

Analýza HW platformy na prevádzku jednotného informačného systému Life Defender

Projekt Life Defender - Ochrana života



Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt *Life Defender – Ochrana života*, ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

bizzcom

Bizzcom s.r.o, Šľachtiteľská 591/2, 919 28 Bučany
tel.: +421 903 990 659
www.bizzcom.sk

ISBN 978-80-974475-1-9
© Bizzcom, s.r.o., 2022



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Táto publikácia je dielom kolektívu autorov:
Ing. Branislav Rabara, Ing. Peter Drimák, Ing. Peter Grejták

Ostatní autori:
Ing. Vladimír Krivda, Ing. Peter Ikrényi, Ing. Martin Klunga, Ing. Michal Gallia, Matej Kurbel

OBSAH

1 ÚVOD	5
1.1 Vízia	7
1.2 Členenie dokumentu	8
2 DOMÁCA KARANTÉNA	9
2.1 Úvod	9
2.1.1 Zisťovanie miesta nákazy infekcie COVID-19.....	9
2.1.2 Prenos SARS-CoV-2 vzduchom	10
2.1.3 Telemedicína	11
2.1.4 Obezita - faktor ovplyvňujúci zhoršenie stavu pacientov pri COVID-19	12
2.2 Jadro	14
2.2.1 Monitorovacie zariadenia ľudského tela	14
2.2.2 Oxymetre	15
2.2.2.1 Prstový pulzný oxymeter	15
2.2.2.2 Pulse oximeter	16
2.2.2.3 iHealth AIR PO3	18
2.2.2.4 iCare - najmenší kardiovaskulárny tester	19
2.2.3 Medisana pulzný oxymeter PM 100	23
2.2.4 Medisana osobná váha BS 444	25
2.2.5 Medisana ViFit Touch Activity Tracker	26
2.2.6 Teplomer Medisana TM 750	28
2.2.7 Tlakomer na paže BU540	30
2.2.8 Medisana VitaDock+ App 2.0	32
2.2.9 M880 Handheld Patient Monitor Oximeter	36
2.2.10 Checkme	37
2.2.10.1 Technické špecifikácie	41
2.2.11 AIRBP	45
2.3 Zhrnutie	45
3 AUTOMATICKÁ TESTOVACIA BUNKA	47
3.1 Možné vzťahy s komorbiditami dýchacích ciest spôsobené pracovnou expozíciou rôznym nebezpečným bioaerosolom. Časť II. Klinický priebeh, diagnostika, liečba a prevencia....	47
3.2 Okamžité usmernenie pre klinické laboratória, komerčných výrobcov a zamestnancov Správy pre potraviny a liečivá	48
3.3 Popis aktuálneho stavu	49
3.4 Jadro	50
3.4.1 Vyhodnotenie praktickosti osobitného testu SARS-Cov-2 z krvi odobratej z prsta prispôbeného pre všeobecnú populáciu	50
3.4.2 Diagnostický panel RT-PCR v reálnom čase	52
3.4.3 Dlhodobé poznávacie príznaky COVID-19 na FDG-PET/CT: štúdia prípadovej kontroly	53
3.4.4 Diagnostická presnosť rýchlych antigénových testov na COVID-19 v porovnaní s vírusovým genetickým testom u dospelých: protokol o systematickom hodnotení.	53
3.4.5 Vyhodnotenie rýchleho testu antigénu Abbott Binax TERAZ na infekciu SARS-CoV-2 u detí: Dôsledky skríningu v školskom prostredí.	54
3.4.6 Používanie bežných krvných testov na pomoc pri diagnostike COVID-19 u symptomatických hospitalizovaných pacientov.	55
3.4.7 Presnosť štyroch imunotestov s laterálnym prietokom pre protilátky anti SARS-CoV-2:	

