

nowy  
dwumiesięcznik

www.nowygabinet.pl

# gabinet stomatologiczny

magazyn branżowy

wyposażenie  
materiały  
prawo

nr 6 (119) 2020 r.

ISSN 1644-4892



## Okluzja statyczna i dynamiczna

Dezynfekcja  
przeciwko  
wirusowi  
SARS-CoV-2



Na czym  
polega prawo  
pacjenta  
do informacji



Implantacja  
z szablonem  
i wykorzystaniem  
tomografu



# Dezynfekcja przeciwko wirusowi SARS-CoV-2

**CELEM TEGO ARTYKUŁU JEST PRZYBLIŻENIE RÓŻNYCH TECHNOLOGII, KTÓRE SĄ WYKORZYSTYWANE DO WALKI Z WIRUSEM COVID-19.** Jak wiemy, wirus ten rozprzestrzenia się drogą kropelkową i zostaje naniesiony na powierzchnie, pozostając na nich przez pewien czas. Na przykład w jednym z badań stwierdzono, że wirus przeżywa w powietrzu, w postaci drobnego aerozolu, do 3 godzin, na plastiku i stali nierdzewnej do 72 godzin, na miedzi do 8 godzin, a na porowatych powierzchniach, takich jak karton, do 4 godzin.



FOT. 123 RF

obecnie na rynku dostępne są urządzenia, których celem jest dezynfekcja pomieszczeń lub przestrzeni za pomocą różnych technik, np. rozpylania środków dezynfekujących, wysyłanie promieniowania z zakresu UV czy tworzenia ozonu.

## ROZPYLANIE MGŁY ŚRODKÓW DEZYNFEKUJĄCYCH

Na zdjęciach z miast rosyjskich lub chińskich bardzo często możemy zobaczyć ludzi lub pojazdy rozpylające różnego typu środki chemiczne, mające dezynfekować powierzchnię. Sam proces jest zjawiskiem typowo fizycznym, tworzona jest zawiesina roztworu

wodnego. Mogą to być popularne środki dezynfekujące na bazie podchlorynu sodu bądź amin czwartorzędowych. Działania te są pewną interpretacją badań, które świadczą o tym, że wirus jest podatny na środki utleniające (podchloryn), ale skuteczność ta wymaga kontaktu z nimi w czasie około jednej minuty.

Rozpylanie środka dezynfekującego w powietrze spowoduje zmniejszenie ilości wirusa zawieszony w postaci aerozolu. Jednak będzie to miało bardzo ograniczony efekt, ponieważ środek dezynfekujący szybko się rozproszy. Aerozole zostaną ponownie wprowadzone, gdy następnym razem osoba zakażona będzie podróżować po tym obszarze.

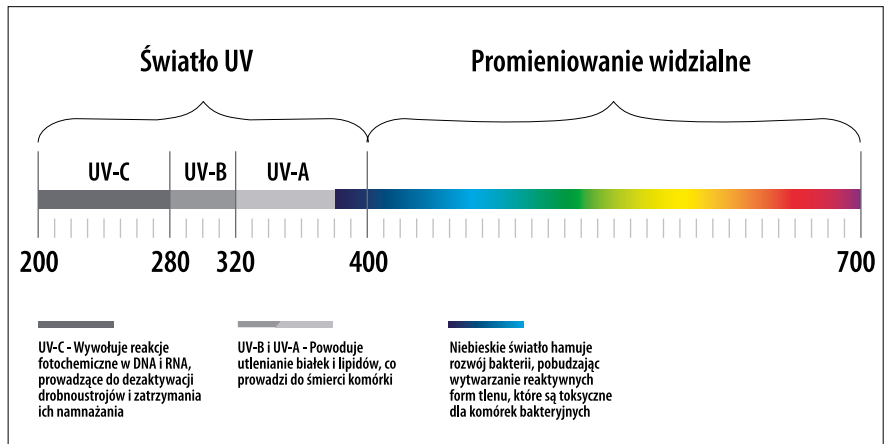
autor:  
**Zbigniew Raszewski**

**Promieniowanie UV-C zabija wirusy, wypaczając strukturę ich materiału genetycznego i zapobiega replikacji. Zostało to już przetestowane na dwóch koronawirusach, wywołujących przebiegienie**

W żadnym wypadku, do tego typu zabiegów, nie należy stosować środków przeznaczonych do ochrony roślin lub deratyzacji.

