

Egy mérhető módszer az IIR típusú sebészeti arcmaszk és a szűrővel ellátott FFP1, FFP2 maszkok ultraibolya C sugárral történő fertőtlenítéséhez

Ivar Lede*^{1,2} MD MSc MBA, Karina Nolte,² René Kroes MSc³

¹ Orvosi Mikrobiológia, Comico B.V., Hoorn, Hollandia

² Infekciómegelőzési és ³ Orvosi Fizikai Részleg, Zaans Orvosi Centrum, Zaandam, Hollandia

*Levelező szerző: Ivar Lede MD MSc MBA

E.mail: i.ledede@comicro.nl

Összeférhetetlenség:

A szerzők nem jelentettek összeférhetetlenséget

Pénzügyi forrás:

Nincs ilyen

Absztrakt

A SARS-CoV-2 pandémiának köszönhetően hiány alakult ki a személyes védelmet biztosító eszközökből, beleértve a sebészi arcmaszkokat és az FFP maszkok körét is. A SARS-CoV-2 79,5-82 %-ban mutat egyezőséget a SARS-CoV-val. A SARS-CoV UVC szenzitivitásáról már készült irodalom. UVC transzmissziós méréseket végeztünk sebészeti és szűrővel ellátott arcmaszkokon. Ezen kívül UVC fertőtlenítési kísérletet végeztünk *S.aureus*-ra vonatkozóan a sebészeti és a szűrővel ellátott maszkokkal. Az eredmények azt mutatják, hogy 8 log-os csökkenést sikerült elérni a *S.aureus* esetében az FFP1 maszkok belső rétegeiben és a sebészeti maszkok külső részén. Ezen túlmenően 7 log *S.aureus* csökkenése volt mérhető az FFP2 szűrős maszkok belső rétegeiben. Arra a következtetésre jutottunk, hogy az UVC fertőtlenítési mód hatékony, biztonságos és mérhető módszer a sebészeti és a szűrővel ellátott maszkok újbóli felhasználásához.

Bevezetés

A 2019-es koronavírus betegséget (COVID-19) a Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2)¹ okozza. Jelenleg úgy tűnik, hogy a SARS-CoV-2-t a légzőrendszerből származó cseppecskék (>5-10µm) terjesztik egyik személyről a másikra és hordozzák a fertőzést. Nincs bizonyíték a levegőben aerosolok vagy cseppmagvak (<5 µm)²⁻⁵ révén történő cseppfertőzésre. Vannak viszont olyan orvosi beavatkozások, amelyek aerosol keletkezésével járnak pl. endotracheális intubáció, bronchosopia, nyílt leszívás, porlasztással kezelés, traecheostomia, valamint cardiopulmonáris újraélesztés ². A személyes védelem eszközeinek (PPE) viselése azért ajánlott, hogy megelőzzék az egészségügyi dolgozók (HCW) a COVID-19-cel történő

érintkezését. A PPE-k igen fontos részét képezik az arcmaszkok és a szűrővel rendelkező arcmaszkok. Az egészségügyi dolgozók sebészeti és szűrővel ellátott maszkokat (FFP) használnak, attól függően, hogy milyen nagy az aeroszol képződésének veszélye az adott orvosi beavatkozás során. Hollandiában az IIR és az FFP1 típusú maszkokat használják a COVID részlegen. Az FFP2 szűrővel ellátott maszkokat olyan orvosi eljárásokhoz tartják fenn, amelyeknél magas az aeroszol képződésének kockázata. A WHO 2020. március 20-án deklarálta a SARS-CoV-2 járványt. A SARS-CoV-2 világjárvány a személyes védelem eszközei körében, ideértve a sebészeti és az FFP1, valamint az FFP2 szűrővel ellátott maszkokat is, világméretű hiányt idézett elő. A Holland Nemzeti Közegészségügyi és Környezetért Felelős Intézet (RIVM) engedélyezte az FFP2 szűrővel ellátott maszkok hidrogénperoxiddal vagy gőzsterilizátorral végzett fertőtlenítését ⁶. A sebészeti maszkokat és az FFP1 szűrővel ellátott maszkokat nem tesztelték. Nem minden egészségügyi intézmény rendelkezik ezekkel a fertőtlenítési berendezésekkel. A dropletet leginkább az FFP maszkok külső része szűri ki, ám az aeroszolok a fertőző vírusrészecskékkel a maszkok belső rétegeiben is csapdába esnek. Mivel mi a szűrős maszkok nem személyre szóló újbóli hasznosítását javasoljuk, úgy gondoljuk fontos megmutatni, hogy az FFP maszkok belső rétegeit alaposan ki tudjuk fertőtleníteni UVC-vel. Ebben a tanulmányban igazoljuk az ultrabolya C (UVC) fertőtlenítő hatását az IIR, az FFP1 és az FFP2 maszkok újbóli felhasználása érdekében. Ez egy mérhető módszer a hiány áthidalására.

