

## HOCl - Hipoklórossav: Áttekintés

Michael S. Block DMD \* Brian G. Rowan DMD, MD†

<https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.06.29>

Minden fogorvosi rendelőnek szüksége van egy olcsó, könnyen elérhető, nem toxikus és praktikus fertőtlenítőszerre, amely hatékony a COVID-19 vírus elleni védekezésben. Ennek a cikknek az a célja, hogy áttekintse és alátámassza a hipoklórossav egészségügyi alkalmazásának létjogosultságát a mindennapi gyakorlatban. Az elmúlt 30 év alatt számtalan ajánlás, publikáció, kutatás látott napvilágot, amikor különböző helyszíneken és az élet legkülönbözőbb területein alkalmazták a hipoklórossavat fertőtlenítésre és tisztításra, és ezek mind alátámasztották és igazolták a használatát. A fogorvosi rendelő azonban, mint fokozottan fertőzésveszélyes munkahely ebből mindeddig kimaradt. Az eredmények azt mutatják, hogy a hipoklórossav nagy kiszámíthatósággal használható a COVID-19 vírus elleni fertőtlenítéshez.

2020 American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons  
*J Oral Maxillofac Surg* 78:1461-1466, 2020

### COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) vírus struktúrája és a fertőzés mechanizmusa

A 2019. évi Coronavírus-betegség (COVID-19) egy új vírus. A súlyos akut légzőszervi szindrómát okozó koronavírus 2 (SARS-CoV-2) az az ágens, ami felelős egy a felszínről felszínre terjedő fertőző betegségért, amely 2020. május 17-éig körülbelül 4,7 millió embert betegített meg.<sup>(1)</sup> Az egészségügyi szolgáltatóknak olyan megoldásokra van szükségük, amelyekkel korlátozzák és ellenőrizni tudják a vírus terjedését egymás és a betegek között.

A COVID-19 egy burkos, pozitív töltésű, egyszálú RNS-vírus, amelynek átmérője körülbelül 60–140 nm. A vírus glikoprotein S1 tüskéje szorosan kötődik az angiotenzin konvertáló enzim 2 (ACE2) receptorához, amely lehetővé teszi a bejutást a gazdaszjtbe.<sup>(2, 3, 4)</sup> COVID-19 fertőzés citokin vihart idézhet elő, súlyos tüdőgyulladást, több szervi elégtelenséget és akut szívkárosodást okozhat.<sup>(5,6)</sup>

Az vírus átvitele érintéssel vagy levegőben az aeroszol terjedésével történik. A vírus terjedésének legáltalánosabb módja a fertőzött személy légzőszervi aeroszoljain keresztül történik.<sup>(7)</sup>

A beszéd során az emberek másodpercenként több ezer orális eredetű folyadékseppet bocsátanak ki, amelyek 8–14 percig maradhatnak a levegőben.<sup>(8)</sup> A COVID-19 akár 3 órán keresztül kimutatható a felszínre lerakódott aeroszolokban, akár 4 órán keresztül a rézfelületen, akár 24 órán keresztül a kartonpapíron, és akár 2-3 napon keresztül a műanyag és rozsdamentes acél felületen.<sup>(9,10)</sup> Az átvitel megelőzésére a COVID-19-nek potenciálisan kitett felületeket fertőtleníteni kell.

### Fertőtlenítőszer használata

A vírussal érintkezve egy fertőtlenítőszer megváltoztatja a védő

fehérjebevonatot, amely elveszíti szerkezetét és kicsapódik, fehérjecsomókat képez más vírusokkal.<sup>(9,10)</sup> Nemrégiben az Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége (EPA) számos fertőtlenítőszer ajánlott a COVID-19 ellen, köztük a hipoklórossavat is (HOCl).<sup>(11)</sup> A fertőtlenítés mechanizmusa a mikrobák vagy vírusok sejtfalának elpusztítása, ezáltal a fertőtlenítőszer behatolva megsemmisíti, ill. inaktíválja őket.<sup>(12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22., 23., 24., 25., 26., 27.)</sup> Ez a cikk a HOCl-re összpontosít.

### Hipoklórossav (HOCl)

Az ideális fertőtlenítőszer nem toxikus a felülettel érintkezve, nem korrozív, különféle formákban hatásos és viszonylag olcsó. A HOCl lehet a minden szempontból megfelelő fertőtlenítőszer a koronavírus ellen a fogorvosi rendelőkben.

A HOCl egy endogén anyag, amely minden emlősben termelődik és hatásos a mikroorganizmusok széles köre ellen. A neutrofilek, eozinofilek, mononukleáris fagociták és B limfociták termelik a HOCl-t a sérülésekre és a fertőzésekre reagálva az „NADPH-oxidáz” néven ismert mitokondriális membránhoz kötött enzim révén.<sup>(28)</sup> A HOCl szelektíven kötődik a telítetlen lipid réteghez, és ezután megbontja a sejtek integritását.