Co do skuteczności, to pozostawia wiele do życzenia. Dobrze wiemy, że tradycyjne środki dezynfekujące działają najskuteczniej, gdy наносimy je na powierzchnie nie pokryte materiałem biologicznym. Inaczej kurz lub pozostałości lipidów z odcisków palców mogą stanowić skuteczną barierę dla czynnika dezynfekcyjnego. Jeśli dodatkowo kwas podchloryny występuje w niskim stężeniu, np. 0,1%, to na powietrzu ulega na szybkim rozkładowi pod wpływem temperatury i światła, zanim zdąży skutecznie zdezynfekować powierzchnię.

Należy też pamiętać, że dezynfekcja metodą rozpylania substancji chemicznych w pomieszczeniach może być szko-



Rycina 1. Podział promieniowania elektromagnetycznego w zależności od długości fali

dliwa dla personelu. Wymaga stosowania masek przeciwgazowych oraz odpowiednich ubrań ochronnych.

Kolejny znak zapytania, to skuteczność takiej dezynfekcji w miejscach trudno dostępnych. Zawiesina aerozolu środka dezynfekującego nie wszędzie może dotrzeć.

Obecnie trwają testy urządzeń do generowania kwasu podchlorynego. HOCl atakuje bakterie lub wirusy poprzez chemiczne wiązanie atomów chloru na zasady nukleotydowe, zaburzające działanie DNSA bakterii, utrudnia szlaki metaboliczne, w których komórki wykorzystują enzymy do utleniania składników odżywczych i uwalniania energii oraz innych czynności związanych z błonami. HOCl można syntetyzować poprzez elektrolizę roztworu solanki przy użyciu elektrod ty-

tanowych pokrytych mieszanym tlenkiem metalu (tlenek rutenu i tlenek irydu) oraz stosując prądy w zakresie 6 – 10 A. Podczas procesu elektrolizy roztwór solanki (~ 3,5% NaCl w wodzie) dostarcza jonów chlorkowych (Cl<sup>-</sup>), który jest redukowany do chloru gazowego. Gaz chlorowy wytworzony chemicznie reaguje z wodą tworząc HOCl.

Kwas podchloryny jest bezpieczniejszy od podchlorynu sodu. Używany jest np. do oczyszczania wody. Najbardziej skutecznym jest on w zakresie pH 4,5 – 7,0.

Ideę tę zaprezentowano w postaci komory do dezynfekcji. Została ona zainstalowana w ESIC Medical College and Hospital w Hyderabad w celu zbadania ich skuteczności w odkażaniu środków ochrony indywidualnej i ludzi. System sanitaryzacji składa się z trzech komór o wymiarach 1,5 m × 1,5 m × 2 m każda. W pierwszej komorze jest rozpylana woda. HOCl o stężeniu 50 – 100 ppm jest rozpylany w drugiej komorze, a do ostatniej komory wdmuchiwane jest gorące powietrze.

Według zaleceń WHO wydaje się, że bardziej efektywne jest naniesienie środka dezynfekcyjnego na bazie min. 60% alkoholu i zaczekanie, aż ulegnie on odparowaniu.

### STERYLIZACJA ZA POMOCĄ LAMP UV

Jeżeli przyjrzymy się promieniowaniu elektromagnetycznemu, to zobaczymy, że ma ono szereg długości fali. Część 400 – 700 nm należy do światła widzialnego. Fale o krótszej długości nazywamy ultrafioletem, który z kolei może dzielić się jeszcze dodatkowo na trzy typy: A, B, i C. Każda z tych długości fali jest emitowana przez słońce, ale warstwa ozonowa skutecznie zapobiega przenikaniu promieniowania typu C do głębszych warstw atmosfery.

Światło UV-C jest bezpieczne dla człowieka, ponieważ posiada krótką długość



FOT. EXOLIGHT

fali, nie wnikać w powierzchnię skóry. Wskazuje to również na fakt, że takie promieniowanie nie będzie transmitowane przez powietrze na dłuższe odległości. Aby rozwiązać ten problem, koniecznym staje się zastosowanie urządzenia o dużej mocy.

Światło UV-A i UV-B może zabijać także niektóre bakterie i zarazki, ale w większości przypadków jest mało skuteczne wobec wirusów, takich jak SARS-CoV-2.

Należy zaznaczyć, że NIE należy używać lamp ultrafioletowych do dezynfekcji rąk ani innych obszarów skóry, gdyż jak wiemy promieniowanie UV może powodować podrażnienia skóry i uszkodzenie oczu. Przed włączeniem tego typu urządzenia należy zabezpieczyć się w odpowiednie środki ochrony osobistej (okulary, rękawice, fartuch), a następnie w miarę szybko opuścić pomieszczenie.