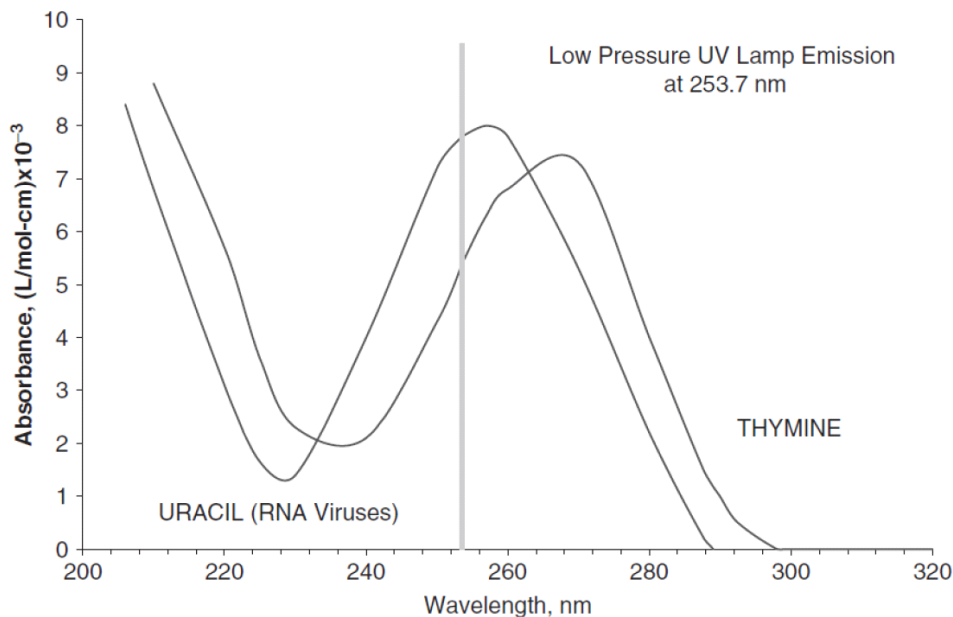
Mikrobiológia

A koronavírusok (CoV) a Nidovirales rendhez, a Coronaviridae családnak és a Coronavirinae alcsaládnak tartoznak. A Coronavirinae alcsaládnak tartozik: *alphacoronavirus*, *betacoronavirus*, *gammacoronavirus*, és *deltacoronavirus*. A SARS-CoV-2 a betacoronavirus alcsaládnak tartozik. A SARS-CoV és a MERS-CoV szintén a betacoronavirus alcsaládnak tartozik. A CoV-ok burkosvírusok egy ± 30 Kb méretű pozitív szimplaszálú RNS genommal⁷. A SARS-CoV-2 genom 79,5-82 % -ban azonos a SARS-CoV-val⁸⁻⁹. A SARS-CoV UVC fogékonyságát a szakirodalom már leírta ¹⁰. Éppen ezért feltételezzük a SARS-CoV-2 UVC fogékonyságát. A COVID-19 betegek légúti mintájával végzett két tanulmányban a virális terhelés meghatározásra került. Összesen 27 beteget elemeztek. Az oro- és a nazofaringeális minták maximális vírusterhelése $1,5 \times 10^7$ és $7,11 \times 10^8$ kópia/ml volt egyenként ^{11,12}. Ebből kifolyólag úgy gondoljuk fontos, hogy 8 log csökkenést érnünk el az arcmaszk külső oldalán.