A 4 és 6 közötti pH-értéknél az aktív klór legdominánsabb formája a HOCl, amelynek maximális antimikrobiális tulajdonságai vannak.<sup>(29,30)</sup>

A HOCl erős oxidálószer. Vizes oldatban H<sup>+</sup> -ra és OCl<sup>-</sup> -ra disszociálódik, denaturálja és kicsapja a fehérjét.<sup>(30)</sup> A HOCl klórozással elpusztítja a vírusokat is, klóraminok és nitrogénközpontú gyökök kialakításával, amely úgy az egyszálú, mint a kétszálú DNS-ben szakadásokat, töréseket eredményez, és a nukleinsavat használhatatlanná teszi és a vírust ártalmatlanítja.<sup>(31)</sup>

\* Private Practice, Metairie, LA; and Clinical Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Louisiana State University School of Dentistry, New Orleans, LA.

† Resident, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Louisiana State University School of Dentistry, New Orleans, LA.

Conflict of Interest Disclosures: Dr Block owns stocks with X-Nav. The other author does not have any relevant financial relationship(s) with a commercial interest.

Address correspondence and reprint requests to Dr Block: 110 Veterans Memorial Blvd, Metairie, LA 70005-4948; e-mail: drblock@cdrnola.com  
Received May 27 2020

Accepted June 18 2020

2020 American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons

0278-2391/20/30672-8

<https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.06.29>

## Hogyan készül a HOCl?

A HOCl helyben előállítható, nem jódzott só, víz és elektrolízis kombinációjával. A HOCl helyben történő előállításához egy csapvízzel megtöltött 1 literes tartályhoz kell hozzáadni 1 g nem jódzott sót és 1 teáskanál ecetet. A vízelektrolizáló rendszer 50-200 ppm koncentrációjú oldat előállítására képes (amelyben az 1 ppm egyenlő 1 mg/L-rel). Az oldat felhasználásától függően kívánt koncentrációja az elektrolízis időtartamának beállításával érhető el. Az elektrolizált oldat 3, 5, vagy 8 perc alatt elkészül, ezután használatra kész. A HOCl fertőtlenítőszer hatékonyságát meghatározó paraméterek a behatási idő és a koncentráció.<sup>(32-34)</sup> Az alkalmazás módja szintén befolyásolja a fertőtlenítés hatékonyságát.

### Az oldat stabilitása

Rossi-Fedele és munkatársai<sup>(35)</sup> megvizsgálták a HOCl eltartóssági idejét napfénynek való kitettségben és napfénytől védett állapotban is. Amikor a HOCl oldatot napfénynek tette ki, a klór redukció a 4. napon kezdődött. Amikor napfénytől védett volt, a klór redukció a 14. nap után kezdődött. A felezési idő növekszik a pH csökkenésével, az OCl<sup>-</sup> – HOCl arány csökkenésével.<sup>(36)</sup> A ppm (parts per million) a –OCl koncentrációja, amely a hatóanyag, és az oldatban rendelkezésre álló szabad klór (AFC) néven ismert. A HOCl oldatok kevésbé stabilak, ha ultraibolya sugárzásnak, napfénynek vagy levegővel érintkeznek, vagy ha az oldat hőmérséklete 25 ° C felett van. A HOCl oldatokat hűvös, sötét helyen kell tárolni, és minimalizálni kell a levegővel való érintkezést. A gyártáshoz használt víznek olyan víznek kell lennie, amely a lehető legkisebb szerves és szervesetlen ionkoncentrációt tartalmazza.<sup>(37, 38, 39, 40)</sup>

### A koncentráció és a virucidális hatáshoz szükséges idő viszonya

Kimutatták, hogy a HOCl számos vírust inaktívál, ideértve a koronavírusokat is, kevesebb, mint 1 perc alatt.<sup>(39)</sup> Egy 200 ppm koncentrációjú a HOCl oldat hatékonyan fertőtleníti a norovírusokat hordozó semleges felületeket és más bélben lévő vírusokat 1 perces behatási idő alatt. Tízszerez higítás mellett a 20 ppm-es HOCl oldat továbbra is hatékonyan fertőtleníti a vírusokat hordozó környezeti felületeket 10 perces behatási idő alatt.<sup>(40)</sup>

## Ajánlások rendelői használatra

### Az aeroszol méretének jelentősége a fertőtlenítés és az alkalmazás szempontjából

A fogorvosok és más egészségügyi területen dolgozó szakorvosok, akik sebészeti, nagy fordulatszámú vízűtést igénylő kézidarabokat használnak, fokozottan ki vannak téve a keletkező aeroszol veszélyének. Aeroszoloknak az 50 µm-nél kisebb átmérőjű részecskéket definiáljuk. Az ilyen méretű részecskék elég kicsik ahhoz, hogy hosszabb ideig lebegjenek a levegőben, mielőtt a környezet felületeire lerakódnának, vagy bejutnának a légzőrendszerbe.<sup>(41, 42)</sup>