Wykazano, że promieniowanie UV-C niszczy zewnętrzną powłokę białkową koronawirusa SARS, który jest inny niż obecny wirus SARS-CoV-2. Zniszczenie ostatecznie prowadzi do inaktywacji wirusa. Promieniowanie UV-C zabija wirusy, wypaczając strukturę ich materiału genetycznego i zapobiega replikacji. Zostało to już przetestowane na dwóch koronawirusach, wywołujących przeziębienie. Testy wykazały, że 16. minutowy wpływ dalekiego światła UV-C zabija 99 proc. cząstek koronawirusa w powietrzu.

Istnieją standardy dotyczące bezpiecznego użycia światła UV-C: w jakiej dawce 222 nanometrowe światło UV-C może być bezpiecznie używane w obecności ludzi, tak aby nie miało negatywnego wpływu na oczy ani na skórę.

Generalnie promieniowanie UV-C już jest stosowane w warunkach szpitalnych do dezynfekcji pomieszczeń i sprzętu. Warto tu zauważyć, że Centers for Disease Control and Prevention wymienia promieniowanie ultrafioletowe, bakteriobójczy proces odkażania za pomocą UV-C, jako jedną z najbardziej obiecujących metod dezynfekcji masek na twarz, takich jak N95, umożliwiając ich ponowne użycie. Używanie promieniowania UV-C do dezynfekcji nie jest jednak proste. Wymaga wielu protokołów, by można je było bezpiecznie stosować.



FOT. RADIC8

**Stężenie ozonu w zakresie 1 – 25 ppm i czasu kontaktu od 10 minut do 3 godzin są w stanie skutecznie inaktywować bardzo różne rodzaje wirusów w temperaturze pokojowej i przy średniej wilgotności względnej**



FOT. 123 RF

Instalowanie lamp UV-C w celu naświetlenia pomieszczenia jest skomplikowanym procesem. Aby działały efektywnie muszą zostać odpowiednio skalibrowane przez profesjonalistów.

Dodatkowo należy pamiętać, że bezpośrednia ekspozycja skóry i oczu na promieniowanie UV-C, z niektórych lamp UV-C, może powodować bolesne obrażenia oczu i reakcje skórne przypominające oparzenia. UV-C może degradować również niektóre materiały, takie jak tworzywa sztuczne, polimery i barwione tkaniny.

Dobrze byłoby przyjrzeć się budowie lamp generujących promieniowanie UV, gdyż niektóre lampy zawierają rtęć. Ponieważ rtęć jest toksyczna nawet w niewielkich ilościach, należy zachować szczególną ostrożność podczas czyszczenia pękniętej lampy i jej utylizacji.

Kolejna sprawa to bezpośrednia ekspozycja. Promieniowanie UV-C może dezaktywować wirusa tylko wtedy, gdy wirus jest bezpośrednio narażony na promieniowanie. Dlatego inaktywacja wirusów na powierzchniach może nie być skuteczna ze względu na blokowanie promieniowania UV przez kurz lub inne zanieczyszczenia, takie jak płyty ustrojowe.

### DAWKA I CZAS TRWANIA

Wiele lamp UV-C sprzedawanych do użytku domowego ma niską moc więc może to wymagać dłuższej ekspozycji na daną powierzchnię, aby potencjalnie zapewnić skuteczną inaktywację bakterii lub wirusa.

W ostatnim czasie duża nadzieję pokłada się w LED-owych źródłach promieniowania, które są w stanie dostarczyć promieniowanie o ściśle określonej długości fali np. 220 nm. Niestety w tej chwili jeszcze nie są dostępne na rynku w sprzedaży.

Oczekuje się, że promieniowanie UV-B i UV-A będzie mniej skuteczne niż promieniowanie UV-C w inaktywacji koronawirusa SARS-CoV-2. Promieniowanie UV-B może wnikać głębiej w skórę i tkanki gałki ocznej. Wiadomo, że UV-B powoduje

uszkodzenie DNA i jest czynnikiem ryzyka w rozwoju raka skóry i zaćmy.

Promieniowanie UV-A jest mniej niebezpieczne niż promieniowanie UV-B, ale jest także znacznie (około 1000 razy) mniej skuteczne niż promieniowanie UV-B lub UV-C w inaktywacji innych wirusów SARS. Promieniowanie UV-A jest również związane ze starzeniem się skóry i ryzykiem rozwoju raka skóry.

Obecnie na rynku można spotkać kilka typów lamp do sterylizacji UV.

## LAMPY UV

W przeszłości najpopularniejszym typem lampy stosowanym do wytwarzania promieniowania UV-C była niskociśnieniowa lampa rtęciowa, której główna emisja promieniowania (> 90%) wynosiła 254 nm. Ten typ lampy wytwarza też inne długości fal.

