



Az Elsevier 2020 januárja óta létrehozta a COVID-19 erőforrásközpontot ingyenes információkkal angolul és mandarinul a COVID-19 új koronavírusról. A COVID-19 erőforrásközpont az Elsevier Connect webhelyen található a cég nyilvános hír- és információs weboldalán.

Az Elsevier engedélyt ad arra, hogy az összes COVID-19-rel kapcsolatos a COVID-19 erőforrásközpontban elérhető kutatás - beleértve ezt a kutatási tartalmat - legyen azonnal elérhető a PubMed Centralban és más államilag finanszírozott adattárakban, mint például a WHO COVID adatbázisa jogot adva a kutatás korlátlan újra használatához és elemzéséhez bármilyen formában vagy bármilyen módon az eredeti forrás nyugtázásával. Ezt az engedélyt az Elsevier ingyenesen biztosítja, mindaddig, amíg a COVID-19 erőforrásközpont működik és aktív marad.

# Hipoklórsav: Áttekintés

Michael S. Block, DMD,\* and Brian G. Rowan, DMD, MDy

A sebésznek olcsó, elérhető, nem toxikus és praktikus fertőtlenítőszerszerrel kell rendelkeznie, amely hatékonyan fertőtleníti a COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) vírust. E cikk célja az volt, hogy áttekintse a hipoklórsav napi irodai környezetben való felhasználásának bizonyítékait. Az ajánlások összegyűjtésére alkalmazott módszer az irodalom áttekintése volt, amely bizonyítékokat tartalmaz erre a megoldásra, olyan különböző helyszíneken és iparágakban való alkalmazás során, amely eltér az orális-maxillofacialis klinikai létesítménytől. Az eredmények azt mutatják, hogy ez az anyag nagy kiszámíthatósággal felhasználható a COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) vírus elleni fertőtlenítésre.

© 2020 American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons J  
Oral Maxillofac Surg —:1.e1-1.e6, 2020

## COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) Vírus Felépítése és a Fertőzés Mechanizmusa

A 2019. évi Koronavírus-betegség (COVID-19) új vírus. Súlyos akut légzőszervi szindrómát okoz. A súlyos akut légzőszervi szindróma koronavírus 2 (SARS-CoV-2) felelős a kontakt fertőzéssel terjedő betegségért, amely 2020. május 17-ig hozzávetőlegesen 4,7 millió embert fertőzött meg.<sup>1</sup> Az egészségügyi szolgáltatóknak lehetőségekre van szükségük a vírus maguk és a betegek közötti terjedésének korlátozására és ellenőrzésére.

A COVID-19 egy burkos, pozitív egyszálú RNA vírus, amelynek átmérője közel 60-140 nm. A vírus tüskés glikoprotein S1 felülete szilárdan kötődik az angiotenzin konvertáló enzim 2 (ACE2) receptorához, amely lehetővé teszi a bejutást a gazdatestbe.<sup>2-4</sup> A COVID-19 fertőzés citokin vihart, súlyos tüdőgyulladást, szervelegteleniséget és szívkárododást okoz.<sup>5,6</sup>

Az átvitel a vírus érintéses vagy aeroszolozott terjedésével történik. A vírus terjedésének általános módja a fertőzött személy légzőszervi aeroszoljain keresztül történik.<sup>7</sup> A beszéd során az emberek több ezer orális folyadékseppet bocsátanak ki másodpercenként, amelyek a levegőben maradhatnak 8–14 percig.<sup>8</sup> A COVID-19 akár 3 órán keresztül detektálható felszíni aeroszolokban, akár 4 órán keresztül réz felületen, akár 24 órán keresztül a kartonon, és akár 2-3 napig műanyag és rozsdamentes acél felületek esetében.<sup>9,10</sup> A továbbítás

megakadályozása érdekében szükség van a COVID-19-nek potenciálisan kitett felületek fertőtlenítésére.