Továbbá a valódi aeroszol- vagy cseppecske magok akár 30 perccel a beavatkozást követően is jelen lehetnek a rendelő levegőjében.<sup>(41)</sup>

A részecskéket méret szerint osztályozzák: A durva részecskék mérete 2,5-10 µm; finom részecskék, 0,1-2,5 µm; és ultrafinom részecskék, kevesebb mint 0,1 µm. Az orr általában 10 µm-nél nagyobb levegőszemcséket szűr. Ha egy részecske 10 µm-nél kisebb, akkor bejuthat a légzőrendszerbe. Ha 2,5 µm-nél kisebb, akkor bejuthat az alveolusokba. A 0,1 µm-nél kisebb részecske vagy egy olyan finom részecske, mint például a COVID-19 vírus,

bejuthat a véráramba, vagy megcélozhatja a tüdőt.

Sotiriou és munkatársai<sup>(42)</sup> kimutatták, hogy a fogászati fúrási eljárások során keletkező kis részecskék (<0,5 µm) koncentrációi sokkal magasabbak, mint a nagyobb részecskék (> 1 µm) koncentrációi. Az ultrahangos és a szonikus rezgéssel járó, nem műtéti beavatkozások során keletkező aeroszol részecskék transzmissziója volt a leggyakoribb, amelyet a levegő polírozás, a levegő-víz puszter és a nagy fordulatszámú kézidarab aeroszolizálása követett.<sup>(43)</sup>

Az egyik tanulmány azt ismerteti, hogy az ultrahangos műszerek köblábanként 100 000 mikrobát<sup>(3)</sup> közvetítenek az aeroszolon keresztül 6 láb sugarú körben, és ha nem megfelelő a levegőáramlás, a mikrobák bárhol 35 perctől akár 17 órán keresztül életképesek maradhatnak.<sup>(44)</sup>

### Szájöblítő

Ha a HOCl-t szájöblítőként használják, akkor feltételezhető, hogy az öblítés során valamennyit lenyelnek belőle. A HOCl lenyelésének szisztémás és gastrointestinalis hatásait, a szájvízben való felhasználásának szempontjából, egy állatkísérletben vizsgálták.<sup>(45)</sup> Tizenhét egér szabadon hozzáférhetett ivóvízként HOCl oldatos vízhez. A szájüreg szemrevételezésében, kórszöveti vizsgálatokban vagy a felületi zománc érdességének mérésében nem észleltek abnormális leleteket, amelyek nem mutattak szisztémás hatást.

### EGYÉB KLINIKAI ALKALMAZÁSOK

#### *Szemészet*

A HOCl-t a blepharitis kezelésére használják azáltal, hogy csökkentik a periokuláris bőrfelületen lévő baktériumok számát. 20 perccel azután, hogy 100 ppm koncentrációban HOCl-t tartalmazó fiziológiás oldatot alkalmaztunk, a staphylococcus eredetű terhelés több mint 99%-kal csökkent.<sup>(46)</sup>

#### *Biofilm*

A HOCl hatékony lehet a biofilmmel szennyezett implantátum felszínek tisztításában. A HOCl szignifikánsan csökkentette a Porphyromonas gingivalis lipopoliszacharid-koncentrációját a nátrium-hipoklorittal és a klórhexidinnel összehasonlítva, és a szájzsövet jól tolerálta.<sup>(47)</sup> A HOCl szignifikánsan csökkentette a fogkefén lévő baktériumokat, hatékony volt szájvízként és a fogkefe fertőtlenítésében.<sup>(48)</sup>

#### *Sebkezelés*

Az intraperitoneális sebkezelés klinikai vizsgálatában a pácienseken a peritoneális üreg mosását 100 ppm HOCl-val végezték, és a seb mosását 200 ppm-el.<sup>(49)</sup> Nem észleltek káros hatást.

Kimutatták, hogy a HOCl hatékonyan csökkenti a sebbaktériumok számát nyitott sebekben.<sup>(50)</sup> Ultrahangos rendszer irrigációs oldatában a HOCl 4-6 loggal csökkentette a baktériumok számát. A végleges bezárás időpontjáig a fiziológiai sóoldattal irrigált kontrollsebeknél a baktériumok száma visszamenőleg 10<sup>5</sup>-re nőtt, de a HOCl-val irrigált sebeknél 10<sup>2</sup>-on maradt, vagy alacsonyabak lett. Postoperatív zárási hiba a fiziológiai sóoldattal kezelt betegek több mint 80% -ánál fordult elő, szemben a HOCl-csoport 25% -ával.