Istnieją również inne dostępne lampy, emitujące szeroki zakres długości fal UV, ale także promieniowanie widzialne i podczerwone.

Lampa ekscymerowa lub lampa dalekiego UV-C: rodzaj lampy, zwanej „lampą ekscymerową”, o szczytowej emisji około 222 nm.

Pulsacyjne lampy ksenonowe. Lampy te emitują najpierw krótki impuls światła o szerokim spektrum (w tym UV, widzialnym i podczerwonym), a następnie, w takim urządzeniu, promieniowanie to zostaje przefiltrowane, aby emitowane było głównie promieniowanie UV-C. Urządzenia tego typu są stosowane czasami w warunkach szpitalnych, do dezynfekowania powierzchni w salach operacyjnych lub innych pomieszczeniach szpitala. Muszą być one tam używane w czasie nieobecności ludzi.

## DIODY ELEKTROLUMINESCENCYJNE (LED)

Coraz powszechniej dostępne są diody elektroluminescencyjne (LED), wytwarzające promieniowanie UV. Diody LED emitują zazwyczaj bardzo wąskie pasmo fal promieniowania. Obecnie dostępne diody UV LED mają szczytowe długości fal między innymi przy wartościach 214 nm, 265

**TABELA 1. PODZIAŁ PROMIENIOWANIA UV WRAZ Z ZASTOSOWANIEM**

ŹRÓDŁO ŚWIATŁA	NANOMETRY [nm]	BEZPIECZNE DLA SKÓRY I OCZU	NISZCZENIE MATERIAŁÓW TYPU PLASTIKI, GUMA	ZASTOSOWANIE PRAKTYCZNE
Dalekie UV	100 – 200	Tak	Tak	Urządzenia medyczne generujące ozon
Dalekie UV-C	207 – 220	Tak	Tak	Bakteriobójcze, bardzo skuteczne do dezynfekcji
UV-C	200 – 280	Nie	Tak	Bakteriobójcze, bardzo skuteczne do dezynfekcji
UV-B	280 – 315	Nie	Tak	Reakcja ze skórą, zastosowanie medyczne
UV-A	315 – 400	Nie	Nie wszystkie materiały	Utwardzanie, drukowanie, zastosowanie medyczne

W tej grupie długości promieniowania można jeszcze wymienić określone długości fal:

– skuteczne do niszczenia RNA (enzymatycznego), to 275 nm, w natężeniu 1 – 1,4 W/cm<sup>2</sup> oraz 365 nm, 0,7 – 0,9 W/cm<sup>2</sup> i minimalnym czasie ekspozycji < 5 minut;

– niszczenia wirusów typu A 265 nm, o mocy 52 mJ/cm<sup>2</sup> i czasie ekspozycji 5 sekund;

– niszczenia bakterii *S. aureus* przy długości 265 lub 275 nm, dawka 52 mJ/cm<sup>2</sup>, czas ekspozycji < 5 sekund;

– niszczenie grzybów (*A. brasiliensis*) długość fali 278 i 365 nm, dawka 36 000 mJ/cm<sup>2</sup>, czas ekspozycji 180 sekund;

Obecnie wydaje się, że najbardziej skuteczna długość fali przeciw SARS-CoV-2 wynosi 265 nm.

nm i 273 nm. Jedną z zalet diod LED w porównaniu z niskociśnieniowymi lampami rtęciowymi jest to, że nie zawierają rtęci. Mała powierzchnia i wyższa kierunkowość diod LED mogą jednak sprawić, że będą one mniej skuteczne w zastosowaniach bakteriobójczych.

W tej chwili na rynku można spotkać już mobilne lampy UV-C, przeznaczone do dezynfekcji szpitali. Lampy takie, przesuwane z prędkością około 2,5 metra na minutę, w ciągu 30 minut są w stanie zdezynfekować ze skutecznością > 99% pomieszczenia około 37 – 38 m<sup>2</sup>. Posia-

dają one w sobie około 30 lamp o mocy 15 watów każda.

Należy pamiętać także o tym, że moc światła zmniejsza się odwrotnie proporcjonalnie do odległości, wszystkie wirusy giną więc w ciągu 1 sekundy (wewnątrz kuli o promieniu 1,4 metra) przy mocy lampy UV wynoszącej 100 watów. Na podstawie danych z literatury fachowej można znaleźć wartość  $A = 400$  mikrowatów na 1 cm<sup>2</sup> = 4 W/m<sup>2</sup> przez 1 sekundę. Co daje nam moc lampy wynoszącą 200 watów, dla kuli o promieniu 2 metrów i czasie 1 s.