UVC interakció

Az UVC-t víz és felületek fertőtlenítésére is használják^{13,14}. Az UVC germicid hatása egy fotolitikus hatás eredménye, amely eliminálja a DNS és az RNS replikációs potenciálját. A DNS és RNS nukleotidok abszorpciós spektruma 260 nm-es karakterisztikus csúcsot ad, amely erős UVC interakciót jelez. Az RNS úgy ismert, hogy sokkal érzékenyebb az UVC-re, mint a DNS, mivel az uracil nukleotid, amely az RNS-ben a DNS timin nukleotidot helyettesíti erősebb UVC elnyelőképeséggel rendelkezik. Az 1. ábrán mindkét abszorpciós spektrum látható ¹⁵. A vízszintes vonal egy 253,7 nm-es hullámhossznak felel meg, amely egy alacsony nyomású UVC forrás teljesítménye.

Az egyszálú RNS pl. koronavírusok sokkal érzékenyebbek az UVC-re, mint a kétszálú RNS vagy DNS.



1.ábra – A timin és az uracil UVC elnyelési spektrumának összevetése (Kowalski)

Koronavírusok és az UVC fertőtlenítés

Az UVC fertőtlenítés hatékonysága a különböző mikroorganizmusokra vonatkozóan jól dokumentált az irodalomban, ahol mikroorganizmus-specifikus D90 dózis-értéket közöltek J/m²-ben kifejezve. A D90 dózis-érték egy mérték az UVC toleranciára vonatkozóan és azt a dóziszintet jelöli, ahol egy bizonyos mikroorganizmus típus 90 %-ban inaktiválódik. Az UVC interakció egy sztochasztikus hatás, amelyben egy következő D90 dózis kitettség a további 90 %-ban megtámadja a mikroorganizmusok maradékát.

A D90 dózis referencia-érték a SARS-CoV-2 esetében a már publikált D90 dózis-értékekből adottak a különböző koronavírusokra vonatkozóan. A koronavírusok UVC érzékenysége vonatkozó áttekintő táblázat elérhető az irodalomban, amelyet a lenti táblázat tartalmaz¹⁵. Nem tisztázott, hogy miért a 2 utolsó tanulmány (Kariwa 2004, Darnell 2004) mutat eltérő értéket, de a teljesség kedvéért az összes eredményt itt hozzuk. Ugyan a cyanobaktérium (kék zöld alga), amely klorofill pigmentekkel rendelkezik szintén elnyeli az UV fényt, 300 J/m² D90 értékkel rendelkezik. Mióta a CoV-k nem tartalmaznak ilyen pigmenteket a D90 érték ebben a sorrendben valószínűtlen.

1. táblázat: Ultraibolya tanulmányok a koronavírusokra vonatkozóan

Microbe	D ₉₀ J/m ²	UVGI k m ² /J	Media	RH %	Dia. μm	Base Pairs kb	Source
Coronavirus	3	0.37700	Air	50	0.113	30.738	Walker 2007
Coronavirus	7	0.32100	W	Wat	0.113	30.738	Weiss 1986
Coronavirus (SARS)	9	0.25340	W	Wat	0.113	29.751	Duan 2003
Coronavirus (SARS)	226	0.01000	W	Wat	0.113	29.751	Kariva 2004
Coronavirus (SARS)	3046	0.00076	W	Wat	0.113	29.751	Darnell 2004
Genomic Prediction	7	0.3289	W	Wat	0.113	29.751	Kowalski 2015