## Fertőtlenítőszer használata

A vírussal érintkezve a fertőtlenítőszer megváltoztatja a védőfehérje bevonatot, amely elveszíti szerkezetét és aggregátumait, és fehérje csomókat képez más vírusokkal.<sup>9,10</sup> Jelenleg az Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége számos fertőtlenítőszer ajánlott a COVID-19 ellen, ideértve a hipoklórossavat is (HOCl).<sup>11</sup> A fertőtlenítés mechanizmusa magában foglalja a mikrobák vagy vírusok sejtfalának megsemmisítését, lehetővé téve a fertőtlenítőszer számára, hogy megsemmisítse vagy inaktiválja őket.<sup>12-27</sup> Ez a cikk a HOCl-ra koncentrál.

## Hipoklórsav

Az ideális fertőtlenítő nem lehet mérgező a felülettel való érintkezés során, nem korrozív, különféle formákban hatásosnak és viszonylag olcsónak kell lennie. A HOCl lehet a választott fertőtlenítőszer a koronavírusok ellen egy orális és maxillofacialis sebészeti osztályon (OMS). A HOCl egy minden emlősben megtalálható endogén anyag, mely hatásos a mikroorganizmusok széles köre ellen. A neutrofilek, eozinofilek, mononukleáris fociták és B limfociták HOCl-t termelnek a sérülésekre és a fertőzésre adott válaszként a mitokondriális membránhoz kötődő enzim révén, ami az úgynevezett

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

yResident, 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](mailto: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.2020.06.029>

“légzésben kitörő nikotinamid adenin-dinukleotid foszfát-oxidáz”.<sup>28</sup> A HOCl szelektíven kötődik a telítetlen lipidréteghez, és ezután megzavarja a sejtek integritását. A 3 és 6 pH-értékek között az uralkodó faj a HOCl, amelynek maximális antimikrobiális tulajdonságai vannak.<sup>29,30</sup> A HOCl erős oxidálószer. Vizes oldatban H<sup>+</sup> és OCl<sup>-</sup>-re bomlik, denaturálva és aggregálva a fehérjéket.<sup>30</sup> A HOCl klórozással is elpusztítja a vírusokat, klóraminok és nitrogénközpontú gyökök kialakításával, amely egy- és kétszálú DNS-töréseket eredményez, a nukleinsavat használhatatlanná és a vírust ártalmatlanná téve.<sup>31</sup>

#### HOGYAN KÉSZÜL A HOCl?

A HOCl helyben előállítható, jódozatlan só, víz és elektrolízis kombinálásával. A HOCl helyben történő előállításához egy 1 liter vízzel töltött tartály kell, amelyhez 1 g jódozatlan só és 1 teáskanál ecetet adunk. A rendszer 50-200 ppm koncentrációt képes készíteni (amelyben az 1 ppm egyenlő 1 mg / literrel) felhasználásától függően, amelyet a műszer egy gombjának megnyomásával választanak meg. Az elektrolizált oldat 8 perc alatt elkészül, használatra készen. A paraméterek, amelyek hozzájárulnak a HOCl fertőtlenítőszer hatékonyságához, magukban foglalják az érintkezési időt és a koncentrációt.<sup>32-34</sup> Az alkalmazás módja befolyásolja a fertőtlenítés hatékonyságát is.

#### AZ OLDAT STABILITÁSA

Rossi-Fedele et al<sup>35</sup> a HOCl eltarthatóságát úgy vizsgálta, hogy napfénynek van kitéve, vagy attól védve. Amikor a HOCl oldatot napfénynek tette ki, a klór redukció a 4. napon kezdődött. Napfénytől védve, a klór redukció a 14. nap után kezdődött. A felezési idő a pH csökkenésével nő az OCl<sup>-</sup>–HOCl-hez viszonyított csökkenő aránya miatt.<sup>36</sup> Az egész egymilliomod résez (ppm) 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 van kitéve, vagy levegővel érintkezik, illetve ha az oldat hőmérséklete 25 ° C fölé emelkedik. 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 szerves ionkoncentrációkat tartalmazza.<sup>37-40</sup>