Podczas pisania artykułu zetknąłem się z ciekawą hipotezą, iż kontakt z promieniowaniem UV-B powoduje, że nasz organizm wytwarza witaminę D. W badaniach na zwierzętach wykazano, że niższy poziom witaminy D u zwierząt wskazuje na większe ryzyko zakażenia koronawirusem.

## URZĄDZENIA DO PODGRZEWANIA

Mogą być wykorzystywane do dezynfekowania masek ochronnych N-95, w celu ich powtórnego użycia.

Urządzenie składa się z nagrzewnicy powietrza o strukturze plastra miodu,



FOT. EXOLIGHT

**TABELA 2. WYMAGANY CZAS DO DEZAKTYWACJI 90% WIRUSÓW W ZALEŻNOŚCI OD STĘŻENIA OZONU I CZASU KONTAKTU, WEDŁUG R2k.**

KONCENTRACJA OZONU (PPM)	CZAS W [min]	WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA	WIRUS	PRACA
25	15	> 95%	12 typów wirusów	Hudson 2009
0,05	180	35%	Herpes	Grieci 2014
10	12	55%	Różne typy	Dennis 2020
0,6	100	55%	ssDNA, ssRNA, dsDNA, otoczkowe, dsRNA	Tseng 2008
1,2	14	55%	ssDNA, ssRNA, dsDNA, otoczkowe, dsRNA	Tseng 2008
10,33	0.3	55%	ssDNA, ssRNA, dsDNA, otoczkowe, dsRNA	Tseng 2006

która wytwarza suche i wilgotne ciepło w szerokim zakresie temperatury i wilgotności względnej. Na przewodzie wylotowym zainstalowano nagrzewnicę wysokotemperaturową, zapewniającą dezynfekcję powietrza z komory przed wypuszczeniem go do atmosfery. Prototypy zostały wytworzone przez firmy ARCI i M/s. Sowbal Aerothermics.

## OZON

Ozon  $O_3$ , najbardziej znany ze swojej roli ochronnej w środowisku ekologicznym ziemi, jest silnym utleniaczem. Reagując z cząsteczkami organicznymi, zawierającymi wiązania podwójne lub potrójne, ma działania bakteriobójcze, wirusobójcze oraz grzybobójcze.

Cząsteczka ozonu ( $O_3$ ) ma cykliczną strukturę, z odległością między atomami tlenu wynoszącymi 1,26 Å, co powoduje, że jest ona wysoce niestabilna i rozkłada się na tlen ( $O_2$ ) i jeden bardzo reaktywny atom tlenu. Ozon występuje w przyrodzie, a jego stężenie w atmosferze wynosi około 0,04 ppm (1 ppm ~ 2 mg/m<sup>3</sup>).

Gdy wymagane są wysokie wydajności, ozon jest wytwarzany przez wyładowanie bariery dielektrycznej (DBD), znane również jako efekt koronowy. Nazwa pochodzi od kształtu obszaru świecącego gazu, utworzonego wokół elektrody, gdy naładowanie pola elektrycznego jest dostatecznie wysokie do jonizacji gazowej, ale bez tworzenia łuku.

Ozon można wytwarzać in-situ za pomocą małych, kompaktowych generatorów ozonu, wykorzystując osuszone powietrze z otoczenia jako surowiec. Podczas tego zabiegu, na początku dostarczany jest ozon, aż do osiągnięcia pożądanego stężenia, następnie należy odczekać czas niezbędny do dezynfekcji oraz dokładnie przewietrzyć pomieszczenie, aż do osiągnięcia stężeń wymaganych dla bezpieczeństwa ludzi.

Ze względu na właściwości toksykologiczne ozonu i jego zdolności do degradacji wielu materiałów, optymalną rzeczą wydaje się być możliwość wykorzystania go do dezynfekcji powietrza bez obecności człowieka w pomieszczeniu. Należy stosować do tego takie stężenie gazu, aby było ono skuteczne do zniszczenia wirusów, ale jeszcze niewystarczające do zniszczenia materiałów.

Na przykład mały generator ozonu może wytwarzać 2000 mg/ godzinę. Dla pomieszczenia o wymiarach 10 x 10 x 3 m (300 m<sup>3</sup>), stężenie ozonu 6,6 mg /m<sup>3</sup> można osiągnąć po 1 godzinie, które można przeliczyć na 3,36 części na milion (ppm) w następujący sposób: ppm = mg/ m<sup>3</sup> x 24,45/ 48 (gdzie 24,45, to objętość 1 mola gazu doskonałego przy 1 atm i 25°C oraz 48 g/ mol masy cząsteczkowej ozonu).