#### *Kézfertőtlenítés*

A kézi antiszeptikumok alkohol alapú vagy alkoholmentes bázisú, antibiotikus vegyületeket tartalmaznak.<sup>(51)</sup> A klór alapú fertőtlenítők, 50–100 ppm koncentrációban hatásosak baktériumok és vírusok ellen.<sup>(52)</sup> A kifejezetten a kézi fertőtlenítőkhez használt HOCl 100–200 ppm közötti erősségű.<sup>(53,54)</sup>

## Felületi alkalmazás

Egy vizsgálat a járóbeteg-műtéti centrumok fertőtlenítését vizsgálta HOCl felhasználásával.<sup>(55)</sup> Tisztítás után a HOCl-le tisztított és fertőtlenített helyiségekben szignifikánsan alacsonyabb volt a baktériumok száma, mint azokban a helyiségekben, ahol a standard tisztítást és fertőtlenítést elvégezték.

## HOCl alkalmazása spray permetezővel vagy ködölő porlasztóval

A ködölő az oldatból egy aeroszol párát készít, ideális esetben kevesebb, mint 20 µm méretű aeroszol ködöt hoz létre a terület fertőtlenítésére. A HOCl köd nagyon hatékony a felületek mikrobiális fertőtlenítésében.

A ködképződés folyamata megváltoztathatja a fertőtlenítőszer fizikai és kémiai tulajdonságait. Megállapítottuk, hogy a ködképzés kb. 70%-kal csökkenti az elérhető szabad klór-koncentrációt, és kb. 1,3-re növeli a pH-t, az oldatot kissé lúgosabbá téve. Arra gondolunk, hogy a klórvesztés a klórgáz párolgásából származik.<sup>(56,57)</sup> Mivel a hipoklórossav köd tulajdonságainak változásai kiszámíthatók, az oldat koncentrációjának és pH-jának a ködölés előtti beállítása lehetővé teszi a koncentráció szintjének ellenőrzését a kórokozónak a ködképződés utáni inaktiválásához szükséges tartományba.<sup>(40)</sup> A megfelelő koncentrációk használatakor egy vizsgálat 3-5 log<sub>10</sub> csökkenést mutatott az összes vizsgált vírus fertőzőképességének és RNS-titerének mind a vertikális, mind a horizontális felületein egyaránt, ami arra utal, hogy a ködképzés hatékony beavatkozás a vírusok csökkentésére a felületeken.<sup>(40,58)</sup>

Úgy tűnik, hogy a HOCl oldatok virucidok, 50 ppm feletti koncentrációk alapján. A HOCl-t alacsony patogenitású madárinfluenza-vírus (AIV), H7N1<sup>(59)</sup> alapján értékelték. A HOCl oldatok 50-, 100- és 200 ppm klórt tartalmaztak pH 6-nál. A HOCl-nal végzett permetezés az AIV-titert kimutathatatlan szintre csökkentette (< 2,5 log<sub>10</sub> TCID<sub>50</sub> / ml) 5 másodpercen belül, kivéve az 50 ppm-es oldatot, amelyet 30 cm távolságból történő permetezés után gyűjtöttek be. Amikor a HOCl oldatokat közvetlenül a vírust tartalmazó lapokra permetezték 10 másodpercre, a 100 és 200 ppm oldatok azonnal inaktiválták az AIV-t. Az 50 ppm-es oldathoz legalább 3 perces behatási idő volt szükséges. Ezek az adatok arra utalnak, hogy a HOCl spray formájában felhasználható az AIV inaktiválására.<sup>(59,60)</sup> Amikor az aeroszolt nem közvetlenül a beoltott felületre permetezték, akkor kevesebb mennyiségű oldatnak volt esélye arra, hogy érintkezésbe kerüljön az AIV-vel. Ebben az esetben legalább 10 perces behatási időre volt szükség a hatékonysághoz.<sup>(61)</sup>

A hideg ködölő kisebb részecskék előállítására való képessége elősegítheti, hogy az oldat molekulái hosszabb ideig szuszpendálódjanak a levegőben, alacsony leülepedési sebességük miatt. Ez növeli az oldat esélyét a kórokozókval való érintkezésre és azok inaktiválására. Így az alkalmazott ködképző aeroszol mérete kisebb kell legyen, mint 20 µm.<sup>(62)</sup>