#### A VIRUCIDÁLIS MŰKÖDÉSEK SZÜKSÉGESSÉGÉRE VONATKOZÓ KONCENTRÁCIÓ

Kimutatták, hogy a HOCl számos vírust inaktívál, ideértve a koronavírusokat is, kevesebb, mint 1 perc alatt.<sup>39</sup> 200 ppm koncentrációban a HOCl hatékonyan fertőtleníti a norovírusokat és más, a bélben oldódó vírusokat hordozó semleges felületeket, 1 perces

érintkezési idő alatt. Tízszeres hígítás mellett a 20 ppm-es HOCl oldatok továbbra is hatékonyan fertőtlenítték a vírusokat hordozó környezeti felületeket, 10 perces érintkezési idő alatt.<sup>40</sup>

#### Ajánlások használatra

##### AZ AEROSZOLMÉRET FONTOSSÁGA A FERTŐTLENÍTÉSNÉL ÉS ALKALMAZÁSÁNÁL

A fogászati és orvosi területen dolgozók akik sebészeti és nagysebességű kézi eszközöket használnak vannak leginkább kitéve az aeroszolos veszélynek. Az aeroszolok 50 mm-nél kisebb átmérőjű részecskék. Az ilyen méretű részecskék elég kicsik ahhoz, hogy hosszabb ideig tartózkodjanak a levegőben, mielőtt leülepednének a környezeti felületekre vagy belépnének a légzőrendszerbe.<sup>41,42</sup> Ezen túl, egy valódi aeroszol vagy cseppeaeroszol a műtőben akár 30 percig is a levegőben lehet egy eljárás után.<sup>41</sup> A részecskéket méret szerint osztályozzák: A durva szemcsék mérete 2,5–10 mm; a finom részecskék, 0,1 mm-től kevesebb mint 2,5 mm-ig terjednek; és az ultrafinom részecskék, kevesebb, mint 0,1 mm-ek. Az orr általában 10 mm-nél nagyobb levegőrészecskéket szűr. Ha egy részecske 10 mm-nél kisebb, akkor bejuthat a légzőrendszerbe. Ha kisebb, mint 2,5 mm, bejuthat az alveolusokba. Egy 0,1 mm-nél kisebb részecske vagy egy ultrafinom részecske, mint például a COVID-19 vírus, bejuthat a véráramba vagy megcélozhatja a tüdőt. Sotiriou et al<sup>42</sup> kimutatta, hogy a fogászati fűrészi eljárások során keletkező kis részecskék (<0,5 mm) koncentrációi sokkal magasabbak voltak, mint a nagyobb részecskék (> 1 mm) koncentrációi. A nem műtői eljárások során az ultrahanggal és a hanggal történő transzmisszió a legmagasabb a részecskék transzmissziója, amelyet a levegő polírozás, a levegő-víz fecskendő és a nagysebességű kézi eszközök aeroszolizálása követ.<sup>43</sup> Az egyik tanulmány azt találta, hogy az ultrahangos műszerek 100 000 mérföld / láb sebességgel tudnak továbbterjedni <sup>3</sup> akár 6 láb hosszúságú aeroszol terjedéssel és nem megfelelő levegőáram esetén a mikrobák bárhol megmaradnak 35 perctől akár 17 órán át.<sup>44</sup>

##### SZÁJÖBLÍTÉS

Ha a HOCl-t szájjöblítőként használják, akkor feltételezhető, hogy az öblítés egy részét lenyelik. A HOCl bevitelének szisztémás és gastrointestinalis hatásait szájvízben való felhasználásának szempontjából egy állatkísérletben értékelték.<sup>45</sup> Tizenhét egernek ivóvízként szabad hozzáférése volt a HOCl-vízhez. Nem észleltek abnormális leleteket a szájüreg szemrevételezésekor, a kórszöveti vizsgálatokban vagy a felületi zománc érdességének mérésében, amelyek nem mutattak szisztémás hatást.

