

Szakértői vélemény

„Hipoklórossav alapú HIGÉN+99 alkalmazása párakapukban és a légtérfertőtlenítés során történő felhasználásra”

BEVEZETŐ

A hipoklórossav (HOCl), mint fertőtlenítő szer, óriási karriert futott be az utóbbi években. A klór alapú fertőtlenítőszernek közül, talán ez a **legbiztonságosabb az ember számára**, mivel megtalálható az emberi szervezet fehér vérszerejében /1,2/, hosszú évek óta biztonságos sebkezelő megoldásként használják /1,3/ és még a WHO is ajánlja /4/. Az EU-ban is engedélyezett és forgalomban található többféle hidrogén és HOCl oldat a sebek kezelésére, amelyekben a hatóanyag az elektrokémiai előállított hipoklórossav (HOCl) /4.1-4.5 /. Ezek a szerek **széles spektrumú hatással bírnak**, megsemmisítik a baktériumokat, élesztőgombákat, vírusokat, spórákat, biztonságosak - **nem károsítják az egészséges szövetet**, nem toxikusak, nem irritálják a bőrt, a szemet, sem a légutakat.

A **2020-s évben** a hipoklórossav alapú fertőtlenítőszernek közül számos felkerült az USA EPA által kiadott **N típusú listájára**, amely a **SARS-CoV-2 (COVID-19) elleni szereket tartalmazza** /5/. A fenti adatokat csak azért említem, hogy a nem szakmai olvasó is megértse, a hipoklórossav alapú anyagok, mennyire fontosak az emberek számára.

Magyarországon a hipoklórossav alapú fertőtlenítőszernek között vezető helyet foglal el az **ECOWIAN** Magyarország Kft. és a C.S.G Kft. által gyártott **HIGÉN+99** /6/. A gyártó és forgalmazó által megadott adatok szerint a HIGÉN+99 klorid tartalmú oldatból elektrolízissel előállított hipoklórossav oldat. A HIGÉN+99 engedélyezett van a hatóságoknál. Laboratóriumi mérések alapján bizonyított, hogy elpusztítja a vírusokat, baktériumokat, gombákat, a penészt és az algákat. Például ezeket: HIV, H1N1, Influenza, Ebola, Zika, Pseudomonas, Legionella, Salmonella, Listeria, Staphylococcus aureus stb.

Főbb felhasználási területei a HIGÉN+99-nek, a felületek fertőtlenítése és kezelésére irányulnak. Viszont már a felület kezelésekor történő kipermetezéskor az aktív anyag egy része a levegőben marad aeroszolok formájában. Ez felveti a kérdést: nem veszélyes-e ez a felhasználó személyzetre?

Másik ok, amiért a fenti kérdés megválaszolása nagyon fontos:

Az utóbbi években nyáron elterjedtek a **párásító-kapuvál történő** hűsítő kezelések. A COVID járványnak köszönhetően, a párásító **kapukat fertőtlenítő beléptetésre is elkezdtek használni** az intézmények bejáratánál, illetve különböző objektumok légtereit is párásítják fertőtlenítési céllal.

A párásító kapukban alkalmazott vizeket fertőtlenítőszer adagolásával kell mentesíteni a baktériumoktól és vírusoktól, hogy ne okozzanak fertőzést a felhasználóknál. Erre a célra, minimális mennyiségű fertőtlenítőszer kell a tartályba bevinni. Amennyiben a párásítás célja a fertőzések megelőzése a ruhákon, testen, vírusok kiiktatása, akkor igyekezni kell a maximális fertőtlenítőszer koncentráció elérésére.

Tehát egyik oldalról növelni kellene a párásítóban alkalmazott fertőtlenítőszer koncentrációját, úgy az időt, amit a ködben kell eltölteni (**expozíció növelés**), hogy a maximális fertőtlenítő hatást érhesék el, de ugyanakkor nem szabad kitenni az embereket veszélynek, a fertőtlenítőszer felületre vagy tüdőbe való kerülésével.

A jelenlegi jogszabályok egyértelműen fogalmazznak az ivóvíz, medencevíz klóros kezelése estében. Viszont olyan esetekben, mint a felületekre kivitt fertőtlenítőszeres párolgásából a levegőbe kerülő szerek koncentrációs határai vagy a ködösítő eszközökkel kivitt fertőtlenítőszeres betartandó koncentrációs határok, nincsenek egyértelműen meghatározva.

Jelen szakvélemény célja, az irodalomban elérhető tudományos információk alapján kidolgozni azokat a logikus elveket és számítási folyamatokat, amelynek alapján behatárolható a hipoklórossav **maximális koncentrációinak** a szintje a levegőben, amely még nem okoz kárt az emberi szervezetben.

1. Miért olyan hatásos a Hipoklórossav mint fertőtlenítőszer?

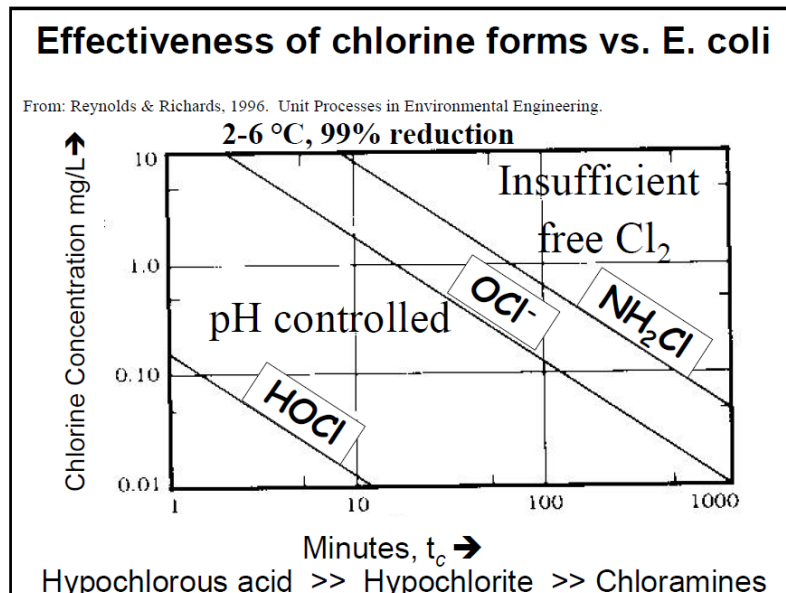
A hipoklórossav fertőtlenítő tulajdonságait még azelőtt felismerték, hogy a vizes klórt az I. világháborúban traumatikus sebfertőzés elleni szerként széles körben alkalmazták /7/, és későbbi alkalmazásokat fejlesztettek ki környezeti higiénia és terápiás célokra gangréna, diftéria és skarlát ellen.

Az 1940-es évekre a savasított hipoklorit **aeroszolos oldatait** alkalmazták a londoni kórházakban a kórokozók levegőben történő terjedése elleni fertőzés-ellenes intézkedésként, egyértelműen megértve a HOCl hozzájárulását a megfigyelt eredményekhez.

Évtizedekkel később (múlt század 70s éveiben) jött a felfedezés, hogy a **HOCl természetesen képződik** az aktivált **emberi neutrofilekben és más szöveti rezidens fagocitákban**.