porovnávacie štúdiá „head-to-head“	56
3.4.8 Variabilita detekcie COVID-19	57
3.4.9 Alternatívy a riešenia, ktoré už boli predstavené	60
3.4.9.1 QVS-96S	60
3.4.9.2 Automatizovaný testovací systém COVID-19 PCR.....	61
3.4.9.3 Robot automatizujúci testovanie vzoriek na COVID-19	61
3.4.10 Automatizovaný robot odoberá výtery na bezpečné testovanie COVID-19.....	62
3.4.10.1 Testovací robot STRIP-1 vyvinutý pre testovanie COVID-19.....	62
3.4.10.2 Vývoj automatického robotického systému na testovanie vírusov pomocou PCR.....	62
3.4.11 Robolúcia alebo dokonca kobolúcia?.....	63
3.4.12 Kľúčové vlastnosti kolaboratívnych robotov	64
3.4.13 Kedy je vhodné využiť na automatizáciu kolaboratívne roboty ?	64
3.4.14 Návrh od ABB pre robotické riešenie v nemocniciach	65
3.4.15 Spolupracujúci robot pre medicínu LBR MED	66
3.4.16 COBOTTA pre laboratórnu automatizáciu od DENSO ROBOTIC.....	67
3.4.16.1 UR3e	68
3.4.16.2 Spolupráca robota YuMi –IRB 14000 pri vzorkovaní.....	69
3.4.16.3 6-osové priemyselné roboty HE	70
3.4.17 Strojové videnie	71
3.4.17.1 PEKAT VISION© Smart Camera.....	72
3.4.17.2 Pracovný asistenčný kamerový systém RICOH SC-10A	73
3.4.17.3 Cognex	73
3.4.17.4 Kamera rady D900.....	74
3.4.17.5 Kamera rady IS9000.....	74
3.4.17.6 Kamery rady IS-8000.....	75
3.4.17.7 Kamery radu IS-7000.....	75
3.4.18 Deep learning pomocou kamier cognex.....	76
3.5 Zhrnutie.....	76
4 AUTOMATICKÁ DEZINFEKCIA	77
4.1 Úvod	77
4.1.1 Časté otázky o dezinfekcii.....	77
4.1.2 Čistenie a dezinfekcia povrchov životného prostredia v súvislosti s COVID-19.....	79
4.1.3 Informácie o bezpečnosti používania chemickej dezinfekcie v boji proti COVID-19.....	82
4.1.4 Monitorovanie životného prostredia a kontrola infekcií	84
4.1.5 Priestorové zmeny rozpusteného organického dusíka v povrchových vodách Wu-chanu: Korelácia s výskytom vedľajších produktov dezinfekcie počas pandémie COVID-19.....	84
4.2 Jadro	85
4.2.1 Vývoj a vylepšenie efektívnej metódy dezinfekcie vzduchu ozónom - Plyn ako dekontaminačný prostriedok.....	88
4.2.2 Vznikajúca inovatívna technológia UV dezinfekcie	90
4.2.3 Účinok kontinuálneho a prerušovaného ožarovania a fluktuatívnej odozvy 222 nm ultrafialového žiarenia na kontamináciu SARS-CoV-2	91
4.2.4 Vyhodnotenie prenosného ultrafialového zariadenia C (UV-C) na dekontamináciu povrchu nemocnice	94
4.3 Autonómne roboty pomáhajú zabíjať koronavírusy v nemocniciach.....	98
4.3.1 Aitheon	99
4.3.2 Dimer UVC Innovation.....	100

4.3.3	<i>Sherpa Mobile Robotics</i>	100
4.3.4	<i>Metralabs GmbH</i>	101
4.3.5	<i>University of Illinois Urbana-Champaign</i>	102
4.3.6	<i>Fraunhofer IPA</i>	102
4.4	Air Cleaner – profesionálna sterilizácia vzduchu	103
4.5	Generátor Ozónu	104
4.6	Analýza možnosti dezinfekcie povrchov pomocou prenosných hmlovín v ére epidémie SARS-CoV-2	106
4.6.1	<i>Dezinfekcia „suchou hmlovinou“</i>	108
4.6.2	<i>Mobilná dezinfekčná jednotka Sputnik</i>	109
4.6.3	<i>DEZINFEKČNÁ BRÁNA</i>	110
4.6.4	<i>Dezinfekčný tunel EmiControls</i>	111
4.7	Zhrnutie	112
5	SUMÁRNY ZÁVER	113
6	ZDROJE	114
7	ZOZNAM OBRÁZKOV	119
8	ZOZNAM TABULIEK	121

1 ÚVOD

Dokument zobrazuje výstup v súlade s cieľom Aktivity č. H3 – „Riešenie HW platformy na prevádzku jednotného informačného systému Life Defender – ochrana života“; konkrétne pre míľnik č.1 – „Analýza potrieb spoločnosti“.

Pandémia ochorenia COVID-19, tiež známa ako pandémia koronavírusu, je v súčasnosti stále prebiehajúca globálna pandémia spôsobená prenosom akútneho respiračného syndrómu zvaného SARS-CoV-2. Vírus bol prvý raz objavený v decembri 2019 v čínskom meste Wu-chan, konkrétne v provincii Chu-pej. Svetová zdravotnícka organizácia vyhlásila mimoriadnu udalosť verejného zdravia 30. januára 2020 a následne 11. marca 2020 bola organizáciou vyhlásená pandémia tohto ochorenia. K 26. máju 2021 bolo potvrdených viac ako 168 miliónov prípadov a viac ako 3,5 milióna úmrtí na COVID-19 vo viac ako 190 krajinách alebo regiónoch sveta. Najviac postihnuté pandémiou sú USA, India, Brazília, Francúzsko a Turecko.

Na Slovensku sa prvý prípad objavil 6. marca 2020. K 26. máju 2021 bolo 389 176 osôb testovaných pozitívne a 12 312 na následky ochorenia zomrelo.

Vírus sa najčastejšie šíri blízkym fyzickým kontaktom. Šíri sa najmä vzduchom, predovšetkým malými kvapôčkami alebo aerosólmi, keď infikovaná osoba dýcha, kašle, kýcha alebo rozpráva. Môže sa taktiež prenášať cez kontaminované povrchy. Čas medzi nakazením a prepuknutím choroby je obvykle 5 dní, avšak tento čas sa môže pohybovať v rozmedzí dvoch až štrnástich dní.