**EGYÉB FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK****Szemészet**

A HOCl-t a blefaritis kezelésére használják azáltal, hogy csökkentik a baktériumok terhelését a perocularis bőr felületén. 20 perccel azután, hogy 100 ppm-nél HOCl-tartalmú sós higiéniai oldatot alkalmaztunk, a sztafilokokkusz elterjedése több mint 99% -kal csökkent.<sup>46</sup>

**Biofilm**

A HOCl hatásos lehet a biofilmvel szennyezett implantátum felületek tisztítására. A HOCl a nátrium-hipoklorittal és a klórhexidinnel összehasonlítva, szignifikánsan csökkentette a *Porphyromonas gingivalis* lipopoliszacharid-koncentrációját és a szájzsövet is jól tolerálta.<sup>47</sup> A HOCl jelentősen csökkentette a fogkeféken található baktériumokat; hatékony volt szájvízként és fogkefe fertőtlenítésként.<sup>48</sup>

**Sebkezelés**

Az intraperitoneális sebkezelés klinikai vizsgálatában a pácienseket a peritoneális üreg 100 ppm HOCl-val történő mosásával és a seb 200 ppm-rel mosásával kezelték.<sup>49</sup> Káros hatás nem volt megfigyelhető. Kimutatták, hogy a HOCl hatékonyan csökkenti a sebbaktériumok számát a nyitott sebeken.<sup>50</sup> Egy ultrahangos rendszer öntözési oldatában a HOCl 4-6 loggal csökkentette a baktériumok számát. A végleges gyógyulás időpontjáig a sóoldattal öntözött kontroll sebeknél a baktériumok száma visszatért  $10^5$ -re, de a HOCl-val öntözött sebeknél  $10^2$  vagy alacsonyabb maradt. A műtét utáni bezáródás kudarcra a sós oldattal kezelt betegek csoportjában több mint 80% -nál fordult elő, szemben a HOCl-csoport 25% -ával.

**Kézfertőtlenítés**

A kézi antiszeptikumok alkoholalapú vagy alkoholmentes alapú, antibiotikus vegyületeket tartalmazó anyagok.<sup>51</sup> A klór alapú fertőtlenítők 50–100 ppm koncentrációban hatásosak baktériumok és vírusok ellen.<sup>52</sup> A kifejezetten a kézi fertőtlenítőkhöz használt HOCl 100-200 ppm erősségnél hatásos.<sup>53,54</sup>

**Felületfertőtlenítés**

Egy tanulmány a járóbeteg műtéti központok fertőtlenítését vizsgálta HOCl segítségével. A HOCl-os tisztítás és fertőtlenítés után a vizsgálat helyiségekben szignifikánsan alacsonyabb volt a baktériumok száma, mint azokban a helyiségekben, ahol a standard tisztítást és fertőtlenítést végezték.

**HOCl alkalmazása permetezővel vagy ködgéppel**

A ködképző oldatot készít, és kicsi, ideális esetben 20 mm-nél kisebb méretű aeroszol-ködöt hoz létre egy terület fertőtlenítésére. A HOCl köd nagyon hatékony a felületek mikrobiális fertőtlenítésében. A

ködképződés folyamata megváltoztathatja a fertőtlenítőszer fizikai és kémiai tulajdonságait. Megállapítható, hogy a ködképzés kb. 70% -kal csökkenti az AFC-koncentrációt, és kb. 1,3-szorosra növeli a pH-t, kissé lúgosabbá téve az oldatot; valószínűsíthető, hogy a klórvesztés a klórgáz elpárologtatásából adódik.<sup>56,57</sup> Mivel a hipoklóros köd tulajdonságainak változásai kiszámíthatók, az oldat koncentrációjának és pH-jának a köd előtti beállítása lehetővé teszi a koncentráció szintjének a kívánt tartományba történő szabályozását a patogének inaktiválására a ködképzés után.<sup>40</sup> A megfelelő koncentrációk használatakor egy vizsgálat 3-5 log<sub>10</sub> csökkenést talált az összes vizsgált vírus fertőzőképességének és RNS-titerének függőleges és vízszintes felületein egyaránt, ami arra utal, hogy a ködképzés hatékony módszer a vírusok felszínén történő csökkentésére.<sup>40,58</sup>