Ennek oka a peroxidokra és citoplazmatikus klónokra adott myeloperoxidase (MPO) aktivitás az „oxidatív robbantás” ideje alatt, amelyet a fagocita aktiválás vált ki /7/. A fiziológiásán előállított HOCl rövid élettartamú, mivel az erősen reakcióképes vegyület gyorsan átalakul oxidációs és halogénezési reakciókkal. Kísérletileg becslések szerint 10^6 stimulált neutrofil képes $0,1 \mu\text{M}$ HOCl-t termelni a szervezetben. Ez a HOCl mennyiség kevesebb, mint 5 perc alatt képes $1,5 \times 10^7$ Escherichia colit elpusztítani.

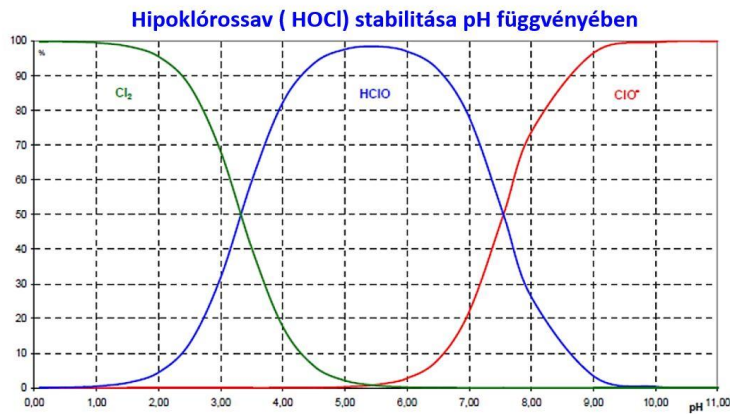
A molekuláris hipoklórossav (HOCl) 80-100-szor hatékonyabb és gyorsabban pusztítja el a mikroorganizmusokat, mint a hipoklorit-ionok (OCl^-) /8/. Alább egy példa az összehasonlításról.



Mint láthatjuk, a HOCl képes legkisebb időtartalom alatt és legalacsonyabb aktív anyag koncentráció mellett elpusztítani az E-coli baktériumokat. A 99%-s koncentráció csökkenéshez elegendő $0,01 \text{ mg/l}$ HOCl és 10 perc, vagy 1 perc $0,2 \text{ mg/l}$ HOCl esetében. Itt csak megjegyzem, hogy a HIGÉN+99 koncentrációja a háztartási fertőtlenítőszerekben 35 mg/l (ppm), vagyis az E-colit ilyen koncentráció mellett az HOCl egy másodperc tört része alatt elpusztítja.

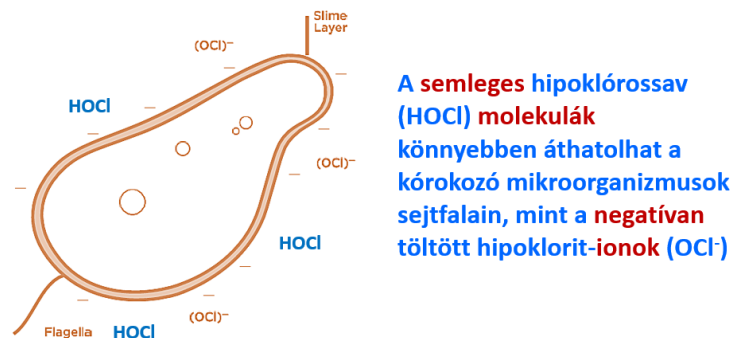
Miért 100x hatékonyabb a molekuláris HOCl mint az ionos felépítésű hipoklorit ion?

Egyik ok az, hogy ha a pH érték közel semleges, akkor az oldott hipoklorit ionok (ClO^-) nagyobb része **molekuláris** (nem hordoz töltést, mint az ionok) formában (HOCl) van.



A hipoklórossav (HOCl), amely elektromosan semleges, és a hipoklorit ionok (OCl⁻), amelyek negatív töltést hordoznak, alkotják a **szabad klórt** az oldatban pH=5 és pH=9 között (ábra). Lényegében, **a szabad klór határozza meg a fertőtlenítés hatását**, de mindkét anyag viselkedése nagyon eltérő.

A kórokozó mikroorganizmusok sejtfa **természetüknél fogva negatív töltésű**. A hipoklorit-ion (OCl⁻) negatív töltését taszítja a kórokozó mikroorganizmus sejtfalának negatív töltése, ezzel gyengítve a fertőtlenítő hatásfokát. A semleges töltésű hipoklórossav (HOCl) molekula sokkal könnyebben kerül a sejtfal közelébe és emiatt könnyen behatolhat a kórokozó mikroorganizmus sejtfalába, ezzel növelve a fertőtlenítő szer hatásfokát.



Tehát, a hipoklórossav alapú fertőtlenítő szerek esetében, mint amilyen a HIGÉN+99 is, nagyon fontos az oldat pH értéke.

Nagy előnye a HOCl alapú fertőtlenítő szereknek, az, hogy 10-500 ppm, vagyis 0,001-0,05% elegendő belőlük a fertőtlenítő hatás elérésére, amikor a hipó alapú lúgos oldatok legalább 5% körüli NaClO tartalmazznak, ami 50 000 ppm!

Tehát fizikailag is legalább 100-szor kevesebb anyagot kell előállítani, ami sokszorosán csökkenti a technológia ökológiai lábnyomát!

Fontosnak tartom azt is megjegyezni, hogy kevés csak a koncentrációját megadni (ppm-ben vagy mg/l-ben) a klórtartalmú fertőtlenítőszernek, nagyon fontos még hogy az oldat pH értéke 4,0 - 7,0 pH zónában legyen, ahol legmagasabb az HOCl arány a közegben és maximális a fertőtlenítésnek a határfoka.

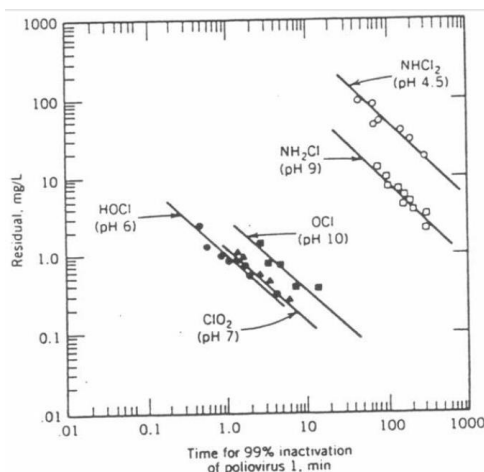
2. A fertőtlenítő hatás mérése.

A mikroorganizmusok fertőtlenítő szerekkel történő inaktíválására vonatkozó vizsgálatok azt mutatják, hogy a **fertőtlenítőszer koncentrációja (C)** és az **érintkezési idő (T)** a két legfontosabb változó, amely meghatározza a fertőtlenítés hatékonyságát /9, 10/. Igazából a két paraméter szorzata **C x T** az, ami számunkra fontos.

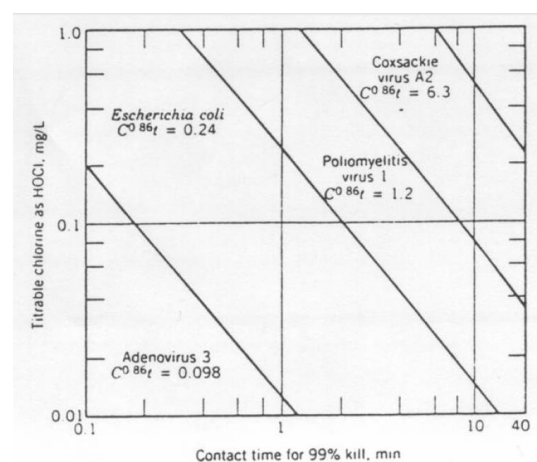
A modell egyenlete:

$$\log(N/N_0) = -kCT,$$

ahol, **N₀** a mikroorganizmusok kezdeti száma, **N** a túlélő mikroorganizmusok száma, **T** az érintkezés ideje, **C** a fertőtlenítőszer koncentrációja, és **k** a mikroorganizmus letalitási együtthatója (inaktivációs sebességi állandó). A **k** függ, mint a mikroorganizmus típusától, és a fertőtlenítő szer típusától is / 11/.