Według badań Hudsona (2009), maksymalna skuteczność przeciwwirusowa wymagała stężenia ozonu 25 ppm przez 15 minut, a następnie krótkiego okresu

wysokiej wilgotności (> 90% wilgotności względnej).

Ponadto niektóre badania wykazują, że ważnym czynnikiem inaktywacji wirusów i innych mikroorganizmów jest całkowita dawka ozonu, która jest obliczana jako iloczyn czasu ekspozycji i stężenia. W tych badaniach, niskie stężenia przez dłuższy czas dają takie same wyniki jak wysokie stężenia przez krótki czas.

Tanie generatory, zaprojektowane do ręcznego uruchamiania i zatrzymywania za pomocą timera, nie pozwalają na osiągnięcie stałej koncentracji ozonu przez określony czas. Po ich zastosowaniu w sumie nie wiele wiemy o ich skuteczności, chyba że zostaną odpowiednio skalibrowane.

Interakcje wirusów z ozonem przebadano już w latach 80. XX wieku. Po 30 sekundach ekspozycji ozonem, 99% wirusów zostało zdezaktywowanych i wykazało uszkodzenie swoich białek otoczkowych. Może to skutkować brakiem możliwości przyłączania się do normalnych komórek i pęknięciem jednoniciowego RNA.

Podczas epidemii SARS w 2003 r. sterylizacja ozonem została z powodzeniem zastosowana do oczyszczenia środowisk zakażonych koronawirusem SARS-CoV-1, tj. wirusem wywołującym chorobę SARS.

Ponieważ SARS-CoV-1 również jest członkiem rodziny koronawirusów, to jest wysoce prawdopodobne, że sterylizacja ozonem byłaby skuteczna także w zabiłaniu SARS-CoV-2, koronawirusa, który powoduje chorobę COVID-19.

Przegląd literatury naukowej na temat wirusobójczego działania ozonu pokazuje, że stężenie ozonu w zakresie 1 – 25 ppm i czasu kontaktu od 10 minut do 3 godzin są w stanie skutecznie inaktywować bardzo różne rodzaje wirusów w temperaturze pokojowej i przy średniej wilgotności względnej.

## JAKIE JEST RYZYKO I WYMAGANIA DOTYCZĄCE OZONU?

Oddychanie nawet niewielkimi ilościami ozonu może być szkodliwe. Objawy obejmują kaszel, duszności i zaostrzenie chorób płuc, w tym astmy. Przy wyższych stężeniach można wyczuć ozon, staje się on jednak szkodliwy nawet przy mniejszych dawkach. Z tego powodu wiele krajów ustaliło 8-godzinny limit ekspozycji na 70 ppb (części na miliard) ozonu. W Polsce dla 8-godzinnego dnia pracy limit ten wynosi 0,075 ppm lub 0,15 mg/m<sup>3</sup>.

Trwają obecnie badania, aby ozon klasyfikować nawet pod kątem mutagenności (Muta. 2) i rakotwórczości (Carc. 2). Zostały one zapoczątkowane w Niemczech, w 2016 r.

Generatory ozonu mogą generować promieniowanie elektromagnetyczne

**Zarówno biologiczne, jak i medyczne zastosowania plazmy niskotemperaturowej opierają się na jej przeciwdrobnoustrojowych właściwościach – szereg badań wykazał skuteczność działania zimnej plazmy przeciw komórkom roślinnym i sporom bakterii, a także drożdżom, pleśniam i wirusom**