Pandémia spôsobila globálne spoločenské a ekonomické narušenie vrátane najväčšej globálnej recesie od veľkej hospodárskej krízy. Viedla takisto k odloženiu alebo zrušeniu väčšiny športových, náboženských, politických a kultúrnych udalostí či k rozsiahlym nedostatkom potravín zapríčinených panickým nakupovaním.

Príchodom COVID-19 sa ľudstvo ocitlo v náročnej situácii. Jednotlivé kompetentné orgány sa snažili čo najefektívnejšie zabrániť šíreniu tohto vírusu, a preto sa postupne nasadzovali jednotlivé pandemické opatrenia. Začali sa aplikovať nesprávne neefektívne zákazy, ktoré vychádzali iba z čiastočných dát. Absencia presných dát o mieste nákazy spôsobila neefektívne uplatňovanie protipandemických opatrení. Nedostatok informácií o priebehu ochorení v domácej karanténe spôsobilo neskoršie preťaženie nemocníc, čím sa zvýšila úmrtnosť nielen kvôli tomuto ochoreniu.

Kapacity jednotlivých nemocničných zariadení sa rýchlym nárastom zaplnili, čím sa pacienti kategorizovali do skupín na akútnu liečbu v nemocniciach a pacientov v domácej karanténe. Počas tohto obdobia jednotlivé kompetentné orgány kooperujú s neúplnými čiastočnými dátami o občanoch, ktorí sa liečia v domácej karanténe. Na základe týchto čiastočných dát sa vykonáva nastavenie liečby pacientov, ako aj sledovanie ich priebehu na diaľku. Pacienti nie sú pod priamym dohľadom lekárov, a preto je to rizikovejšie a obtiažnejšie nastaviť správnu liečbu.

Tento obrovský deficit relevantných a úplných dát v tejto pandemickej situácii je základným kameňom na správny posun či pokrok v boji proti tomuto vírusu.

Pre správnu liečbu v tejto situácii je nevyhnutné dostať na trh zariadenie, ktoré by monitorovalo základné životné funkcie pacienta a zároveň by sprístupnilo a zdieľalo namerané hodnoty s ošetrovúcim lekárom.

Ďalším významným problémom v tejto pandemickej situácii je vykonávanie odberov a testov na COVID-19 u jednotlivých pacientov, kedy do styku s testujúcim vstupoval ľudský faktor, ktorý odoberal vzorku a administratívny pracovníci, ktorí zaznamenávali vstupné dôležité informácie o testujúcom. Týmto vstupom zdravotníka, ako aj administratívneho personálu, bol testovaný človek v riziku, že sa môže nakaziť od niektorého z týchto ľudí.

Mnoho významných odborníkov sa domnieva, že štvrtá priemyselná revolúcia práve prebieha a označuje sa ako Industry 4.0, cieľom tejto revolúcie je povýšiť automatizáciu výrobných cyklov na vyššiu

úroveň, a to tak, že sa zabezpečí komunikácia medzi jednotlivými zariadeniami prostredníctvom internetu. Preto je nevyhnutné v tomto pandemickom období vytvoriť nezávislú automatickú testovaciu banku na zabránenie šíreniu COVID-19 bez akejkolvek asistencie zdravotných pracovníkov.

Počas náročnej pandemickej situácie sa vírus v rýchlom meradle šíri, a preto je nevyhnutné s ním bojovať čo najefektívnejšie, a to dôkladným čistením, sanitáciou, ako aj dezinfekciou jednotlivých zariadení a predmetov, ktoré mohli byť s vírusom v kontakte.

Pri jednotlivých spôsoboch sanitácie, čistenia a dezinfekcie sa praktizujú iné prostriedky na odstraňovanie nečistôt, choroboplných zárodkov a mikroorganizmov, a taktiež sú aplikované rozdielne postupy pri pracovaní s danými prostriedkami. Netreba zabudnúť ani na často kladené otázky týkajúce sa dezinfekcie, ako aj na podrobné popísanie a usmernenie k čisteniu a dezinfekcii životného prostredia a poskytnutie informácií týkajúcich sa bezpečnosti používania chemickej dezinfekcie v boji proti COVID-19. Dôležité je aj poskytnutie všeobecných informácií o dezinfekčných prostriedkoch registrovaných na EPA a informácií o možných rizikách pre zdravie, ako aj informácií o odporúčaných osobných ochranných prostriedkoch. V neposlednom rade je nutné spomenúť aj monitorovanie prostredia pre zníženie, resp. zabránenie šíreniu koronavírusu.

Preto je nevyhnutné zariadenie, ktoré bude bezpečne aplikované a bude vykonávať dezinfekciu pracovného prostredia s vhodnými dezinfekčnými prostriedkami.

1.1 Vízia

V aktuálnej pandemickej situácii je proces zozbierania jednotlivých dát a ich aplikovanie na veľmi nízkej úrovni. Aktuálne vychádzame z čiastkových informácií pre určovanie jednotlivých opatrení, nastavovanie liečby pre pacientov, ako aj pre rozhodovanie kompetentných orgánov. Pričom niektoré platformy vystupujúce v tomto procese zbierajú nevyhnutné dáta, ale neexistuje tu konzistentná previazanosť týchto dát. Na správny a účinný boj proti tejto pandémie je nevyhnutný zber komplexných dát a ich následná účinná aplikácia.