Source: Scarpino et. al., 1977 in JMM Book



Source: Berg, 1964 in JMM Book

Mennél alacsonyabb a CT érték, annál hatásosabb a fertőtlenítőszer.

Nagyon fontos még az is, hogy a fertőtlenítőszer hány nagyságrenddel képes csökkenteni a mikroorganizmusok koncentrációját. Ezt az értéket általában „log10” értékben szokták feltüntetni.

Tudni kell, hogy 1 log10 = 90% csökkentésnek felel meg, 2log10 = 99% csökkenés, 3log10=99,9% és 4log10= 99,99%.

A gyakorlatban, nem végeznek precíziós CT méréseket, mert ez nagyon munkaigényes (különböző fertőtlenítőszer koncentrációnál kellene időfüggvényben mérni a csökkenés ütemét, majd több adat összevetéséből megállapítani a CT értéket).

Az ellenőrző laborokban a jelenleg elfogadott szabványoknak megfelelően egy adott ideig tartják a fertőtlenítőszerrel a baktériumokkal, vagy gombákkal, vagy vírusokkal és megméri a telepszámot (CFU/ml) a kísérlet előtt és után. Ezeknek az adatoknak az alapján kiszámítják a csökkenés mértékét (R). Ha a szer baktericid aktivitással bír, akkor $R \geq 5$, ha csak fungicid aktivitással, akkor az $R \geq 4$.

Az alábbi ábrán a HIGÉN+99 egyik bevizsgálási eredményét mutatjuk.

Szerkoncentráció: közvetlen
Hőmérséklet: környezeti
Hatásidő: 30 másodperc

Teszt törzsek	Kontroll élő csiraszám (CFU/ml) 48h	Fertőtlenítés utáni élő csiraszám (CFU/ml) 48h	R 48h
Staphylococcus aureus ATCC65398	$1,4 \times 10^8$	$<1,0 \times 10^1$	$>10^5$
Pseudomonas aeruginosa ATCC15442	$2,2 \times 10^7$	$<1,0 \times 10^1$	$>10^5$
Escherichia coli ATCC 10536	$2,1 \times 10^8$	$<1,0 \times 10^1$	$>10^5$
Enterococcus hirae ATCC 10541	$1,5 \times 10^8$	$<1,0 \times 10^1$	$>10^5$
Candida albicans ATCC 10231	$1,3 \times 10^7$	$<1,0 \times 10^1$	$>10^4$
Aspergillus niger ATCC16404	$1,3 \times 10^7$	$<1,0 \times 10^1$	$>10^4$

A fertőtlenítő hatás függ a hőmérséklettől is. Az alábbi táblázatban, különböző CT értékeket mértek, más-más hőfokon és 2, 3, 4 Log10 értéknél.

Virus inactivation by Chlorine

CT VALUES FOR INACTIVATION OF VIRUSES BY FREE CHLORINE

Temperature (°C)	Log Inactivation					
	2		3		4	
	pH		pH		pH	
	6 to 9	10	6 to 9	10	6 to 9	10
0.5	6	45	9	66	12	90
5	4	30	6	44	8	60
10	3	22	4	33	6	45
15	2	15	3	22	4	30
20	1	11	2	16	3	22
25	1	7	1	11	2	15

4 Log = 99.99% kill

A klórral telített víz pH= 6 értéknél már hipoklórossav és hipoklorit ionok keverékének felel meg. A pH=10-nél viszont már csak az ionos formában lévő hipoklorit van az oldatban és csökken is az aktivitása a keveréknek. Alacsony hőfokon a fertőtlenítés sebessége is csökken.

Mint látjuk a táblázatból, a hipoklórossav esetében (pH=6) a CT értékek nagyon alacsonyak, vagyis nagyon hatásosan likvidálja a vírusokat. Hasonlóan viselkedik a **HIGÉN+99**, mivel a hatóanyaga 100% -os, stabilizált HOCl (hipoklórossav).

3. Miért alkalmas a HIGÉN+99 a Safe Gate fertőtlenítőkapu és egyéb párapukban való felhasználásra, illetve zárt légtér fertőtlenítésére?

A párapukát és különböző ködösítő, párasító eszközöket gyakran használják fertőtlenítőszer nagy térfogatba történő kivitele esetében / 12 - 19/. Ha a cél **eszközök (nem élőlények)** kezelése, nem gond az engedélyezett fertőtlenítő vegyszerek alkalmazása sem, a kezelők védelmét biztosító megfelelő védőöltözet alkalmazásával. De azért itt is felmerül a kérdés, hogy a javasolt 30 perces kezelés utáni időben, a **maradék fertőtlenítőszer gőzök milyen hatással lesznek a területen dolgozó emberekre.**

A **párapukakon** áthaladó emberek néhány másodpercig a fertőtlenítőszer ködben vannak, belelegezhetik azokat, arcuk kézfejük és más csupasz testrészükre is kerül a fertőtlenítőszerből. Tehát itt nagyon fontos, **milyen típusú fertőtlenítőt** alkalmaznak.

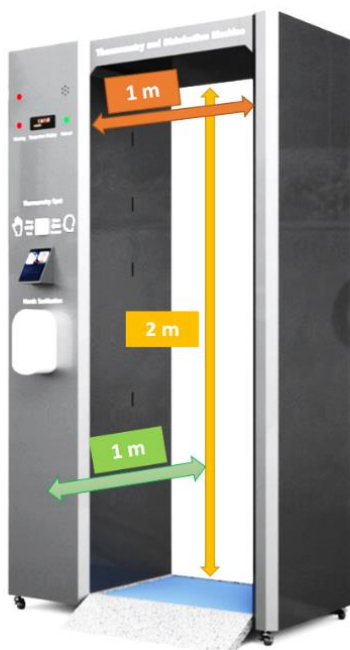
Fertőtlenítőszer Link	Fertőtlenítőszer hatóanyaga, koncentráció	pH érték	Megjegyzés
CITY FORM /13/	Ezüst és réz nanorészecskék	Nincs információ	Nincs az összetevőkről információ
NOCOLYSE/NOCOSPRAY /14/	12% hidrogén peroxid	Nincs információ	Kezelés után gyorsan lebomlik
HOLIMEX /15/	Hidrogén peroxid	Nincs információ	Kezelés után gyorsan lebomlik
SANI-GATE System. /18/	Aktív klór 350mg/l	pH semleges	Elektrolízissel előállított anolit oldat
SteriClean Industry. /19/	Klórszagú folyadék, ami nátrium-hipoklorit , hidrogén-peroxid, klór-dioxid és ózon hatóanyagot tartalmaz	pH=3	Elektrolízissel előállított savas anolit oldat
HIGÉN+99 /20/	Nátrium-kloridból elektrolízissel előállított aktív klór. Aktív klór: minimum 35 mg/100 ml (0,035 %)	pH=6-8	Elektrolízissel előállított semleges hipoklórossav tartalmú oldat

A fenti táblázatban látható erős vegyszereket és a Higén+99-et a száraz köd előállítására vagy párapapus kezelésre szokták alkalmazni. A táblázatból jól láthatjuk, hogy teljesen különböző típusú anyagokat permeteznek a levegőbe. Számunkra a jelen tanulmányban **csak a hipoklórossav alapú, pH semleges anyagot a Higén+99-et vizsgáljuk.**

Sajnos a felhasználók nem adnak számítási módszereket a párapapunál keletkező térfogat koncentrációk kiszámítására, ezért mi a saját logikánk szerint elvégeztük a becsléseket.