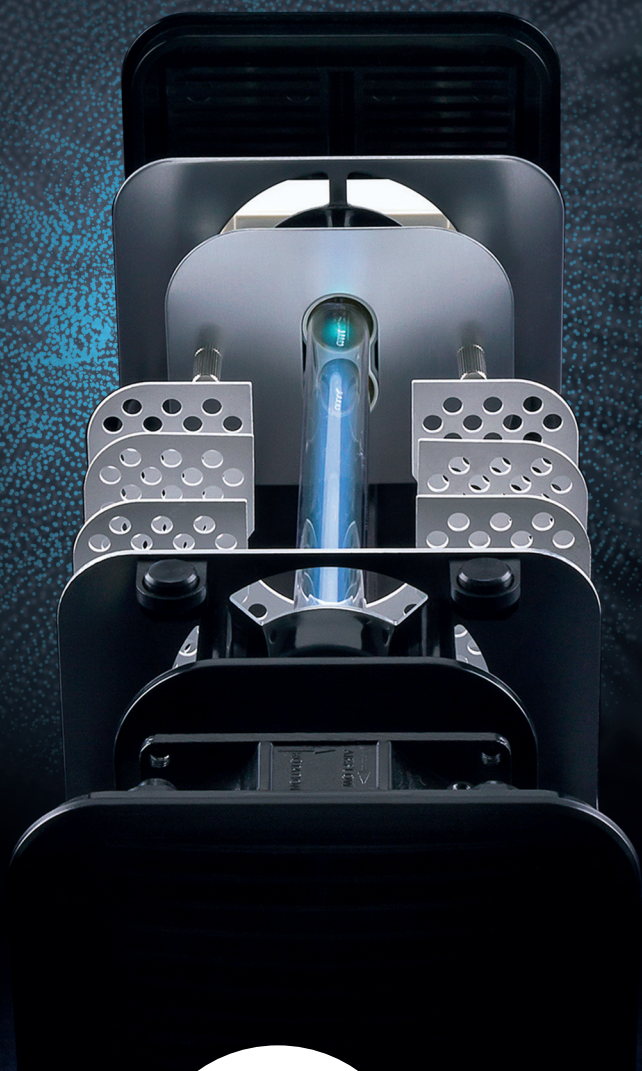
# AIRsteril<sup>®</sup>

STERYLIZACJA POWIETRZEM

Unikalna technologia  
fotokatalityczna:

- zimna plazma z niewielką ilością ozonu
- efektywna dezynfekcja powietrza i powierzchni
- bezpieczna dezynfekcja 24/7, w obecności ludzi


Zobacz więcej na stronie  
[www.AIRsteril.pl](http://www.AIRsteril.pl)



**AIRsteril<sup>®</sup>**  
POMIESZCZENIE BEZ  
wirusów, bakterii, pleśni



[WWW.FMDENTAL.PL](http://WWW.FMDENTAL.PL)

 [FB.COM/FMDENTALPL](https://www.facebook.com/fmdentalpl)

Jakość i innowacje  
budują **Twoją przewagę**

**fmdental<sup>®</sup>**  
JAKOŚĆ BUDUJE PRZEWAGĘ



## LITERATURA:

1. Ümit Türsen, Belma Türsen, Torello Lotti. Ultraviolet and COVID-19 pandemic. Journal of Cosmetic Dermatology, 020;00:1-3. DOI: 10.1111/jocd.13559.
2. Elena Grignani, Antonella Mansi, Renato Cabella et al. Preliminary indications for the use of ozone as air and surface disinfectant in the conjuncture of covid-19, [https://www.researchgate.net/publication/342261609\\_PRELIMINARY\\_INDICATIONS\\_FOR\\_THE\\_USE\\_OF\\_OZONE\\_AS\\_AIR\\_AND\\_SURFACE\\_DISINFECTANT\\_IN\\_THE\\_CONJUNCTURE\\_OF\\_COVID-19](https://www.researchgate.net/publication/342261609_PRELIMINARY_INDICATIONS_FOR_THE_USE_OF_OZONE_AS_AIR_AND_SURFACE_DISINFECTANT_IN_THE_CONJUNCTURE_OF_COVID-19)
3. WHO. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19 Interim guidance 15 May 2020
4. BV. Sarada, R. Vijay, R. Johnson, T. Narasinga Rao, G. Padmanabham. Fight Against COVID-19: ARCI's Technologies for Disinfection. Transactions of the Indian National Academy of Engineering (2020) 5:349-354. <https://doi.org/10.1007/s41403-020-00153-3>
5. Arijana Filipić, Ion Gutierrez-Aguirre, Gregor Primc. Cold Plasma, a New Hope in the Field of Virus Inactivation. Trends in Biotechnology, Available online 17 April 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016779920301086>
6. <https://biotechnologia.pl/biotechnologia/czym-jest-i-do-czego-sluzy-zimna-plazma,16818>
7. <https://www.usmedinnovations.com/chcp-hero-system/>

## HOCl atakuje bakterie lub wirusy poprzez chemiczne wiązanie atomów chloru na zasady nukleotydowe, zaburzające działanie DNSA bakterii, utrudnia szlaki metaboliczne, w których komórki wykorzystują enzymy do utleniania składników odżywczych i uwalniania energii oraz innych czynności związanych z błonami

o różnych częstotliwościach. Według ECHA zabronione jest wchodzenie do pomieszczenia, gdzie pracuje generator ozonu osobom z rozrusznikiem serca.

Ozon silnie niszczy tworzywa sztuczne i gumę. Powoduje wyblaknięcie barwników oraz wywołuje korozję metali: miedzi i aluminium.