Vo väčšine krajín sa rieši problematická skutočnosť o chýbajúcich informáciách a o mieste nakazenia. Stanovenie presného ohniska nákazy je kľúčovým aspektom pri ranej eliminácii epidémie. Pri chýbajúcich informáciách o presných ohniskách nákazy nastáva stav uzavretia celej ekonomiky v snahe ochrániť životy. Tento kritický stav je potom podložený na neinformovanosti o priebehu a závažnosti ochorenia COVID-19 počas domácej karantény.

Chýbajúce informácie o priebehu ochorenia počas domácej karantény spôsobuje, že nevieme predpovedať vývoj situácie a ani to, koľko ľudí bude nutné hospitalizovať. Taktiež príchody pacientov do nemocníc sú zle načasované. Časť pacientov prichádza do nemocníc predčasne a následne sú poslaní naspäť do domácej liečby, čím sa zvyšuje mobilita a riziko nákazy. Druhá časť pacientov zas prichádza neskoro, kedy je ich stav kritický, a tým sa značne predlžuje čas liečby a zvyšuje riziko úmrtia. Ku správne smerovanej predikcii potrebujeme nevyhnutné informácie o jednotlivých pacientoch z domácej liečby, ako aj informácie o skupine obyvateľstva, ktorá je identifikovaná ako riziková skupina. Na základe chýbajúcich dát nevieme jednoznačne vykonať predikciu vývoja pandémie v štáte.

Ďalšou problematickou oblasťou je forma testovania pacientov. Počas aktuálnej pandémie disponujeme nedostatkom personálu na pokrytie potrieb testovania. Pri jednotlivých testovaniach prichádza do kontaktu s pacientom personál, či už administratívny, alebo zdravotný, ktorý je nastavený vysokému riziku nakazenia. Pri procese testovania sa pristupuje ku komplikovanej administratíve, kedy do zberu dát vstupuje ľudský faktor, čím môže dochádzať napr. aj k chybovosti zadávaných údajov.

Dezinfekcia priestorov v nemocniciach a na pracoviskách je taktiež závažnou problematickou oblasťou, kedy je personál v týchto zariadeniach vystavený vysokému riziku nákazy. Pri dezinfekcii často nedisponujú zdravotníci informáciami o mieste a stupni zamorenia, tým pádom rizikovým miestam zvýšeného zamorenia nie je venovaná adekvátna pozornosť pri samotnom procese dezinfekcie.

Víziou tohto míľníka je vytvorenie hardverových prototypov, ktoré pomôžu odstrániť vyššie uvedené nedostatky. Základným aspektom pre riešenie problematiky v domácej karanténe je vytvorenie zariadenia alebo modifikovanie už existujúceho zariadenia tak, aby spĺňalo jednotlivé požiadavky, napr. špeciálne požiadavky pre zbieranie údajov o pacientoch na diaľku. Pre problematiku testovania je potrebné vytvoriť model mobilnej automatickej testovacej bunky, ktorá zvýši efektivitu testovania, zníži chybovosť a zároveň ochráni ľudský personál. Ako posledný aspekt tejto časti míľníka je potrebné vytvorenie prototypu automatickej dezinfekcie, ktorá odstráni riziko nákazy pracovníka a zároveň zvýši efektivitu procesu dezinfekcie prostredia.

1.2 Členenie dokumentu

Aktivita H3 sa rozdeľuje na 3 základné pracovné balíky, ktoré zároveň vystupujú ako hlavné kapitoly dokumentu:

- Experimentálny vývoj prototypu liečby v domácej karanténe (pracovný balík (ďalej iba PB) 3.1)
- Experimentálny vývoj prototypu a variantov automatickej testovacej bunky (PB 3.2)
- Experimentálny vývoj prototypu dezinfekčného automatu (PB 3.3)

Výstupmi každého pracovného balíka je pre míľník č.1 analýza, ktorá vedie k definovaniu možností a zhodnoteniu použiteľnosti ponúkaných alternatív spolu so závermi, ktoré alternatívy ponúkajú najlepšie možnosti rozvoja z hľadiska nadväznosti na ďalšie míľniky projektu.

Oficiálnym výstupom jednotlivých analýz pracovných balíkov sú tieto prototypy riešenia:

- Prototyp databázy výsledkov testov. pre PB 3.1
- Prototyp analýzy miery a priebehu testovaných symptómov pri testovanej osobe. pre PB 3.1
- Prototyp analýz a reportov samostatných symptómov – pandemická mapa. pre PB 3.1
- Prototyp databázy výsledkov testov. pre PB 3.2
- Prototyp analýzy miery a priebehu testovaných symptómov pri testovanej osobe. pre PB 3.2
- Prototyp analýz a reportov samostatných symptómov – pandemická mapa. pre PB 3.2
- Dizajn prototypu testovacej bunky vizualizovaný prostredníctvom virtuálnej reality. pre PB 3.2
- Prototyp Identifikácie miery zamorenosti priestoru. pre PB 3.3
- Prototyp nástroja na vyhodnotenie vplyvu množstva prachových častíc vo vzduchu na stav znečistenia v priestore a na rôznych materiálových plochách. pre PB 3.3
- Prototyp procesu zabezpečujúceho efektívnu dezinfekciu zamorených priestorov. pre PB 3.3
- Prístupnosť reportov pre Národné centrum zdravotníckych informácií, Regionálne úrady verejného zdravotníctva, samosprávy či ostatné inštitúcie. pre PB 3.3

