-hand-washing-with-tap-water-and-soap-vs-ozonated-water-and-soap-vs-antiseptic-and-ozonated-water-vs-antiseptic-and-tap-water.html>
- 19- <https://www.solutionozone.com/ozone-disinfection/>
- 20- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3541223/>
- 21- https://www.researchgate.net/figure/Description-of-each-plate_tbl1_312264512
- 22- <https://www.ossigenoozono.it/It/Home>
- 23- <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.11.01.361766v1>