3.1 Párásító kapu számítások: Térfogat számítás

A megfelelő számítások elvégzésére szükségünk van konkrét modell adatokra. Számításaink alapjául a **Safe-Gate Kft. által biztosított és forgalmazott fertőtlenítő kapun elvégzett tesztekben** alkalmazott mennyiségi és koncentrációs adatokat használtuk /22/. Az alább leírt elvek alapján más kapukra és más koncentráció értékekre is meglehet becsülni a fertőtlenítő köd hatását az emberekre.



Térfogat számítás.

Azt vettük alapul, hogy a kipermetezett aeroszol egy 1m széles, 2 m magas és 1m mélységig terjed el a levegőben, vagyis a behatárolt térfogat 2 m^3 .

Kipermetezett fertőtlenítőszer adatai:

Az injektálási impulzus **5 mp**, ezalatt kb. **5,55 ml** oldat jut az áthaladó személy környezetébe (vagyis ebbe a 2 m^3 -be).

Az oldatban lévő hipoklórossav koncentráció **50ppm=50mg/l = 0,050mg/ml**.

Öt másodpercenként $5,55 \text{ ml} \times 0,05 \text{ mg/ml} = 0,28 \text{ mg HOCl}$ kerül a levegőbe. Ha ez a mennyiség 2 m^3 -ben oszlik szét, akkor a levegőben lévő hipoklórossav koncentráció csak **$0,14 \text{ mg/m}^3$** .

(Az illusztráción a Safa Gate fertőtlenítő kapu látható)

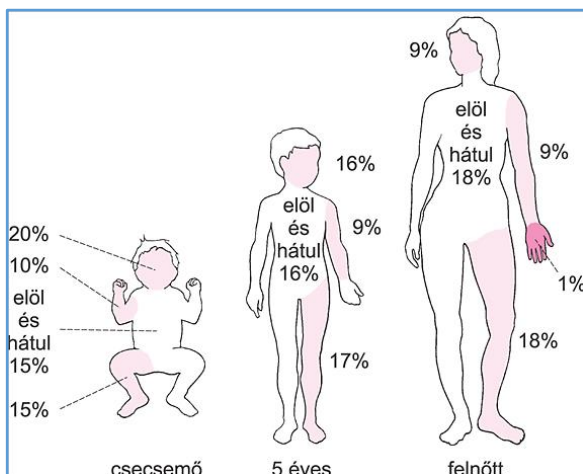
3.2 Párásító kapu számítások: Testrészek felületi terhelésének számítása

A számításokhoz, szükségünk van a testrészek felületének az adataira.

A statisztikai adatok alapján, Magyarországon a 16 éves és idősebb népességben belül a **férfiak átlagos magassága 176 centiméter, a nőké 164 centiméter**, a férfiak átlagos testsúlya **83 kilogramm, míg a nőké 69 kilogramm** volt 2017-ben /23/.

Ezekből az adatokból a **testfelület kalkulátor /24/** segítségével megkapjuk, hogy a **nők átlag testfelülete 1,77 m² a férfiaké 2,0 m².**

Ha meg akarjuk határozni egyes testrészeink kitettségét az aeroszolok hatásának, tudnunk kell a testrészeink felületét. Ez változó érték, de alkalmazhatjuk a **sebészetben az égési sebek méretének meghatározására alkalmazott arányok eloszlását /25/**. Az alábbi ábrán lévő számok és az átlag felület értékéből, már kiszámíthatjuk, milyen felületű testrészünk van kitéve az aeroszolnak.



Sziluett felület kalkulálása.

Ha egy átlagos felnőttel kalkulálunk és a célunk a maximális felületi terhelés becslése, akkor vegyük figyelembe az alábbi részeket:

Fej – 9%

2 kéz - 2x 9%=18%

Mivel a láb teljes részére nem kerülhet aeroszol, használjuk csak 1 láb területét, ami 18%.

Az így kapott felület az egész testfelület 45%.

Ez egy maximálisan **túlbecsült érték**, mert a párásító kapuban általában felöltözött emberek mozognak, és a testük nagy részét ruha fedi. Itt a koncentrációk felső határának a becslését alkalmazhatjuk.

Ha sziluett felületre (2D nem 3D) szeretnénk átvinni ezeket az értékeket, a térfogat geometriából az következik, (például egy henger esetében) hogy a felület aránya a sziluett képhez viszonyítva egyenlő a $\pi=3,14$ értékkel. Vagyis a kapott 45% elosztjuk 3,14-l és a sziluett kép felülete az egész test 14,3%-t teszi ki.

A fenti számok használatával egy **nő esetében:**

Aeroszolnak kitett test felülete: $1,77 \text{ m}^2 \times 0,45 = 0,8 \text{ m}^2$

Sziluett felület, amely kitett az aeroszolnak: $1,77 \text{ m}^2 \times 0,143 = 0,25 \text{ m}^2$

Ha a felső határ becsléséhez biztonsági okból csökkentjük a behatási térfogatot 1 m³-re, és csak azt vesszük alapul, hogy 1 m³ levegőben oszlódik szét az HOCl ezalatt az idő alatt, ebben az esetben is a maximális koncentráció nem magasabb, mint 0,28 mg/m³.

A fenti számok használatával egy **férfi esetében:**

Aeroszolnak kitett test felülete: $2,0 \text{ m}^2 \times 0,45 = 0,9 \text{ m}^2$

Sziluett felület, amely kitett az aeroszolnak: $2,0 \text{ m}^2 \times 0,143 = 0,29 \text{ m}^2$

Felületi terhelés kiszámításához, szükségünk van megbecsülni, mennyi hipoklórossav kerülhet a testünkre.

Maximális megközelítés.

Egy személy 5 másodpercig tartózkodik a párasító kapuban. Ezalatt az idő alatt **0,28 mg HOCl** kerül a levegőbe.

Ha ez az egész mennyiség a testünkre kerülne, akkor a maximális felületi koncentráció az alábbi módon alakulna:

Nők esetében: $0,28 \text{ mg} / 0,8 \text{ m}^2 = 0,35 \text{ mg/m}^2$.

Férfiak esetében: $0,28 \text{ mg} / 0,9 \text{ m}^2 = 0,31 \text{ mg/m}^2$.

Megjegyzem, ezek a **fenti számok sokszorosán túlzóak**, mivel fizikailag lehetetlen az egész aeroszol mennyiséget a szabad bőrfelületre irányítani 5 másodperces kitettség alatt. Az aeroszolok egy része a ruhára kerül, másik része kikerül a szobába és csak kisebb része csapódik ki a testen, bőrünk felületére. Megpróbáljuk ezt megbecsülni a sziluett megközelítéssel.

Sziluett megközelítés.

Fogadjuk el, hogy a párasító kapuban a hipoklórossav térfogat koncentrációja $0,28 \text{ mg/m}^3$, ahogy a fentiekben már behatároltuk és ez az egész mennyiség egy $2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ köb térfogatában van.