2 DOMÁCA KARANTÉNA

2.1 Úvod

V aktuálnej náročnej pandemickej situácii sme ešte stále v stave, kedy kompetentné orgány majú neúplné informácie o občanoch, ktorí sa liečia doma, čiže pacienti sú v domácej karanténe, a tým pádom nie sú pod priamym dohľadom lekárov a tí nevedia o ich aktuálnom zdravotnom stave. Tento vážny problém nedostatku aktuálnych informácií o pacientoch spôsobuje náročné nastavenie správnej a účinnej liečby odborným lekárom.

Počas pandémie Európska únia a jej jednotlivé štáty zaznamenávajú dosť odlišné priebehy ochorenia pri jednotlivých pacientoch, pričom tieto priebehy nie sú podložené hodnotnými dátami, na základe ktorých by sa dali robiť relevantné opatrenia. Pri takejto forme pandémie je bezpodmienečne nevyhnutné mať základný kameň, ktorým sú v tomto prípade aktuálne a relevantné dáta od pacientov. Takéto dáta sú nevyhnutné na to, aby sme mohli predpokladať priebeh pandémie a postupne tak prísť na riešenie prebiehajúcej situácie.

Tieto závažné nedostatky dôležitých dát v aktuálnej pandemickej situácii chceme odstrániť a to tak, že jednotlivé dáta o priebehu liečby z domácich karantén chceme priebežne zbierať a posilať odborným lekárom pre ich promptnú a účinnú liečbu pacientov a taktiež s tým spätú predikciu šírenia ochorenia a jeho následného liečenia.

2.1.1 Zisťovanie miesta nákazy infekcie COVID-19

V dnešnej dobe je hlavným cieľom všetkých krajín docieľiť spomalenie šírenia COVID-19 bez toho, aby museli zaviesť radikálne národné obmedzenia, pričom jedným z hlavných aspektov dôležitosti je sledovanie nákazy (Obr.č.1) na miestnej úrovni, kde sa identifikujú konkrétne oblasti nákazy. Z toho následne vyplývajú ciele zásahy.



Obr. č. 1 Graf miesta nakazenia

Počas observačnej štúdie od 24.marca do 29. septembra 2020 v Anglicku respondenti používali aplikáciu COVID Symptom Study, do ktorej zadávali svoje symptómy. Používateľom tejto aplikácie boli pridelené RT-PCR testy na COVID-19 testovanie, pričom sa vychádzalo z počiatočného bodu, kedy boli používatelia zdraví. Raz za 9 dní hlásili akýkoľvek príznak. Výpočet výskytu COVID-19 vypočítali pomocou testov RT-PCR. Prevalenciu odhadli pomocou metódy založenej na príznakoch (na základe

logistickej regresie) a tiež metódy založenej na symptómoch a aj na výsledkoch výterov. Použili sa miery incidencie na odhad efektívneho reprodukčného čísla, $R(t)$, modelovanie systému ako Poissonov proces a Markov reťazec Monte Carlo. Na overenie tohto výskumu boli použité tri súbory údajov: Úrad pre národnú štatistiku (ONS) a ich Prieskum infekcie spoločenstvom, štúdia Real-Time Assessment of Community Transmission (REACT-1) a údaje vlády Spojeného kráľovstva z testovania. Taktiež sa použili geograficky podrobné odhady na zvýraznenie oblastí s rýchlo sa zvyšujúcim počtom prípadov alebo hotspotov.

Zistením celej štúdie bolo, že do aplikácie sa v rozmedzí od 24. marca do 29. septembra 2020 prihlásilo celkovo 2 873 726 používateľov žijúcich v Anglicku, z ktorých 2 842 732 (98,9 %) poskytlo relevantné informácie o denných hodnoteniach. Títo používatelia poskytli celkovo 120 192 306 denných správ o svojich príznakoch a odborníci zaznamenali výsledky zo 169 682 testov ľudí pozvaných na výtery. Na národnej úrovni odhady incidencie a prevalencie preukázali podobnú citlivosť na zmeny ako tie, ktoré boli hlásené v štúdiách ONS a REACT-1. 28. septembra 2020 bolo štúdiou odhadovaná incidencia 15 841 (95 % CI 14023–17885) denných prípadov s prevalenciou 0,53 % (0,45–0,60), a $R(t)$ of 1,17 (1,15–1,19) v Anglicku. Na geograficky podrobnej úrovni bolo 28. septembra 2020 zistené, že až 15 (75 %) z 20 regiónov malo najvyšší výskyt ochorenia podľa údajov vládných testov.