## Összefoglalás

A koronavírus-járvány világszerte hatalmas egészségügyi ellátási és gazdasági zavarokat okozott. A hatékony vírusellenes gyógyszer vagy jóváhagyott vakcina jelenlegi hiánya azt jelenti, hogy a COVID-19 ellensúlyozásához hatékony megelőző intézkedések szükségesek. A fogorvosi rendelők magas kockázatú egészségügyi szolgáltatók, akik a betegek számára szükséges ellátást nyújtanak. Mivel a fogorvosi rendelők újból megnyitottak az Egyesült Államokban és a világ más tájain, csökkenteni kell a COVID-19 áttérjedésének kockázatát a betegek és az egészségügyi szolgál-

tatók között. Széles körben elterjedt a vélemény, hogy megfelelő szűrés és mérlegelés, valamint megfelelő személyi védőfelszerelés mellett alacsony a fertőzés valószínűsége. A cikk célja, hogy információkkal szolgáljon a klinikai rendelői környezet fertőtlenítéséről, egy viszonylag olcsó, nem toxikus, nem korrozív és jól kutatott-publikált vegyület felhasználásával.

A HOCl-t számos iparágban használják, a mezőgazdaságtól és az éttermektől kezdve, az élelmiszerelőállításától az egészségügyi ellátásig, beleértve a krónikus sebkezelést és fertőtlenítést is.<sup>(34,36,43,45,46,63)</sup> Továbbá a HOCl folyadék alapú fertőtlenítőszerként történő felhasználása mellett, hipoklórossav pára ködképzővel a levegőbe juttatva virucid aktivitást mutat számos vírus és baktérium ellen.<sup>(40,56,57)</sup> Ez potenciális előnyt jelent nagy terek, például orvosi és fogorvosi rendelők fertőtlenítésénél, ahol az aeroszolak hosszabb ideig levegőben lehetnek.<sup>(42,44, 64)</sup> A szemcseméret szempontjából az szájszékesszek kissé alacsonyabb kockázatnak vannak kitéve, mint fogorvostársaik, mivel az ultrahangos depurálás és a nagy fordulatszámú kézidarabok kisebb szemcséket hoznak létre, amelyek hosszabb ideig maradnak a levegőben.<sup>(42)</sup> Mindazonáltal a sebészeti kézidarabokkal is lehet aeroszolt előállítani. Ezenkívül a COVID-19 vírus napokon át jelen lehet bizonyos felületeken, és az átvitel csökkentése érdekében a szájszékesszeti műtő minden felületének fertőtlenítése fontos.<sup>(9,10)</sup>

A HOCl számos tulajdonsága hozzájárul ahhoz, hogy miért lehet ez a protokollba beállított választott fertőtlenítőszer a szájszékesszeti műtőkben, rendelőkben. Noha a HOCl eltarthatósági ideje viszonylag rövid, ideális körülmények között akár 2 hétig is hatásos.<sup>(35)</sup> A rendelőkben a helyszínen olcsón elő lehet állítani. Egy literes HOCl megvásárolható a gyártóktól, de sokkal költséghatékonyabb, ha a fogorvos az oldatot helyben készíti el az rendelőjében.<sup>(65)</sup> A piacon számos olyan HOCl-rendszer áll rendelkezésre, amelyek kevesebb, mint 275 dollárba kerülnek.<sup>(66)</sup> A nem jódozott só (katalyte-reagens), víz és elektromos áram<sup>(63)</sup> kombinálásával 1 liter HOCl elkészíthető 8 perc alatt, és ez folyamat egész nap többször is megismételhető.

Összehasonlításképpen: egy kvaterner ammóniumvegyületeket tartalmazó, közönséges fertőtlenítő törlőkendő (80 kendő) csomag 4 dollár és 15 dollár között mozog. Ez a törlőkendőcsomag csak egy-két napig tart, a rendelő méretétől és a tisztítandó területtől függően. Ráadásul előfordulhat, hogy ezek a termékek hiánycikké válnak, megnehezítve a beszerzésüket is.<sup>(67)</sup>

A HOCl oldattal törlőkendővel történő fertőtlenítés mellett a HOCl pára ködölő géppel történő használata messze a leggazdaságosabb módja egy olyan nagy műtő vagy lakosztály fertőtlenítésére, ahol aeroszolakot állítottak elő műtét során.

A ködölő vagy a párasító készülékek kézben tartható gépek, és elfogadható áron megvásárolhatók.<sup>(68)</sup> Az aeroszol pára szemcsemérete ideális esetben 20 µm-nél kisebb kell legyen, hogy a terület maximálisan fertőtleníthető legyen. Fontos megjegyezni, hogy a ködképződés folyamata megváltoztathatja a fertőtlenítőszer fizikai és kémiai tulajdonságait, hígabbá és bázikusabbá téve azt. Mint korábban említettük, az elérhető szabad klór-koncentráció körülbelül 70% -kal csökkenthető, és a pH körülbelül 1,3-el növekedhet.<sup>(40)</sup> Annak érdekében, hogy a ködpára olyan hatékony legyen, mint egy 100 ppm HOCl-ot tartalmazó oldat, az oldatot koncentráltabbá kell tenni. A finom köd az üres műtéti szobában hagyható anélkül, hogy a káros kémiai hatásoktól kellene tartanunk. Ezt követően a felületeket néhány perc múlva tisztára és szárazra töröljük, illetve ha hígabb az oldat, akkor 10 perc behatási idő eltelte után tesszük ugyanezt.