A SARS-CoV genom matematikai genom meghatározó modellje alapján az elvárható D90 a SARS-CoV-re kalkulálva 7 J/m². Ez összhangban van az első 3 tanulmánnyal. Ezek a kísérleti tanulmányok és a genom-alapú előrejelzés azt mutatja, hogy a koronavírusok általában érzékenyek az UVC-re. Összehasonlításképpen néhány más mikroorganizmusra vonatkozó referenciaérték látható a 2. táblázatban. A D90-re a SARS-CoV-2 esetében 30 J/m² a legmagasabb konzervatív becslés.

2. táblázat: D90 értékek referenciája

Microbiological group	Type	D90 in J/m ² for 254 nm
Bacteria	<i>Staphylococcus aureus</i>	26
Bacteria	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	60
Bacteria	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	55
Bacteria	<i>Clostridium tetani</i>	120
ssRNA virus	Influenza	36
ssRNA virus	MS2-coliphage	186

Az UVC hatása az FFP maszkok hatékonyságára

Az UVC hasonló FFP maszkokra vonatkozó hatásáról 2015-ben ¹⁶ jelent meg cikk. Ez a tanulmány azt találta, hogy a nagy teljesítményű UVC-nek való kitettség az FFP maszkoknál kisebb mértékű részecske áteresztési növekedést eredményezett (1,25 %-os) és némi hatása volt az áramlási ellenállásra. Egy sokkal kifejezettebb hatás a szűrő anyagának repedésére vonatkozott. Ebben a tanulmányban a részecske áteresztést és a légáramlási ellenállást vizsgáltuk egy 400-szor nagyobb dózisszinttel és egy több, mint 1000-szeres anyag erősségénél, mint ahogy az klinikailag kivitelezhető. Nem volt szignifikáns változás a légzési hatékonyságban az UVC fertőtlenítés klinikai szintű alkalmazása során.

Módszerek

A terjedés mérése UVC indikátorral

Az UVC robotot úgy tervezték, hogy UVC forrása révén fertőtleníti a felületeket. A készülék 24 TÜV PL-L 95W/ 4P HO 1CT (95 W nagyteljesítményű/ 27W UVC kibocsátás) UVC lámpát tartalmaz. Minden lámpa kibocsátása 2,5 W/m² UVC 1 méter távolságban. Az első fényterjedési kísérletet egy UVC dózis indikátorral végeztük az Intelligo Technologies-től, amellyel egy M3 FFP1 Aura™ 1861+ maszkot fedtünk le és 30 percre UVC sugárzásnak tettünk ki kb. 1 méter távolságra a legközelebbi lámpától.

UVC sugárterjedés mérése UVC mérővel

További sugárterjedési méréseket végeztünk egy kalibrált UV mérővel és data loggerrel (modell: UV-Touch). Minden mérést ugyanattól az UVC robot csőtől 1 méterre végeztük. A sebészeti és szűrővel ellátott maszkok számos modelljéből vizsgáltunk egyet pl. egy fehér sebészeti maszkot (medline), egy KN95 szűrős, egy air PRO (Kolmi) maszkot, kék sebészeti maszkot (3M), egy FFP1 Aura 1861+ (3M) és egy FFP2 Aura 1862+ (3M) maszkot.

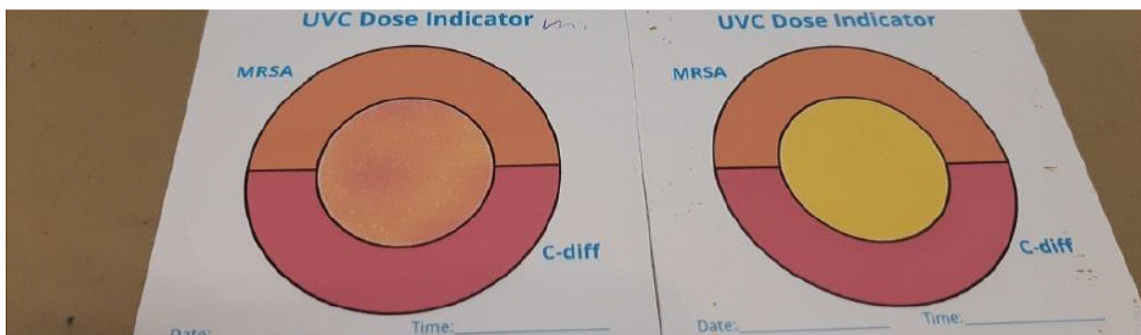
S. aureus sorozatos oldat UVC fertőtlenítési kísérlete