Touto metódou, ktorá bola použitá v Anglicku by bolo možné zistiť rýchle zväčšenie počtu prípadov v regiónoch, kde je vládne testovacie zabezpečenie nižšie. Údaje z mobilných aplikácií poskytujú pružný zdroj informácií kompetentným činiteľom (politikom, doktorom a iným dôležitým subjektom), ktorým následne počas tohto obdobia rozvíjajúcej sa pandémie môžu tieto zozbierané informácie efektívnejšie napomáhať a promptnejšie rozhodovať o následných opatreniach. Tento zdroj dát slúži ako doplnková databáza k tradičným nástrojom na sledovanie chorôb. Touto metódou možno sledovať presné údaje miesta nákazy pacientov, z ktorých možno cielene nastaviť rýchle promptné protipandemické opatrenia na konkrétnu oblasť zamorenia.

2.1.2 Prenos SARS-CoV-2 vzduchom

Heneghan s kolégiom, ktoré sú financované prostredníctvom WHO, uverejnilo v marci 2021 fakt, že je nedostatok vzoriek obnoviteľnej vírusovej kultúry SARS-CoV-2, z čoho vyplýva, že je náročné vyhodnotiť pevné závery o vzdušnom prenose vírusu. Z tohto zistenia sa následne odvíjajú dôsledky na verejné zdravie.

Doterajšie výskumy preukazujú, že infekčný vírus sa šíri predovšetkým veľkými kvapkami a aerosólmi a práve z tohto dôvodu sa nastavujú kľúčové opatrenia na obmedzenie priameho kontaktu, čistenie povrchov, fyzické bariéry, fyzické dištancovanie sa, použitie masiek, nosenie čo najkvalitnejšej dostupnej ochrany pre pracovníkov a zdravotníkov v prvej línii. Je potrebné odlišovať od seba šírenie vírusu v interiéri a exteriéri s ohľadom na pohyb čerstvého vzduchu, pričom je exteriér jednoznačne vyhodnotený ako menej infekčný. Preto je v uzavretých priestoroch maximálne potrebné dodržiavať prísne nosenie masiek na prekrytie horných dýchacích ciest, aby sa zabránilo vdýchnutiu aerosólov, čiže šíreniu infekcie vzduchom. Prenos respiračných vírusov je ťažko priamo preukázateľný. Desaťročia usilovného výskumu ukázali, že choroby, ktoré sa kedysi považovali za šírené kvapkami, sú prenášané vzduchom.

Odber vzoriek vírusu prenášaného vzduchom je technicky náročný z niekoľkých dôvodov, medzi ktoré patrí obmedzená účinnosť niektorých metód odberu vzoriek na zber jemných častíc, dehydratácia vírusu počas odberu, poškodenie vírusu nárazovými silami, reaerosolizácia vírusu počas odberu a zadržiavanie v zariadení na odber vzoriek.

Niektorí ľudia sa vyhli infekcii SARS-CoV-2, pričom zdieľali vzduch s infikovanými ľuďmi, avšak táto situácia sa dá vysvetliť kombináciou faktorov, napr. vrátane variácií množstva vírusového vylučovania medzi infekčnými jedincami. Jednotlivé a environmentálne variácie znamenajú, že menšina primárnych prípadov (najmä jedinci, ktorí vylučujú vysoké hladiny vírusu vo vnútorných preplnených prostrediach so zlým vetraním) predstavuje väčšinu sekundárnych infekcií, ktoré sú podporované vysoko kvalitnými vírusmi.

Ako dôkaz prenosu respiračných kvapôčok SARS-CoV-2 bola uvedená ľahká infekcia medzi ľuďmi v tesnej vzájomnej blízkosti. Prenos v bezprostrednej blízkosti je však vo väčšine prípadov spolu so vzdialenou infekciou u niekoľkých osôb, ktoré zdieľajú vzduch, pravdepodobnejšie vysvetliť zriadením vydychovaných aerosólov so vzdialenosťou od infikovanej osoby. Chybný predpoklad, že prenos z bezprostrednej blízkosti zapríčiňujú veľké respiračné kvapky alebo fomity sa historicky po celé desaťročia používal na popieranie vzdušného prenosu tuberkulózy a osýpok. Toto sa stalo medicínskou dogmou ignorujúcou priame merania aerosólov a kvapiek, ktoré odhaľujú chyby, ako napr. ohromný počet aerosólov produkovaných pri respiračných činnostiach a ľubovoľná hranica vo veľkosti častíc 5 µm medzi aerosólmi a kvapôčkami, namiesto správnej hranice 100 µm. Niekedy sa tvrdí, že pretože kvapky dýchacích ciest sú väčšie ako aerosóly, tak musia obsahovať viac vírusov. Avšak pri chorobách, kde boli koncentrácie patogénov kvantifikované podľa veľkosti častíc, menšie aerosóly vykazovali vyššie koncentrácie patogénov ako kvapôčky.

Zo záveru štúdie vyplýva, že z nedostatku priamych dôkazov o SARS-CoV-2 vyplýva jednoznačne chybovosť. V niektorých vzorkách vzduchu je potrebné spochybniť prenos vzduchom a prehliadať kvalitu a pevnosť celkovej základne dôkazov. Existujú konzistentné a silné dôkazy o tom, že SARS-CoV-2 sa šíri vzdušným prenosom. Aj keď môžu prispieť aj iné trasy, domnievame sa, že vzdušná trasa bude pravdepodobne dominantná. Komunita verejného zdravia by mala konať podľa toho a bez ďalších oneskorení.