Úgy tűnik, hogy a HOCl-oldatok 50 ppm feletti koncentrációi virucid hatásúak. A HOCl-t alacsony patogenitású madárinfluenza-vírus (AIV), H7N1 alapján értékelték ki.<sup>59</sup> A HOCl oldatok 50-, 100- és 200 ppm klórt tartalmaztak pH 6-nál. A HOCl-nal végzett permetezés az AIV-titert 5 másodpercen belül meghatározhatatlan szintre ( $<2.5 \log_{10} \text{TCID}_{50}/\text{ml}$ ) csökkentette, - az 50 ppm-es oldat kivételével - 30 cm távolságból permetezve. 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 szükséges. Ezek az adatok arra utalnak, hogy a HOCl permet formájában felhasználható az AIV inaktiválására.<sup>59,60</sup> Amikor az aerosolt nem közvetlenül a beoltott felületre permetezték, akkor kevesebb oldatnak volt esélye arra, hogy érintkezésbe kerüljön az AIV-vel. Ebben az esetben legalább 10 perces behatási idő szükséges a hatékonyság eléréséhez.<sup>61</sup>

A permetezőgép kisebb részecskék előállítására való képessége elősegítheti az oldat molekuláinak hosszabb ideig a levegőben maradását, az alacsony lerakódási sebességük miatt. Ez növeli a hatóanyag esélyét a kórokozókval való érintkezésre és azok inaktiválására. Tehát, az alkalmazott ködképző aeroszol mérete legyen kisebb, mint 20 mm.<sup>62</sup>

**Értekezés**

A koronavírus-járvány világszerte hatalmas egészségügyi ellátási és gazdasági zavart okozott. A hatékony vírusellenes gyógyszer vagy jóváhagyott vakcina jelenlegi hiánya azt jelenti, hogy a COVID-19 ellensúlyozásához hatékony megelőző intézkedések bevezetése szükséges. Az orális és maxillofacialis sebészek magas kockázatú szolgáltatók, akik a betegek számára szükséges ellátást nyújtanak. Mivel egyre több OMS és műtő nyit újra az Egyesült Államokban

és másutt a világban, szükséges csökkenteni a COVID-19 átvitelének kockázatát a betegek és az ellátók között. Széles körben úgy gondolják, hogy megfelelő szűrés és diszkréció, valamint megfelelő személyi védőeszközök használata mellett alacsony a valószínűsége a fertőzésnek. Ezen cikk célja információkkal szolgálni a fertőtlenítésről klinikai környezetében a HOCl, - egy viszonylag olcsó, nem toxikus, nem korrozív és jól megvizsgált vegyület - felhasználásával.

Számos iparágban felhasználgják a HOCl-t, a gazdálkodástól és az éttermektől kezdve, az ételeket illetően, az egészségügyi alkalmazásokig, beleértve a krónikus sebkezelést és a fertőtlenítést is.<sup>34,36,43,45,46,63</sup>

A HOCl folyadék alapú fertőtlenítőszerként történő felhasználása mellett a hipoklóros gőzzel történő ködképzés virucid aktivitást mutatott számos vírus és baktérium ellen.<sup>40,56,57</sup> Ez potenciálisan előnyös a nagy terek, például az orvosi és fogorvosi rendelők fertőtlenítésében, ahol az aeroszolok hosszabb ideig levegőben lehetnek.<sup>42,44,64</sup> A szemcseméret szempontjából az orális-maxillofacialis sebészek kissé alacsonyabb kockázatnak vannak kitéve, mint fogorvos társaik, mivel az ultrahangos méretezés és a nagysebességű kézi eszközök kisebb, a levegőben hosszabb ideig megmaradó részecskéket hoznak létre.<sup>42</sup> Mindazonáltal, a a műtéti kézi eszközök továbbra is aeroszolókat hoznak létre. Ezenkívül a COVID-19 vírus akár napokig is jelen lehet bizonyos felületeken, így a műtők teljes felületének fertőtlenítése fontos az átvitel csökkentése érdekében.<sup>9,10</sup>