Egy 10-szeres sorozatos oldatot készítettünk S. aureus ATCC suspenzióval 0,9 % NaCl-ban. Előkészítettünk 6 IIR sebészeti maszkot, 6 FFP1 (3M Aura 1861+), 6 FFP1 (Kolmi lila) és 4 FFP2 (3M Aura 1862+) maszkot. Bemetszést ejtettünk az FFP1 és az FFP2 maszkokon és behelyeztünk egy 1,5x2 cm-es steril gézlapot (Cutisorb) az első két polipropilén réteg mögé az FFP maszk közepébe. Az 1,5x2 cm-es steril gézlapot fixáltuk a sebészeti maszk külső oldalára. A géz 1 cm²-ként 10 µl S.aureus oldattal több koncentrációban lett beoltva (a polipropilén hidrofób anyag). Lezártuk a maszkok felhajtott részeit. Ezt követően az arcmaszkokat 6 UVC lámpával sugároztuk be 1 méter távolságról TÜV PL-L 95W/4P HO 1 CT) 95 W nagyteljesítményű 27W UVC sugárzással. Minden lámpa 2,5 W/m² UVC kibocsátással rendelkezik 1 m távolságban. A maszkok mindkét oldalát 20 percig besugároztuk. A 40 pernyi besugárzást követően begyűjtöttük a gézlapokat és inkubáltuk őket tioglikolát levesben (Oxoid) 36°C O₂ 40 órán keresztül. Tizenhat, majd 40 óra elteltével vizuálisan megvizsgáltuk a leveket és 10 µl tioglikolát levesből szubkultúrát készítettünk birkavér agaron (Oxoid) 36°C O₂ egy éjszakán át. Következő napon megvizsgáltuk a vér agarokat és meghatároztuk a baktériumokat MALDI-TOF MS (Bruker) szerint.

Eredmények

Transzmisszió mérése az UVC indikátorral

Kb. 10 mJ/cm² dózis volt megfigyelhető az M3 FFP1 maszk mögött kb. 2700 mJ/cm² alkalmazott dózissal 30 perces, 6 lámpával történő besugárzás során, egyenként 2,5 W/m² teljesítménnyel. A maszk UVC átérésztés első megközelítése ezért 0,37 %.