Képzeljük el, hogy **egy emberi manöken sziluettjét** (mondjuk kartonból kivágva) átviszünk a kapun 5 másodperc alatt.

Feltételezzük, hogy ezalatt a mozgás alatt, **minden csepp aeroszol**, ami a sziluett útjába kerül, a papír felületén kicsapódik és meg lesz mérve (mi esetünkben, kiszámítva).

Tehát a manöken sziluett áthaladva a párapapun, egy bizonyos térfogatnyi **aeroszolos levegőt mozgat meg**, ami a szabad testi felületre vetítve:

Nők esetében: felület $\times 0,5 \text{ m} = 0,8 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 0,4 \text{ m}^3$,

Férfiak esetében: felület $\times 0,5 \text{ m} = 0,9 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 0,45 \text{ m}^3$.

Most felhasználjuk a $0,28 \text{ mg/m}^3$ térfogat koncentráció értéket az HOCl mennyiség meghatározására:

Nők esetében: $0,4 \text{ m}^3 \times 0,28 \text{ mg/m}^3 = 0,11 \text{ mg}$,

Férfiak esetében: $0,45 \text{ m}^3 \times 0,28 \text{ mg/m}^3 = 0,13 \text{ mg}$.

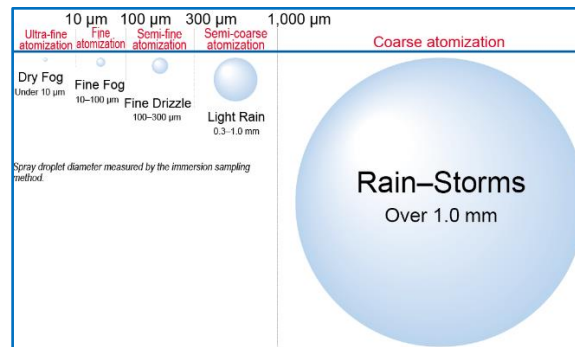
Mint láthatjuk, egy ilyen megközelítés is már több mint kétszeresen csökkentette a felületi terhelés mértékét.

A gyakorlatban a reális számok **még ettől is sokkal alacsonyabbak**. Ennek az oka az aeroszolok tulajdonságában keresendő.

3.3 Aeroszolk tulajdonságai és kihatása a felületi terhelésre

A legtöbb párasító rendszerben be van szerelve valamilyen ködképző rendszer /13-15,18-20/, amelyik meghatározza a keletkező aeroszol felhő részecske eloszlását.

A mesterségesen előállított aeroszolk részecskeelosztása kissé más, mint a természetben /27/.



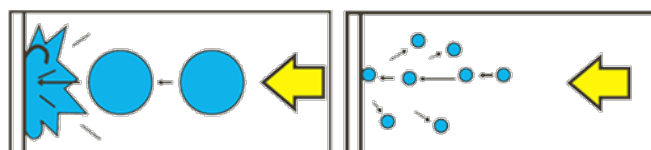
Ez nagyon fontos, mert különböző aeroszol méreteknél, különböző sebességgel történik a kicsapódás /26/.

A részecskék levegőben való tartózkodási idejét a szemcseméreten kívül a tömegük, valamint a légmozgás sebessége és a csapadék is befolyásolja. A részecskék ülepedési sebességét a Stokes-törvénnyel lehet leírni az 1 µm-nél nagyobb részecskékre. A kisebb részecskékre a Brown-féle hő mozgás nagy hozzájárulása miatt ez az összefüggés nem alkalmazható /26/.

Részecskék ülepedési sebessége az aerodinamikai átmérő függvényében /26/.

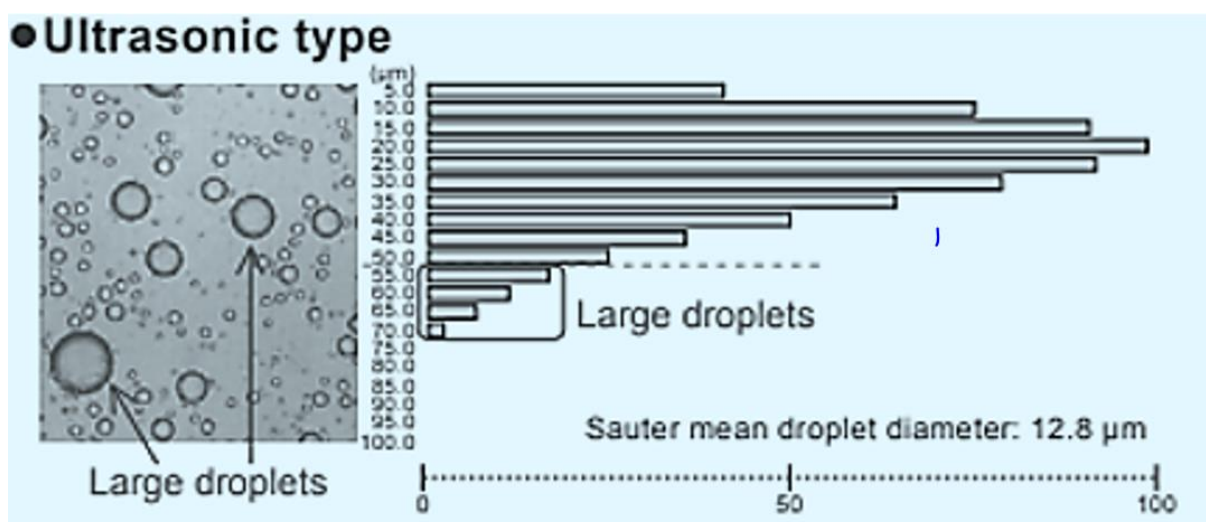
A részecske aerodinamikai sugara (µm)	Az ülepedési sebessége (cm/s)
1	0,012
10	1,2
30	10
50	30 (Re = 1)
100	120

Ha az ülepedési sebességet megszorozzuk az expozíciós időre (5 másodperc) akkor megkapjuk, milyen távolságból kerül a felülethez az aeroszol részecske. Például, 30 mikronos részecske esetében $10 \text{ cm/s} \times 5 \text{ s} = 50 \text{ cm}$. A 10 mikronos részecskék viszont már csak 6 cm távolságból kerülhetnek „helyzetbe”. Vagyis mennél nagyobb átmérővel bír egy részecske, annál nagyobb az esélye, hogy a felületre kerül és nedvesíti azt/27/.



Ezért is nevezik „száraz” ködnek a nagyon kisméretű részecskéket tartalmazó aeroszolkat. Vagyis a kisebb részecskék könnyebben „visszapattannak” a felülettől,

mielőtt oda ragadnának hozzá. Kisebb méretű részecskéből sokkal több van, mint a nagyobbakból.



A fenti ábra /27 / bemutatja, hogyan változik az aeroszol részecskék eloszlása az ultrahangos száraz köd esetében. Az átlag cseppméret ennél a típusnál 12,8 mikron. Viszont jelentős része a cseppeknek nagyméretű (50 mikrontól nagyobb).