Najbardziej narażone na niekorzystne działanie ozonu tworzywa, to naturalny kauczuk i nitril. Inne, takie jak kauczuki butylowe, neopren i poliuretan, narażone na te same stężenia ozonu, wytrzymują prawie trzy razy większe stężenie tego gazu, w porównaniu z kauczukami naturalnymi. Ostatecznie najbardziej odporne są tworzywa takie jak: silikon, akryl, chlorosulfonowany polietylen i kopolimer etylenowo-propylenowy, które charakteryzują się nasyconymi strukturami chemicznymi.

Pomiar stężenia ozonu oparty jest na technice spektrofotometrycznej, pochłaniania przez cząsteczki ozonu promieniowania ultrafioletowego o długości fali 254 nm. Istnieją również mierniki ozonu z elektrochemiczną zasadą wykrywania zarówno stacjonarne, jak i przenośne.

Stosowanie niskich stężeń ozonu (0,02 – 0,06 ppm) na włóknach bawełnianych może zmniejszyć ich wytrzymałość na ze-

rwaniu. Może do tego doprowadzić także postępujące bielenie tkanin farbowanych.

### ZIMNA PLAZMA

Plazma, zwana czwartym i najpowszechniej występującym we wszechświecie stanem skupienia materii, to zjonizowany gaz, mogący przewodzić ładunki elektryczne. Plazma niskotemperaturowa może składać się z mieszaniny zarówno zjonizowanych, jak i niezjonizowanych cząsteczek, a także atomów w stanie podstawowym i wzbudzonych, wolnych rodników, w tym tlenu i azotu, ozonu oraz elektronów i promieniowania UV.

Zarówno biologiczne, jak i medyczne zastosowania plazmy niskotemperaturowej opierają się na jej przeciwdrobnoustrojowych właściwościach – szereg badań wykazał skuteczność działania zimnej plazmy przeciw komórkom wegetatywnym i sporom bakterii, a także drożdżom, pleśniom i wirusom. To właśnie szereg reaktywnych cząsteczek chemicznych jest odpowiedzialny za uszkodzenie komórek mikroorganizmów. Uszkodzenia te mogą dotyczyć: ściany i błony komórkowej – dezintegracja struktur powierzchniowych zachodzi na skutek bombardowania komórek reaktywnymi składnikami plazmy (O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, OH<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,

NO<sup>·</sup> i NO<sub>2</sub>), przy czym, najbardziej letalne działanie wykazuje tlen atomowy i rodnik hydroksylowy, co może prowadzić do przzerwiania ciągłości lizy komórek, oraz uszkodzenia DNA – ze względu na promienie UV powstające podczas jej wytwarzania. Plazma prowadzi do degradacji DNA mikroorganizmów – promienie UV charakteryzują się wysoką wartością energetyczną i dużym stopniem absorpcji przez cząsteczki DNA i RNA, co prowadzi do powstania dimerów tyminy i fragmentacji nukleoidu.

Wykorzystanie plazmy w stomatologii opiera się głównie na walce z bakteriami bytującymi na powierzchni zębów w postaci trudnych do zwalczania biofilmów, które powodują zakażenia błony śluzowej zębów lub dziąseł.

### CZY ZIMNA PLAZMA MOŻE RÓWNIEŻ ZAPOBIEGAĆ ROZPRZESTRZENIANIU SIĘ WIRUSA W PŁUCACH?

Prowadząc badania kliniczne, naukowcy mają nadzieję udzielić odpowiedzi na różne pytania. Chcą wyjaśnić, czy leczenie zimną plazmą może zapobiec zakażeniu wirusem COVID-19 u pacjentów wentylowanych mechanicznie (w ten sposób znacznie zwiększając szanse na ich wyleczenie), a także czy zjonizowane powietrze znacznie zmniejsza wiremę w ustach, nosie i gardle tych pacjentów. Mogłoby to dodatkowo pomóc zmniejszyć ryzyko infekcji dla personelu medycznego na oddziałach intensywnej terapii.

Aby móc używać zimnej plazmy w górnych drogach oddechowych, firma Terraplasma Medical przekształciła urządzenie do leczenia ran przewlekłe zakaźnych. Zastosowanie to mogłoby być użyte w leczeniu szpitalnym, a być może także do dezynfekcji masek jednorazowych lub drobnego sprzętu.



## DR ZBIGNIEW RASZEWSKI

Uzyskał stopień doktora na Śląskiej Akademii Medycznej w zakresie biologii medycznej oraz tytuł magistra inżyniera, w zakresie technologii chemicznej, na wydziale chemicznym Politechniki Warszawskiej.