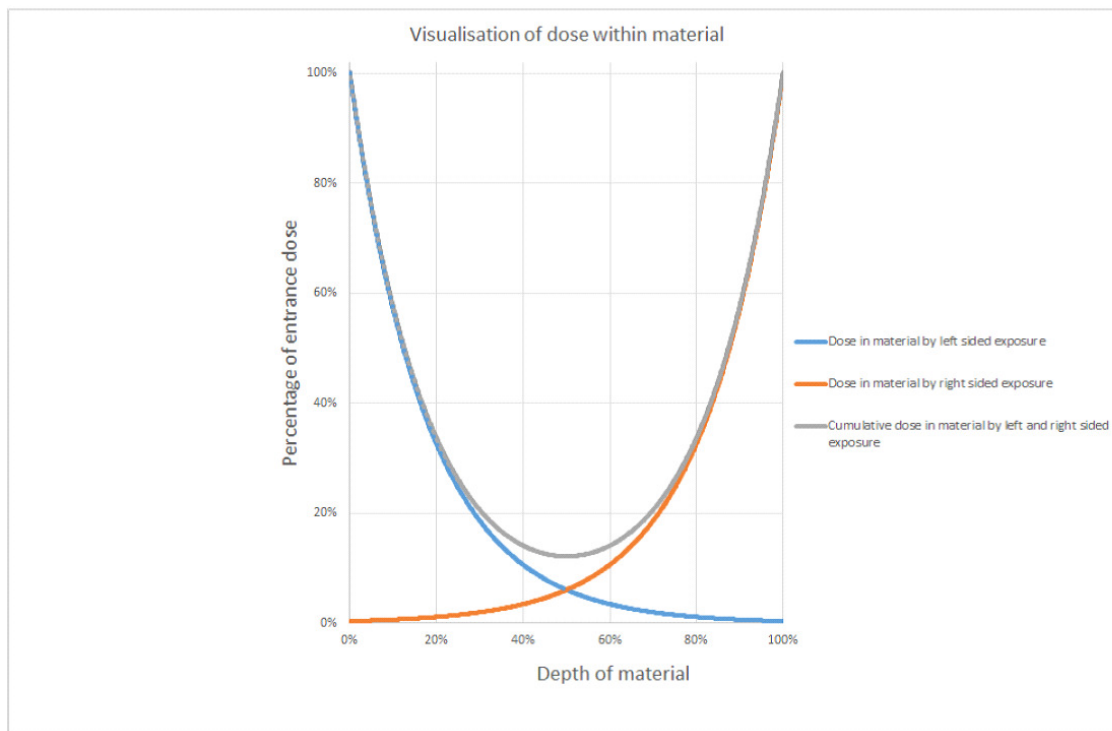


2. ábra – Balra a maszk mögött mért dózis. A jobb oldalon egy olyan indikátor, amelyet még nem ért besugárzás. AZ MRSA színe megfelel a 10 mJ/cm²-nek.

A 2. ábra azt mutatja, hogy a dózis eloszlása a besugárzott indikátoron nem homogén. A maszk

anyaga miatt a maszk némelyik részében több az árnyékolás, mint más részeiben. Ráadásul egy bizonyos árnyékolt résszel is számolni kell a gyakorlatban.

Az árnyékolási tényező figyelmen kívül hagyásával és feltételezve az exponenciális gyengülést egy homogén anyagban az anyag közepében minimális dózisszinttel kell számolni. A dózis az anygmélység 50 %-nál az anyag 100 %-nál tapasztalható áteresztés négyzetgyöke. Az anyag elülső és a hátsó oldalán történő egységes besugárzás tovább duplázza a dózist az anyag közepében. A 3. ábra egy 0,37 %-os kalkulált értéket mutat az anyag közepében $2 \cdot 0.0037^{\frac{1}{2}} = 0.122$ vagy 12,2 % értékkel a belépési dózishoz viszonyítva.



3. ábra: Az UVC dózis vizualizációja homogén anyagban árnyékhataás nélkül

UVC áteresztés mérése UVC mérővel

18,1 W/m² UVC intenzitás volt mérhető belépési dózisként az FFP maszknál és a háttér intenzitás 0.002 W/m² volt. A mért UVC intenzitás, amely keresztülment az FFP szűrős és sima maszkokon korrigálva lett a háttér intenzitás miatt és a 3. táblázatban láthatók. Az áteresztés meghatározása: a kilépő UVC intenzitás viszonyítva a belépési intenzitással. Az anyag közepében lévő dózis kiszámításánál exponenciális csökkenést és nem árnyékhataást kalkuláltunk. AZ UVC áteresztés az FFP2 Aura™ 1862+ esetében nem volt mérhető az UVC mérővel és 0.001 W/m² alatt lesz, amely megfelel a maszk közepében lévő intenzitással, amely a belépési intenzitásnál 1,5 %-kal alacsonyabb.