Számunkra ezekből az eredményekből az következik, hogy a párasító kapun történő fertőtlenítésnél messze nem minden kontakt a részecskével vezet a felület nedvesítéséhez és a felületen lévő baktériumokkal történő találkozáshoz és azok elpusztításához. De mennél „szárazabb” a köd, vagyis **mennél több kisméretű részecske lebeg a levegőben, annál effektívebben történik a levegő fertőtlenítése.**

Másik oldalról, viszont ha **az 5 másodperces expozíciós idő és az 50 ppm-s HOCl koncentráció jó hatásokkal működik a gyakorlatban (és tesztek ezt bizonyítják), akkor a testfelületre jutó dózis kiszámításánál bátran csökkenthető a maximális koncentráció.**

Az előző részben kiszámított **sziluett modell értékeit csökkenteni kell**, mivel a sziluett térfogatban lévő aeroszol részecskék legalább **50% (alsó becslés az adatok alapján) nem képes 5 másodperc alatt reagálni a felülettel.** Ezért a fenti számokat csökkenthetjük egy 0,5 szorzóval:

Nők esetében: $0,4 \text{ m}^3 \times 0,28 \text{ mg/m}^3 = 0,11 \text{ mg} \times 0,5 = 0,055 \text{ mg}$

Férfiak esetében: $0,45 \text{ m}^3 \times 0,28 \text{ mg/m}^3 = 0,13 \text{ mg} \times 0,5 = 0,065 \text{ mg}.$

Tehát egy átlag felnőtt a Safe Gate párasító kapun áthaladva teste felületére maximum 0,06 mg HOCl kerülhet, de inkább ennél az értéknél kevesebb.

Felmerülhet még az a kérdés is, **jut-e minden aeroszol cseppbe fertőtlenítőszer?**

A fenti kérdés megválaszolására azt kell kiszámolni, hány csepp keletkezik és hány molekula HOCl van a kipermetezett mennyiségben. **Ha több a csepp, mint a HOCl molekula, akkor biztosan nem minden csepp tud fertőtleníteni.**

Nézzünk konkrét példát.

Ha **1 mikrométer átmérőjű cseppé** alakulna mind az 5,5 ml kifecskendezett fertőtlenítőszer oldat, akkor:

1 mikrométeres csepp térfogata $=0,523 \times 10^{-12} \text{ cm}^3$ és megfelelően az 5,5 ml-ben $10,52 \times 10^{12}$ csepp lesz.

Az 5,5 ml oldatban lévő molekulák száma $31,57 \times 10^{17}$, vagyis 1 cseppben 3×10^5 HOCl molekula lesz.

Mivel az 1 mikronos átmérőjű cseppben is van legalább 300 ezer HOCl molekula, ezért a cseppek méretének növekedésével ez a szám csak növekedni fog.

Tehát a feltett kérdésre a válasz: **MINDEN CSEPPBEN VAN HOCl molekula!**

3.4 Párásító kapu számítások: Lenyelt mennyiség becslése

Egy átlagos felnőtt személy esetében légzés átlagos értéke nyugalmi állapotban körülbelül 12-16 légzésszám.

A légzési perctérfogat az egy perc alatt kicserélt levegő mennyiségét jelenti, ennek mértéke átlagos esetben $6-8 \text{ dm}^3/28/$.

Tehát 60 másodperc alatt 6-8 liter levegőt lélegzünk be és ki.

A kapun áthaladva 5 másodperc alatt 0,5-0,7 liter levegőt lélegzünk be.

A hipoklórossav koncentráció az aeroszolban maximálisan $0,28 \text{ mg/m}^3 = 0,28 \text{ mg}/1000\text{liter} = 0,28 \text{ mikrogramm/liter}$, tehát a belélegzett HOCl mennyiség maximális értéke $0,14-0,2 \mu\text{g}$.

A következő részben összehasonlítjuk a kapott értékeket, szabványok alapján elfogadott értékekkel.

4. Elemzések: Klór a levegőben (párakapukban), ivóvízben, medencében

4.1 EU-s szabványok

Az EU szabályozza kémiai anyagok megengedett koncentrációját különböző helyeken. A hipoklórossav a klórcsoportjába kerül, különböző nevek alatt, mint például elektrolizissal előállított aktív klór /29/ :

Számításaink szerint, a párapukban alkalmazott 50 mg/l hipoklórossav alkalmazása esetén (HIGÉN+99), 5 másodperces befecskendezésnél és 5 másodperces emberi tartózkodásnál a kapuban, a maximális aktív klór koncentráció nem haladja meg a 0,28 mg/m³ határt, ami legalább 5-ször alacsonyabb a törvényben előírt értéktől.

Region	Legislation	Long-term Exposure Limit (LTEL) Values			Short-term Exposure Limit (STEL) Values			Skin Designation	Dermal Sensitization	Respiratory Sensitization	Work Sector	Effective Date	Expiration Date	Miscellaneous Notes		
		mg/m ³	ppm	f/ml	mg/m ³	ppm	f/ml									
European Union	OELs - Occupational Exposure Limits - 2nd list				1.5	0.5										🔗

Mivel a rövidtávú expozícióba az 5 másodperces párasító kapus kezelés belefér, ezért ez alkalmazható a mi esetünkben.

Tehát a HIGÉN+99 alkalmazása törvényes, az expozíciós dózis nem haladja meg a törvényileg meghatározott értékeket.

4.2. Miért nem veszélyes a HIGÉN+99 alkalmazása a párapukban?

A HIGÉN+99 aktív anyaga a hipoklórossav, amelyből általában 50 mg/l van feloldva vizes NaCl oldatban, amelynek a maximális koncentrációja 1%.

Tisztázzuk a NaCl szerepét.

A NaCl, vagyis konyhasó az az anyag, amelyből az elektrolízis során HOCl keletkezik az oldatban.

Rövidtávú expozíció esetében az EU-ban engedélyezett aktív klór koncentráció a levegőben 1,5 mg/m³, vagy 0,5 ppm.

A HIGÉN+99 –ben lévő NaCl koncentrációja kb 1% -t, ami **nagyon közeli a 0,9%-s izotóniás fiziológiai oldat koncentrációjához**, ezért, ha az emberi testre kerül nem vált

ki vízelvonást vagy más irritációs reakciót. A fiziológiai oldat alapján készítik az intravénás oldatokat, amelyekkel a betegeket kezelik. Tehát, a HIGÉN+99 NaCl tartalma nem veszélyes az emberekre, nem vált ki irritációt (bőrbarát), a koncentrációja megközelíti az emberi testben lévő NaCl koncentrációját.

Hipoklórossav hatása a szervezetre

A HIGÉN+99 aktív anyaga a hipoklórossav (HOCl), de ugyanez az anyag alkotja a klórozott ivóvíz aktív anyagát, mivel az ivóvíz pH értékét általában pH 6-8 között tartják, ahol az aktív klórformák közül a molekuláris HOCl van jelen (mint ezt már az előzőekben leírtuk).

A **csapvízben** megengedett fertőtlenítésre használt maximális kötött aktív klór szint 3 mg/l /30/, de a gyakorlatban, a vízművek kombinálják a klórozást más kezelésekkel és ennek köszönhetően 0,1-0,3 mg/l szinten tartják a szabad klór koncentrációját/31/.

Mint a számításinkban bemutattuk, a párapuk alkalmazásakor a légréssel a szervezetbe kerülő HOCl mennyisége nem több mint 0,2 µg= 0,0002mg, vagyis ezred része annak a hipoklórossav mennyiségnek, ami 1 liter fővárosi csapvíz elfogyasztásakor a szervezetbe kerül.

De ha mosakszunk vagy zuhanyozunk csapvízben, sokkal több hipoklórossav kerül testünkkel kapcsolatba, mint a párapuk törtéző kezeléskor, és ez természetesen nem okoz gondot a felhasználójának.

Különben, annak bizonyítéka, hogy a **hipoklórossav nem okoz gondot, ha bőrre, vagy sebre kerül**, az is, hogy széleskörűen alkalmazzák az HOCl tartalmú oldatokat sebkezelő szerként /32/.