2.1.3 Telemedicína

V dnešnej dobe je telemedicína rozšírenou formou vyšetrovania pacientov. Telemedicína je v 21. storočí neoddeliteľnou súčasťou pokroku ľudstva vpred. Telemedicína je prenos medicínskych informácií na diaľku. Meranie prebieha v pohodlí domova, prípadne v zariadení sociálnych služieb, pomocou zdravotníckych prístrojov prispôbených k bezdrôtovému prenosu. Namerané hodnoty sú pomocou bluetooth technológie a mobilného telefónu prenášané do Národného dohľadového centra, kde sú údaje spracované a vyhodnotené. K takto nameraným hodnotám má v reálnom čase prístup aj ošetrojúci lekár pacienta.

Zatiaľ čo pandémia koronavírusov postupuje do celého sveta, poskytovatelia zdravotnej starostlivosti sa snažia udržať krok s očakávaniami v oblasti telemedicíny. Niektorí považujú zmenu online zdravotníctva za nepredvídané zisky - a dúfajú, že tento trend bude pokračovať aj po skončení krízy. Počas vypuknutia choroby COVID-19 telemedicína veľmi významne prispieva k zdravotnej starostlivosti, ktorá sa používa v celom rade metód. Zdá sa však, že pokiaľ ide o oslovenie ľudí počas vypuknutia choroby, telehealth systémy majú určité nedostatky. Okrem toho sa zdá, že existuje riziko, že telemedicína prispeje k nadmernému počtu návštev nemocníc, pokiaľ sa nebude dať efektívne využívať. V priebehu celosvetovej pandémie sa však zdravotnícke zariadenia musia snažiť prispôsobiť sa telemedicínskym službám. Počas tejto veľkej katastrofy sa telemedicína vyvíja ako odolné a komplexné preventívne opatrenie, preventívny mechanizmus a liečebné riešenie na obmedzenie expanzie COVID-19. Počas pandémie prehodnotíme hlavné výhody telemedicíny a pokúsime sa uhádnuť, či ide o dočasnú udalosť alebo tu telemedicína zostane navždy. Telemedicína vytvára priepasť medzi jednotlivcami, lekármi a systémami zdravotnej starostlivosti, čo umožňuje pacientom, najmä tým symptomatickým, zostať doma a interagovať s lekármi prostredníctvom virtuálnych sietí, čo pomáha minimalizovať prenos infekcie na veľkú populáciu a zdravotnícky personál. Pomocou telemedicíny môžeme pacientov rozdeliť do kategórií, ktoré si vyžadujú neodkladnú pomoc, a ktoré možno vynechať. Následne sa robia správne kroky pre jednotlivcov, ktorí sa podrobili predbežnej kontrole, šetria cennú energiu a pracovnú silu a zároveň zmierňujú riziká prenosu chorôb. Zapojené organizácie, žiaľ, v súčasnosti experimentujú iba s inováciami v oblasti telemedicíny a len začínajú chápať, že práve tieto inovácie sú dôležitými nástrojmi na zabezpečenie minimálneho pohybu potenciálne infekčných ľudí. Druhou funkciou telemedicíny je pomoc pri poskytovaní dennej liečby pacientom s významným rizikovým chronickým ochorením, pričom práve táto funkcia sa môže pri prebiehajúcej pandémii podceňovať. Vírus je veľmi nebezpečný a dokonca smrteľný pre ľudí so slabou imunitou a lekári môžu

týchto pacientov chrániť tým, že zabránia expozícii koronavírusu pomocou telemedicíny na vzdialené konzultácie. Včasná spolupráca medzi chronickými pacientmi a lekármi by tiež mala znížiť riziko ďalšieho rozvoja chronických chorôb. Tretia dôležitá funkcia je často menej jasná, ale stále veľmi dôležitá: lekári a odborníci v oblasti medicíny nie sú rezistentní na vírusy a sú vystavení väčšiemu riziku získania COVID-19 kvôli ich neustálemu prístupu k hospitalizovaným jednotlivcom. Títo lekári budú v karanténe, kým nebudú skontrolovaní a potvrdení, a stanú sa neprístupnými pre sektor zdravotníctva. Telemedicina môže byť nástrojom na správu COVID-19. Je tu však jedna zjavná medzera, ktorú treba napraviť. Pacienti majú často závažnejší problém, ako sa pôvodne zistilo, čo vedie k rýchlemu progresu ochorenia a vyžaduje si nemocničnú liečbu. Pravdou môže byť len to, že telemedicina, tak ako v súčasnosti existuje, musí byť pre COVID-19 revidovaná, aby lepšie zvládla včasné monitorovanie, hodnotenie a sledovanie každého, kto by mohol potrebovať ambulantné ošetrenie. Aká je budúcnosť telemedicíny? Doteraz pomáha telemedicina narovnať krivku a deaktivovať prenos vírusu. Poskytovaním tejto rýchlej a pohodlnej alternatívy sa zdravotnícki pracovníci snažia obmedziť cirkuláciu COVID-19 a chránia pacientov, ktorí patria do vysoko rizikových skupín. Centrá pre kontrolu a prevenciu chorôb obhajovali použitie alternatívnej liečby, keď sa začal príbeh COVID-19 a skonštatovali, že telemedicina je kritickým nástrojom v prípade pandémie a je meničom hry, pokiaľ ide o otázku poskytovania zdravotnej starostlivosti. Nie je to však dočasná udalosť. Väčšina odborníkov v oblasti zdravotnej starostlivosti súhlasí s tým, že telemedicina je budúcnosťou medicíny. Preto je obrovskou výhodou telemedicíny počas COVID-19 obdobia práve zabezpečenie bezpečnosti prenosu nákazy. Telemedicina odhaľuje svoj obrovský potenciál v dnešnom svete na dosiahnutie efektívnych prínosov pre spoločnosť.