3. táblázat: UVC átérésztés a különböző FFP maszkoknál

Respirator type	Measured intensity W/m ²	% transmission	Calculated intensity in the middle of the mask
medline / white surgical facemask	1.365	7.55%	55.0%
KN95	0.931	5.15%	45.4%
Kolmi air PRO™	0.308	1.71%	26.1%
Surgical facemask blue 3M	0.126	0.70%	16.7%
FFP1 Aura™ 1861+, 3M	0.008	0.05%	4.3%
FFP2 Aura™ 1862+, 3M	<0.001	-	-

S.aureus sorozatos hígítás UVC fertőtlenítési kísérlet

A 4. táblázatban azt látjuk, hogy a folyamat kontrolljai, az 1,7,11 és a 17 pozitívak. Ezek nem voltak UVC-vel kezelve. A negatív kontrollok továbbra is negatívak maradtak, kivéve a 16. számút. A 16 -os *Bacillus subtilis*-t (ismert szennyezőanyag) mutat. Az FFP2 maszkoknál nem volt növekedés kimutatható $2 \cdot 10^7$ (vagy alacsonyabb) *S. aureus* CFU/ml beoltást követően. Az FFP1 maszkok közepében legalább 8 log *S. aureus* csökkenést érünk el. A sebészeti IIR maszkok $2 \cdot 10^9$ CFU/ml *S. aureus*-szal történő beoltása növekedést mutat, de nem mutat növekedést, ha a beoltás $2 \cdot 10^8$ (vagy alacsonyabb) CFU/ml *S. aureus* volt. Az IIR sebészeti maszkok külső felén 8 log *S.aureus* csökkenést értünk el.

4. táblázat: A *S.aureus*-szal beoltott arcmaszkok UVC besugárzása

Number	Mask type	CFU/ml	Growth on blood agar – 40 hours
1 No irradiation	FFP1 3M	$2 \cdot 10^8$	Growth <i>S. aureus</i>
2	FFP1 3M	$2 \cdot 10^8$	No growth
3	FFP1 3M	$2 \cdot 10^7$	No growth
4	FFP1 3M	$2 \cdot 10^6$	No growth
5	FFP1 3M	$2 \cdot 10^5$	No growth
6	FFP1 3M	0.9% NaCl	No growth
7 No irradiation	FFP2 3M	$2 \cdot 10^7$	Growth <i>S. aureus</i>
8	FFP2 3M	$2 \cdot 10^7$	No growth
9	FFP2 3M	$2 \cdot 10^6$	No growth
10	FFP2 3M	0.9% NaCl	No growth
11 No irradiation	Surgical IIR	$2 \cdot 10^9$	Growth <i>S. aureus</i>
12	Surgical IIR	$2 \cdot 10^9$	Growth <i>S. aureus</i>
13	Surgical IIR	$2 \cdot 10^8$	No growth
14	Surgical IIR	$2 \cdot 10^7$	No growth
15	Surgical IIR	$2 \cdot 10^6$	No growth
16	Surgical IIR	0.9% NaCl	Contamination: <i>Bacillus subtilis</i>
17 No irradiation	FFP1 Kolmi	$2 \cdot 10^8$	Growth <i>S. aureus</i>
18	FFP1 Kolmi	$2 \cdot 10^8$	No growth
19	FFP1 Kolmi	$2 \cdot 10^7$	No growth
20	FFP1 Kolmi	$2 \cdot 10^6$	No growth
21	FFP1 Kolmi	$2 \cdot 10^5$	No growth
22	FFP1 Kolmi	0.9% NaCl	No growth

Megbeszélés

Az FFP maszkok alapos fertőtlenítéséhez szükséges besugárzás megállapítása a mért áteresztés és a feltételezett D90 érték alapján kalkulálható. Például az FFP1 M3 maszknál, amelyet ebben a kísérletben használtunk 4,3 % volt a dózis az FFP1 maszk közepében. Ahhoz, hogy 8 log csökkenést érjünk el a SARS-COV-2 esetében egy 8×30 vagy 240 J/m^2 D90 30 J/m^2 dózis lenne szükséges az FFP1 maszk közepében. A külsőleg alkalmazott dózisnak nagyobbnak kellene lennie, mint $204 / 0,043 = 5580 \text{ J/m}^2$. Lehetséges ilyen dózis szintet elérni, ha oldalanként 5 percig besugározzuk a mi klinikai készülékünkkel. A gyakorlatban ennek a besugárzási időnek a többszörösét alkalmaztuk, figyelembe véve az olyan lehetséges hatásokat, mint a mikroárnyékolás és sugárzás szóródása.