A HOCl az egyik olyan fertőtlenítőszer, amelyet ha kombinálunk megfelelő személyi védőfelszereléssel, szűrési- és társadalmi távolságtartó technikával, kézmosással és nagyteljesítményű

elszívással, hozzájárulhat a COVID-19 átvitelének csökkentéséhez a fogorvosi rendelő és a szájszészeti műtői környezetekben. Magában foglalja az ideális fertőtlenítőszer sok előnyös hatását: könnyen kezelhető, olcsó, jó biztonsági profilú, széles körű bakteriumölő és virucid hatású, valamint nagy területek gyors fertőtlenítésére használható.

## Referenciák - hivatkozások

1. Johns Hopkins University. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). Available at: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Accessed May 17, 2020
2. Xu H, Zhong L, Deng J, et al: High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *Int J Oral Sci* 12:8, 2020
3. Li H, Liu S-M, Yu X-H, et al: Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Current status and future perspectives. *Int J Antimicrob Agents* 55:105951, 2020
4. Lu G, Wang Q, Gao GF: Bat-to-human: Spike features determining 'host jump' of coronaviruses SARS-CoV, MERS-CoV, and beyond. *Trends Microbiol* 23:468, 2015
5. Huang C, Wang Y, Li X, et al: Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* 395:497, 2020
6. Zumla A, Hui DS, Azhar EI, et al: Reducing mortality from 2019-nCoV: Host-directed therapies should be an option. *Lancet* 395:e35, 2020
7. Lu H, Stratton CW, Tang YW: Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan China: The mystery and the miracle. *J Med Virol* 92:401, 2020
8. Stadnytskyi C, Bax E, Bax A, Anfinrud P: The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *Proc Natl Acad Sci* 117:11875, 2020
9. Cottone JA, Terezhalmay GT, Molinari JA: *Practical Infection Control in Dentistry*. Baltimore, MD, Williams & Wilkins, 1996, pp 139–140
10. van Doremalen N, Morris DH, Holbrook MG, et al: Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARSCoV-1. *N Engl J Med* 382:1564, 2020
11. US Environmental Protection Agency List N: Disinfectants for use against SARS-CoV-2. Available at: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/list-n-disinfectants-use-against-sars-cov-2>. Accessed May 17, 2020
12. Suman R, Javaid M, Haleem A, et al: Sustainability of coronavirus on different surfaces [published online May 6, 2020]. *J Clin Exp Hepatol*, <https://doi.org/10.1016/j.jceh.2020.04.020>
13. Chen C, Zhang XJ, Wang Y, et al: Waste water disinfection during SARS epidemic for microbiological and toxicological control. *Biomed Environ Sci* 19:173, 2006
14. Hagbom M, Nordgren J, Nybom R, et al: Ionizing air affects influenza virus infectivity and prevents airborne-transmission. *Sci Rep* 5:11431, 2015
15. McDonnell G, Russell AD: Antiseptics and disinfectants: Activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 12:147, 1999
16. Ding T, Xuan X-T, Li J, et al: Disinfection efficacy and mechanism of slightly acidic electrolyzed water on *Staphylococcus aureus* in pure culture. *Food Control* 60:505, 2016
17. Wolfe RL: Ultraviolet disinfection of potable water—Current technology and research needs. *Environ Sci Technol* 24:768, 1990
18. Xu P, Kujundzic E, Peccia J, et al: Impact of environmental factors on efficacy of upper-room air ultraviolet germicidal irradiation for inactivating airborne mycobacteria. *Environ Sci Technol* 39:9656, 2005
19. Weber DJ, Kanamori H, Rutala WA: 'No touch' technologies for environmental decontamination: Focus on ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems. *Curr Opin Infect Dis* 29:424, 2016
20. Health Quality Ontario. Portable ultraviolet light surface disinfecting devices for prevention of hospital-acquired infections: A health technology assessment. *Ont Health Technol Assess Ser* 18:1, 2018
21. Nerandzic MM, Thota P, Sankar T, et al: Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet disinfection system for reduction of health-care-associated pathogens in hospital rooms. *Infect Control Hosp Epidemiol* 36:192, 2015
22. Lidwell OM: Ultraviolet radiation and the control of airborne contamination in the operating room. *J Hosp Inf* 28:245, 1994
23. Menetrez MY, Foarde KK, Dean TR, Betancourt DA: The effectiveness of UV irradiation on vegetative bacteria and fungi surface contamination. *Chem Eng J* 157:443, 2010
24. Moggio M, Goldner JL, McCollum DE, Beissinger SF: Wound infections in patients undergoing total hip arthroplasty. Ultraviolet light for the control of airborne bacteria. *Arch Surg* 14:815, 1979
25. Goldner JL, Moggio M, Beissinger SF, McCollum DE: Ultraviolet light for the control of airborne bacteria in the operating room. *Ann N Y Acad Sci* 353:271, 1980
26. Reed NG: The history of ultraviolet germicidal irradiation for air disinfection. *Public Health Rep* 125:15, 2010
27. Cadnum JL, Li DF, Redmond SN, et al: Effectiveness of ultraviolet-C light and a high-level disinfection cabinet for decontamination of N95 respirators. *Pathog Immun* 5:52, 2020
28. Kettle AJ, Winterbourn CC, Myeloperoxidase: A key regulator of neutrophil oxidant production. *Redox Rep* 3:3, 1997
29. Wang L, Bassiri M, Najafi R, et al: Hypochlorous acid as a potential wound care agent: Part I. Stabilized hypochlorous acid: A component of the inorganic armamentarium of innate immunity. *J Burns Wounds* 6:e5, 2007
30. Biology Stack Exchange. How does hypochlorous acid inactivate viruses?. Available at: <https://biology.stackexchange.com/questions/62671/how-does-hypochlorous-acid-inactivate-viruses>. Accessed July 9, 2020
31. Winter J, Ilbert M, Graf PCF, et al: Bleach activates a redox-regulated chaperone by oxidative protein unfolding. *Cell* 135: 691, 2008
32. Hawkins CL, Davies MJ: Hypochlorite-induced damage to DNA, RNA, and polynucleotides: Formation of chloramines and nitrogen-centered radicals. *Chem Res Toxicol* 15:83, 2002
33. Mourad KA, Hobro S: Developing chlorine-based antiseptic by electrolysis. *Sci Total Environ* 709:136108, 2020
34. Martin MV, Gallagher MA: An investigation of the efficacy of super-oxidised (Optident/Sterilox) water for the disinfection of dental unit water lines. *Br Dent J* 198:353, 2005
35. Rossi-Fedele G, Dogramaci EJ, Steier L, de Figueiredo JA: Some factors influencing the stability of Sterilox( ), a superoxi-