Medencevíz klórtartalmáról és a medence levegő aktív klórtartalmáról.

Az ÁNTSZ a koronavírussal kapcsolatban, az alábbi nyilatkozta a medencevízben lévő aktív klórszintről (semleges pH-nál a klór formája vízben - hipoklórossav)/33/. **„A koronavírusok a vizsgálatok szerint 0,2-0,5 mg/l szabad klór jelenlétében szinte pillanatszerűen inaktiválódnak, így a megfelelően üzemeltetett medencékben életképes vírusok jelenlétével nem kell számolni. A medencében folyamatosan legalább 0,5 mg /l szabad aktív klórszintet kell biztosítani, ezt legalább napi három alkalommal (nagy fürdőzőterhelés esetén 2 óránként) ellenőrizni kell. „**

Tehát az uszodákban, medencékben az emberi testre **ártalmatlan**, ha teljes testtel akár hosszabb ideig is 0,5 mg/l koncentrációjú HOCl tartalmú medence vízben úszkál, fürdik az ember.

Ebben az esetben a bőrfelületet ért HOCl expozíció sokkal nagyobb, mint a párapukban a bőrre jutó hipoklórossav expozíciója.

Különben nem csak az fontos, hogy milyen az aktív klórtartalma a medencének, de az is, milyen a levegőben lévő klórtartalom a medencék mellett.

Spanyol tudósok által végzett kutatásban /35/, 21 fedett medence vízének és levegőjének a paramétereit mérték. Kiderült, hogy a medencékben viszonylag a megengedett (Spanyolországi) határokon tartották a szabadklór tartalmat (1,1 +/-0,6 mg/l) a kezelők, a medencék levegőjében mért értékek messze meghaladták a megengedett 1,5 mg/m³ szintet (4,3 +/- 2,3 mg/m³).

Ez is rámutat, hogy a Higén+99 alkalmazása a párapukban, sokkal kevesebb terhelést ad az emberi szervezetnek, mint egy fedett medence vagy uszoda látogatása.

Tehát az emberi biztonság szempontjából, a HIGÉN+99 alkalmazása a párapukban a törvényes normáknak megfelelő, nem okoz veszély az emberre.

5. Összefoglaló


Részletesen tanulmányoztam a molekuláris hipoklórossav (HOCl) tartalmú oldatok (HIGÉN+99) felhasználhatóságát párásító kapukban (SAFE GATE fertőtlenítőkapu) , amelynek alapján az alábbi állításokat tudom tenni:

- A 70-s években bebizonyították, hogy a **HOCl természetesen képződik** az aktivált **emberi neutrofilekben és más szöveti rezidens fagocitákban.**
- Laboratóriumi mérések alapján bizonyított, hogy elpusztítja a vírusokat, baktériumokat gombákat, a penészt és az algákat. Például: HIV, H1N1, Influenza, Ebola, Zika, Pseudomonas, Legionella, Salmonella, Listeria, Staphylococcus aureus stb.
- **A molekuláris hipoklórossav (HOCl) 80-100-szor hatékonyabb** és gyorsabban pusztítja el a mikroorganizmusokat, mint a hipoklorit-ionok (OCI-).
- A kórokozó mikroorganizmusok sejtfala **természetüknél fogva negatív töltésű, ezért eltaszítják negatív töltésű hipoklorit ionokat, de nem hatnak a molekuláris HOCl-ra, ezért hatékonyabbak.**
- **A molekuláris hipoklórossav az oldatokban csak pH=4 és pH=7 között dominál.**
- **Nagy előnye a HOCl alapú fertőtlenítő szerekeknek,** mint a HIGÉN+99 az, hogy 100-szor kevesebb kell belőle ugyanazon határfok elérésére, mint a hipó alapú lúgos oldatokból.
- A molekuláris hipoklórossavat hosszú évek óta biztonságos sebkezelő megoldásként használják, egyes ilyen termékek az **EU-ban engedélyezve** vannak, gyógyszertárakban árulják és a **WHO is ajánlja ezeket a készítményeket sebek**

kezelésére. A hipoklórossav alapú HIGÉN+99 testfelületre kerülve nem okoz irritációt.

- Az EU szabványok szerint a levegőben lévő aktív klórszintnek nem szabad meghaladni a 1,5 mg/m³. A számításaim szerint, a **HIGÉN+99 jelenlegi alkalmazási módjánál ez a szint nem haladja meg a 0,28 mg/m³, ami legalább ötször alacsonyabb a megengedett szintnél.**
- Számításokkal bizonyítottam, a párapuk alkalmazásakor a **légzéssel a szervezetbe** kerülő HOCl mennyisége nem több mint 0,2 µg= 0,0002mg, vagyis ezred része annak a hipoklórossav mennyiségnek, ami 1 liter fővárosi csapvíz elfogyasztásakor a szervezetbe kerül. **Ilyen mennyiség nem veszélyes a szervezetre.**
- **Az emberi biztonság szempontjából, a HIGÉN+99 alkalmazása a párapukban, illetve az ipari párástító berendezésekben a törvényes normáknak megfelelő, nem okoz veszélyt az emberekre, a megfelelő szellőztetési előírások figyelembe vesszük és betartjuk.**

Debrecen, 2021.03.16


Kovács István
Kémiai tudományok kandidátusa

LABORNITE KFT
4033 Debrecen, Szondi u. 12.
Adószám: 13269739-2-09
Bszlsz: 11738008-20819422

Felhasznált irodalom

1. Luis Fernandez. Pure Hypochlorous Acid: A Primer on pH and Wound Solutions. <https://www.woundsource.com/blog/pure-hypochlorous-acid-primer-ph-and-wound-solutions> .
2. Agnes Ulfig1 · Lars I. Leichert. The effects of neutrophil-generated hypochlorous acid and other hypohalous acids on host and pathogens. *Cellular and Molecular Life Sciences* volume 78, pages 385–414(2021)
3. JAMES Q. DEL ROSSO, DO and NEAL BHATIA, MD. Status Report on Topical Hypochlorous Acid: Clinical Relevance of Specific Formulations, Potential Modes of Action, and Study Outcomes. JOURNAL OF CLINICAL AND AESTHETIC DERMATOLOGY November 2018 • Volume 11 • Number 11 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6303114/>.
4. Application for Inclusion on 2017 WHO EML Electromicyn Solution and Hydrogel (stabilised, pH neutral, super-oxidised hypochlorous acid) Topical Antimicrobial Wound Healing Agent . <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiehf7u3ZvAhVBAhAIHRS3BN0QFjAAegQIARAD&url=https%3A%2F%2Fwww.who.int>