Az FFP1 maszkok (3M és Kolmi) belsejében és az IIR sebészeti maszk külsején 8 log *S. aureus* csökkenést mutattunk ki. Ezen túlmenően 7 log *S. aureus* csökkenést mutattunk ki az FFP2 maszkok közepében. A SARS-CoV-2 csökkenése hasonló vagy még jobb lenne, a valódi D90 értéktől függően, amely várhatóan alacsonyabb, mint az *S. aureus*-é.

Annak ellenére, hogy az FFP2 maszkokon keresztülhaladó UVC mérése limitált, nyilvánvaló, hogy elegendő az FFP2 maszkokat mindkét oldalukról besugározni, hogy elegendő UVC dózist lehessen elérni az FFP2 maszkon belül. A mérési limit a belépési dózis 1,5 %-án van az FFP2 maszk közepében. Elméletileg lehetséges lenne elérni 8-10 log *S. aureus* csökkenést az FFP2 maszkban. Nem teszteltünk $2 \cdot 10^7$ CFU/ml koncentrációra, mivel a fényáthaladási kísérleteink kezdetben olyan irányba vezettek minket, hogy azt hittük az FFP2 maszkok nem alkalmasak UVC fertőtlenítésre. A sebészeti IIR maszk a $2 \cdot 10^9$ *S. aureus* CFU/ml beoltásnál növekedést mutatott 20 perccel azután, hogy a maszk mindkét oldalát besugározták. Ez a baktériumkoncentráció normál esetben csak a betegek beleiben fordul elő. Más tényezők is közre játszhatnak, amelyek az UVC fertőtlenítést limitálhatják extrém magas koncentráció esetében. Azt javasoljuk, hogy a láthatólag is szennyezett maszkokat hagyják ki az UVC fertőtlenítésből. Az irodalom azt mutatja, hogy különböző maszkoknál az alkalmazott fertőtlenítő hatású UVC szint hatékonyságának gyengülése nem várható¹⁶. Tapasztalataink szerint egyedi alkalmassági teszt nem vezetett a fertőtlenített maszkok elutasításához. Az UVC fertőtlenítési folyamatot többször is meg lehet ismételni. Mi háromszor ismételtük az eljárást.

Következtetés

Megmutattuk, hogy lehetséges elegendő UVC dózist biztosítani az IIR sebészeti maszkok, az FFP1 és FFP2 szűrővel rendelkező maszkok esetében, hogy 7 és 8 log *S. aureus* csökkenést érjünk el. A *S. aureus* UVC-érzékenysége hasonló a SARS-CoV-hoz. Mivel a SARS-CoV-2 nagyon hasonlít a SARS-CoV-hoz ezért hasonló fertőtlenítési eredményt feltételezünk. Az általunk alkalmazott UVC dózis nem hat a maszkok anyagára és hatékonyságára. Ezért az arcra illeszkedésük nem változik az ismételt UVC kezelés hatására. Az arcmaszk és a szűrővel ellátott maszkok újbóli használatának folyamatát gondosan monitorozni kell. A maszkokat biztonságos körülmények között kell összegyűjteni, szemrevételezni és megjelölni, hogy hányszor kezelték UVC-vel.

A maszkok stabilitása az UVC besugárzás alatt és széleskörű alkalmazhatósága, az UVC lámpák elérhetősége a fertőtlenítés széles skáláját nyújtja.