- dised water. *Br Dent J* 210:E23, 2011
36. [Nowell LH, Hoign\\_e J: Photolysis of aqueous chlorine at sunlight and ultraviolet wavelengths—I. Degradation rates. \*Water Res\* 26:593, 1992](#)
  37. [RutalaWA, Cole EC, Thomann CA, Weber DJ: Stability and bactericidal activity of chlorine solutions. \*Infect Control Hosp Epidemiol\* 19:323, 1998](#)
  38. [Ishihara M, Murakami K, Fukuda K, et al: Stability of weakly acidic hypochlorous acid solution with microbicidal activity. \*Biocontrol Sci\* 22:223, 2017](#)
  39. [Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E: Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. \*J Hosp Inf\* 104:246, 2020](#)
  40. [ParkGW, Boston DM, Kase JA, et al: Evaluation of liquid- and fogbased application of Sterilox hypochlorous acid solution for surface inactivation of human norovirus. \*Appl Environ Microbiol\* 73:4463, 2007](#)
  41. [Hinds WC: Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles. New York, NY, Wiley, 1982](#)
  42. [Sotiriou M, Ferguson SF, Davey M, et al: Measurement of particle concentrations in a dental office. \*Environ Monit Assess\* 137:351, 2008](#)
  43. [Veasey S, Muriana PM: Evaluation of electrolytically-generated hypochlorous acid \('electrolyzed water'\) for sanitation of meat and meat-contact surfaces. \*Foods\* 5:42, 2016](#)
  44. [Miller RL: Characteristics of blood-containing aerosols generated by common powered dental instruments. \*Am Ind Hyg Assoc J\* 56:670, 1995](#)
  45. [Morita C, Nishida T, Ito K: Biological toxicity of acid electrolyzed functional water: Effect of oral administration on mouse digestive tract and changes in body weight. \*Arch Oral Biol\* 56:359, 2011](#)
  46. [Stroman DW, Keri Mintun K, Epstein AB, et al: Reduction in bacterial load using hypochlorous acid hygiene solution on ocular skin. \*Clin Ophthalmol\* 11:707, 2017](#)
  47. [Chen C-J, Chen C-C, Ding S-J: Effectiveness of hypochlorous acid to reduce the biofilms on titanium alloy surfaces in vitro. \*Int J Mol Sci\* 17:1161, 2016](#)
  48. [Lee SH, Choi BK: Antibacterial effect of electrolyzed water on oral bacteria. \*J Microbiol\* 44:417, 2006](#)
  49. [Kubota A, Goda T, Tsuru T, et al: Efficacy and safety of strong acid electrolyzed water for peritoneal lavage to prevent surgical site infection in patients with perforated appendicitis. \*Surg Today\* 45:876, 2015](#)
  50. [Hiebert JM, Robson MC: The immediate and delayed post-debridement effects on tissue bacterial wound counts of hypochlorous acid versus saline irrigation in chronic wounds. \*Eplasty\* 16:e32, 2016](#)
  51. US Department of Health and Human Services–Food and Drug Administration Center for Drug Evaluation and Research. Consumer antiseptic wash final rule questions and answers: Guidance for industry. 2017. Available at: <https://www.fda.gov/downloads/Drugs/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/Guidances/UCM568513.pdf>. Accessed July 9, 2020
  52. [Wolfe MK, Gallandat K, Daniels K, et al: Handwashing and Ebola virus disease outbreaks: A randomized comparison of soap, hand sanitizer, and 0.05% chlorine solutions on the inactivation and removal of model organisms Phi6 and E. coli from hands and persistence in rinse water. \*PLoS One\* 12:e0172734, 2017](#)