- [%2Fselection%2Fmedicines%2Fcommittees%2Fexpert%2F21%2Fapplications%2Fs15_hypochlorous_acid_add.pdf%3Fua%3D1&usg=AOvVaw1aMe1UeOwLxyTJT1lq-cM5](#)
- 4.1 Microdacyn sebkezelő hidrogél. <https://pingvinpatika.hu/microdacyn-sebkezelo-hidrogel>
 - 4.2 Sonopharma Microcyn® <https://sonomapharma.com/hocl/>
 - 4.3 Cozylife, HOCL Ionic Mist Hand & Skin Sanitizer, for Baby & Mom, 3.38 fl oz (100 ml). <https://hu.iherb.com/pr/Cozylife-HOCL-Ionic-Mist-Hand-Skin-Sanitizer-for-Baby-Mom-3-38-fl-oz-100-ml/100631>
 - 4.4 Microcyn. <https://microsafegroup.com/our-products/microcynwound-burn-hydrogel/>
 - 4.5 Hydrocyn® aqua. <https://www.prnewswire.com/news-releases/hydrocyn-aqua-inactivates-the-coronavirus-causing-covid-19-301069419.html>
 5. List N Tool: COVID-19 Disinfectants. <https://cfpub.epa.gov/giwiz/disinfectants/index.cfm>
 6. <https://ecowianshop.com/>
 7. Jeffrey Williams, Eric Rasmussen, Lori Robins. Hypochlorous Acid: Harnessing an Innate Response. 2017.
 8. <https://www.aquaiox.com/wp-content/uploads/2016/05/HOCL-Efficacy.pdf> , <https://www.hypochlorousacid.com/about> .
 9. SATOSHI FUKUZAKI. Mechanisms of Actions of Sodium Hypochlorite in Cleaning and Disinfection Processes. Biocontrol Science, 2006, Vol. 11, No. 4, 147-15
 10. George Bowman, Rick Mealy. The Fundamentals of Chlorine Chemistry and Disinfection. December 2007. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwig_fuyhJzvAhUO2SoKHUHTDUoQFjAAegQIARAD&url=https%3A%2F%2Fdnr.wi.gov%2Fregulations%2Fflabcert%2Fdocuments%2Ftraining%2FCL2Chemistry.pdf&usg=AOvVaw0-jGv2syRezyNUoRBZG5GC
 11. Erik Rosenfeldt, Introduction to Disinfection: From CT to UV. 2014 . <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.vaawwa.info%2Ffile%2FCommittees%2FPlant%2520Operations%2FIntroduction%2520to%2520Disinfection%2520100914.pdf&psig=AOvVaw3ozYdJwQq-rBy3eJhR3TLo&ust=1615132851175000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhqxqFwoTCPcYyPqEnO8CFQAAAAAdAAAAABAJ>
 12. Szárazkód fertőtlenítés. <https://stramm-air.hu/szolgalatasok/tisztater-fertotlenites-szaraz-kod-fertotlenites/>
 13. Ködös rendszerek a helyiségek száraz kód módszerrel történő fertőtlenítésére. <https://www.cityformdesign.pl/hu/h%3C%ADr/k%3C%B6drendszerek/>
 14. NOCOLYSE/NOCOSPRAY Aeroszolos felületfertőtlenítés használatának előnyei tiszta tereknél. <http://www.nettproject.hu/>
 15. A H₂O₂ száraz ködként történő alkalmazása. <https://www.holimex.hu/berendez%3%A9s/compact-h202-disinfection-system/>
 16. SPRAY & fertőtlenítő robot <https://globalsystemservice.hu/global/spray-fertotlenito-robot/>
 17. Hideg-ködös, mikro szemcsés technológia. https://www.iffk.hu/iffk-gyarak-raktarak-irodak-lakoepuletek-fertotlenitese/?gclid=Cj0KCQiAs5eCBhCBARIsAEhk4r6d-R3RsJy6KIJCu0HwmF0njmXWRzBfhJ7DyX9sEVulO7sICgwpDroaAku6EALw_wcB
 18. SANI-GATE System. <https://monojet-ipartechnika.hu/fertotlenito-berendezesek>
 19. SteriClean Industry. <https://stericlean.hu/hu/termek/stericlean-industry/>
 20. HIGÉN+99, <https://ecowianshop.com/termekeink/ecowian-higen99-bio-ipari-fertotlenito-es-tisztitoszer/>
 21. Safe-Gate. <https://www.safegate.eu/>
 22. Safe-Gate működése. <https://www.youtube.com/watch?v=6MY4bASxfGY>
 23. Egészségi állapot és egészségmagatartás, 2016–2017 <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwibt6nu2K3vAhVy->

[SoKHRECBNQQFjABegQIARAD&url=https%3A%2F%2Fwww.ksh.hu%2Fdocs%2Fhun%2Fftp%2Fstattukor%2Fegeszsegallapot1617.pdf&usg=AOvVaw1PmlBBwgNh2wC32jMQtnc](https://www.ksh.hu/fdocs/fhun/fxftp/fstattukor/fegeszsegallapot1617.pdf&usg=AOvVaw1PmlBBwgNh2wC32jMQtnc)

24. Testfelület-kalkulátor. https://www.hazipatika.com/testfelulet_kalkulator
25. Sebészeti. https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Sebeszeti/ch03s23.html
26. Muránszky Gábor. Városi aeroszol PM10 frakciójának kémiai jellemzése. Doktori (Ph.D.) értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi kar. Kémiai Intézet Budapest, 2011.
27. Efficiency of disinfection and droplet size. <https://www.ikeuchi.eu/news/efficiency-of-disinfection-and-droplet-size/>
28. LÉGZÉSSZÁM. <https://viennatest.hu/sport/meres/merheto-tenyezok/fiziolgiai-tenyezok/legzesszam/>
29. AKTÍV KLÓR EU engedélyezés: <https://echa.europa.eu/hu/substance-information/-/substanceinfo/100.029.053>
30. Ivóvíz kormányrendelet. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjwv9yqsLLvAhWljYsKHTKcDw4QFjAFegQICRAD&url=https%3A%2F%2Flelmiszerlanc.kormany.hu%2Fdownload%2F1%2F5b%2F50000%2F201%2520%25202001%2520\(X%252025\)%2520Korm%2520rendelet%2520az%2520iv%25C3%25B3v%25C3%25ADz%2520min%25C5%2591s%25C3%25A9gi%2520k%25C3%25B6vetelm%25C3%25A9nyeir%25C5%2591l%2520%25C3%25A9s%2520az%2520ellen%25C5%2591rz%25C3%25A9s%2520rendj%25C3%25A9r%25C5%2591l.pdf&usg=AOvVaw19oYuZdBuG Y-7ZYfxr9QT](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjwv9yqsLLvAhWljYsKHTKcDw4QFjAFegQICRAD&url=https%3A%2F%2Flelmiszerlanc.kormany.hu%2Fdownload%2F1%2F5b%2F50000%2F201%2520%25202001%2520(X%252025)%2520Korm%2520rendelet%2520az%2520iv%25C3%25B3v%25C3%25ADz%2520min%25C5%2591s%25C3%25A9gi%2520k%25C3%25B6vetelm%25C3%25A9nyeir%25C5%2591l%2520%25C3%25A9s%2520az%2520ellen%25C5%2591rz%25C3%25A9s%2520rendj%25C3%25A9r%25C5%2591l.pdf&usg=AOvVaw19oYuZdBuG Y-7ZYfxr9QT)
31. Fővárosi Vízművek. https://www.vizmuvek.hu/hu/fovarosi-vizmuvek/tarsasagi-informaciok/a_vizrol/altalanos_informacio_a_vizrol/az_ivoviz
32. Microdacyn sebkezelő oldat. <https://klikkpatika.hu/Termek/5734/microdacyn-sebkezelolo-oldat-500ml>
33. ANTSZ a COVIDRól a medencékben. <https://www.nnk.gov.hu/index.php/koronavirus-tajekoztato/514-tajekoztato-a-kozfurdok-uzemelteteserol>
34. [Álvaro Fernández-Luna¹](#), [Pablo Burillo](#), [José Luis Felipe](#), [Leonor Gallardo](#), [Francisco Manuel Tamaral](#). Chlorine concentrations in the air of indoor swimming pools and their effects on swimming pool workers. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23537855/>