A HOCl számos tulajdonsága hozzájárul ahhoz, hogy miért lehet ez a választott fertőtlenítőszer az OMS ellátásban. Bár a HOCl eltarthatósági ideje viszonylag rövid, ideális körülmények között akár 2 hétig is hatásos.<sup>25</sup> (Az Ecowian Higién+99 formula megoldás a 6 hónapos eltarthatóságra. End.) Ez a helyszínen olcsón elkészíthető. Egy gallonnyi HOCl megvásárolható a gyártótól, de sokkal gazdaságosabb, ha az orális és maxillofacialis sebész állítja elő az oldatot.<sup>65</sup> Számos olyan HOCl-rendszer áll rendelkezésre, amelyek 275 dollárnál is olcsóbb.<sup>66</sup> A jódozatlan só, víz és elektromosság kombinálásával<sup>33</sup> 1 liter HOCl 8 perc alatt előállítható és a folyamat naponta többször is megismételhető. Összehasonlításképpen: egy kvaterner ammóniumvegyületet tartalmazó, hagyományos fertőtlenítő törlőkendő csomag 4 dollár és 15 dollár között mozog, ha egy csomag 80 kendőt tartalmaz. Ezek a törlők csak egy-két napig tartanak ki, az iroda méretétől és a tisztítandó területtől függően. Ezek a termékek hiánycikkek lehetnek, ami megnehezíti azok beszerzését is.<sup>67</sup>

A HOCl fertőtlenítő törlőkendő formájában történő felhasználása mellett a ködgépes használata is gazdaságos módszer egy nagy műtőszoba vagy terület fertőtlenítésére, ha műtét során aeroszolókat állítanak elő. A ködképző vagy párasító gépek kézi gépek, és megfizethető áron megvásárolhatók.<sup>68</sup> Az

aeroszol köd ideális esetben 20 mm-nél kisebb, hogy a területet maximálisan fertőtlenítsse.

Fontos megjegyezni, hogy a ködképződés folyamata megváltoztathatja a fertőtlenítőszer fizikai és kémiai tulajdonságait, hígabbá és lúgosabbá téve azt. Mint korábban említettük, az AFC koncentráció körülbelül 70% -kal csökkenthető, és a pH körülbelül 1.3-gyel emelkedhet.<sup>40</sup> Annak érdekében, hogy a gőz olyan hatékony legyen, mint egy 100 ppm HOCl-ot tartalmazó oldat, az oldatot töményíteni kell. A finom köd az üres műtési szobában hagyható anélkül, hogy ártalmas kémiai hatása lenne; ezt követően a felületek néhány perc múlva tisztára és szárazra törölhetőek, egy hígabb oldat esetén 10 perc behatási idő után.

A HOCl az egyik olyan fertőtlenítőszer, amely megfelelő személyi védőfelszereléssel, szűrővel és társadalmi távolság tartással, kézmosással és nagy erejű levegő kiszívással hozzájárulhat a COVID-19 terjedésének csökkentéséhez a járóbeteg-OMS környezetben. Az ideális fertőtlenítőszer sok kívánt hatását magában foglalja: könnyen használható, olcsó, jó biztonsági profilú, és nagy területek gyors fertőtlenítésére használható, széleskörű baktériumölő és virucid hatású.

## 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 Nat 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 SARS-CoV-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 healthcare-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 super-oxidised water. *Br Dent J* 210:E23, 2011
36. Nowell LH, Hoigne J: Photolysis of aqueous chlorine at sunlight and ultraviolet wavelengths—I. Degradation rates. *Water Res* 26:593, 1992
37. Rutala WA, 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. Park GW, Boston DM, Kase JA, et al: Evaluation of liquid- and fog-based 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-w-hypochlorous-acid-gallon?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. Diaz D, 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-when-disinfectant-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