  53. Medical Press: Hypochlorous acid water generator highly effective in removing bacteria and deodorizing. Available at: <https://medicalxpress.com/news/2016-03-hypochlorous-acid-highly-effective-bacteria.html>. Published 2016. Accessed May 18, 2020
  54. D&D Electronics: About disinfection generator NaOClean. 2018. Available at: <http://dndele.tradekorea.com/company.do>. Accessed July 9, 2020
  55. [Overholt B, Reynolds K, Wheeler D: 1151. A safer, more effective method for cleaning and disinfecting GI endoscopic procedure rooms. \*Open Forum Infect Dis\* 5\(Suppl 1\):S346, 2018](#)
  56. [McRay RJ, Dineen P, Kitzke ED: Disinfectant fogging techniques. \*Soap Chem Spec\* 40:112, 1964](#)
  57. [Zhao Y, Xin H, Zhao D, et al: Free chlorine loss during spraying of membraneless acidic electrolyzed water and its antimicrobial effect on airborne bacteria from poultry house. \*Ann Agric Environ Med\* 21:249, 2014](#)
  58. [Galvin S, Boyle M, Russell RJ, et al: Evaluation of vaporized hydrogen peroxide, Citrox and pH neutral Ecasol for decontamination of an enclosed area: A pilot study. \*J Hosp Inf\* 80: 67, 2012](#)
  59. [Hakimullah H, Thammakarn C, Suguro A, et al: Evaluation of sprayed hypochlorous acid solutions for their virucidal activity against avian influenza virus through in vitro experiments. \*J Vet Med Sci\* 77:211, 2015](#)
  60. [Tamaki S, Bui VN, Ngo LH, et al: Virucidal effect of acidic electrolyzed water and neutral electrolyzed water on avian influenza viruses. \*Arch Virol\* 149:405, 2014](#)
  61. [Hao XX, Li BM, Zhang Q, et al: Disinfection effectiveness of slightly acidic electrolysed water in swine barns. \*J Appl Microbiol\* 115:703, 2013](#)
  62. [Hinds WC: Aerosol technology, in Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles \(ed 2\). New York, NY, John Wiley & Sons, 1999, pp 25–45](#)
  63. [Su Y-C, Liu C, Hung Y-C: Electrolyzed water: Principles and applications, in Zhu P \(ed\): New Biocides Development, the Combined Approach of Chemistry and Microbiology. Washington, DC, American Chemical Society, 2007, pp 309–321](#)
  64. [Harrel SK, Molinari J: Aerosol and splatter in dentistry: A brief review of the literature and infection control implications. \*J Am Dent Assoc\* 135:429, 2004](#)
  65. Curio Dental: All purpose cleaner w/hypochlorous acid gallon. Available at: <https://curio.dental/products/all-purpose-cleaner-whypochlorous-acidgallon?variant=32482507260003&currency=USD>. Accessed July 9, 2020
  66. EcoloxTech: Generate hypochlorous acid (HOCl). Available at: <https://www.ecoloxtech.com>. Accessed July 9, 2020
  67. [DiazD, Zaslav A: Don't expect to see disinfectant wipes or sprays in stores anytime soon, experts say. Available at: https://www.cnn.com/2020/04/29/politics/lysol-wipes-back-in-stores-whendisinfectant-sprays/index.html. Accessed July 9, 2020](#)
  68. The Home Depot. Ryobi One+ 18-volt lithium-ion cordless fogger/mister with 2.0 Ah battery and charger included. Available at: <https://www.homedepot.com/p/RYOBI-ONE-18-Volt-Lithium-Ion-Cordless-Fogger-Mister-with-2-0-Ah-Battery-and-Charger-Included-P2850/307244559>. Accessed July 9, 2020