2.1.4 Obezita - faktor ovplyvňujúci zhoršenie stavu pacientov pri COVID-19

Na základe štúdií vyplýva, že obezita je jeden z nevhodných faktorov, s ktorým človek bojuje a snaží sa ho minimalizovať do optimálnej hodnoty. Obezita je zároveň jedným z aspektov, ktoré môžu napomáhať k ťažšiemu priebehu pri COVID-19 ochorení a vo viacerých prípadoch smeruje až k úmrtiam. Prejavy obezity sú napr. zúženie cievy, problémy zo srdcom, problémy s dýchaním (zúženie dýchacích ciest) a iné. Stres a zlá životospráva napomáha k nárastu obezity. V Amerike je veľké percento obéznych ľudí, preto tento faktor obezity spolu s COVID-19 značne ohrozujú ľudstvo.

BMI je anglická skratka pre Body Mass Index, čo v preklade znamená index telesnej hmotnosti. Ide o metódu určenia zdravotného rizika obezity na základe telesnej hmotnosti a výšky osoby. BMI sa udáva formou čísla, ktoré vás zaradí do kategórie BMI podľa stavu vašej hmotnosti. Výsledkom BMI je číslo, ktoré určuje váš stav hmotnosti a možné zdravotné riziko. Nasledujúca tabuľka (Obr. č. 2) zobrazuje štandardné kategórie podľa BMI rozsahov pre dospelých. Svoj výsledok BMI porovnajte s číslami v tejto tabuľke a dozviete sa, v akom stave je vaše telesná kompozícia. Výpočet BMI je forma nepriameho merania tuku. Odborníci však zistili, že ide o pomerne spoľahlivý indikátor pri väčšine ľudí. Výskum výpočtov BMI totiž priniesol porovnateľnú zhodu s komplikovanejšími meraniami hladiny telesného tuku, ako je napr. váženie pod vodou.

BMI	STAV HMOTNOSTI	ZDRAVOTNÉ RIZIKO
pod 18,5	podváha	stredné
18,5 - 24,9	zdravá váha	nízke
25,0 - 29,9	nadváha	stredné
30,0 a viac	obezita	vysoké

Obr. č. 2 Štandardné kategórie podľa BMI

BMI si vypočítate veľmi jednoducho a rýchlo. Potrebujete len svoje miery a kalkulačku. Potom vám postačí, ak sa budete držať nasledujúceho vzorca :

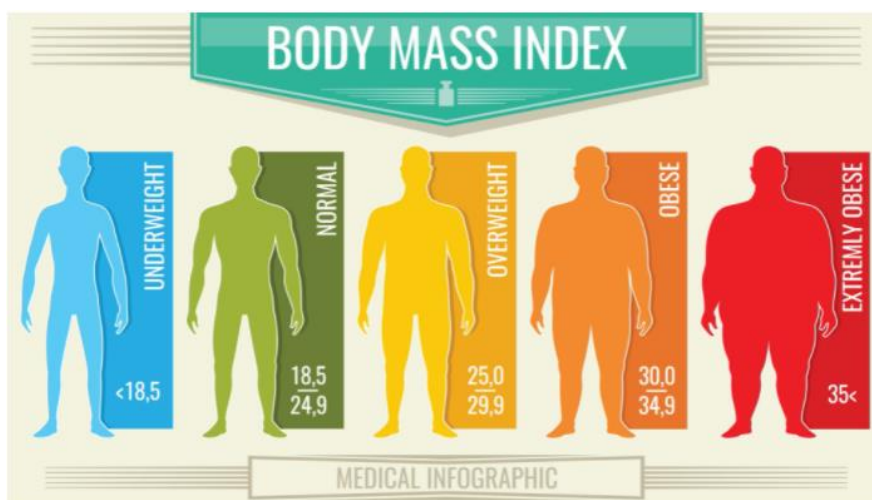
BMI = vaša telesná hmotnosť v kg/(výška v m²)

- BMI pod 18,5 indikuje, že máte podváhu. To znamená, že by ste mali navštíviť vášho lekára a požiadať ho o radu, ako zdravým spôsobom nabrať váhu.
- BMI od 18,5 do 24,9 ukazuje, že máte pri svojej výšky zdravú váhu. Vzhľadom na tento pozitívny výsledok máte menšiu predispozíciu na vážne zdravotné problémy.
- BMI od 25,0 do 29,9 vieme interpretovať ako miernu nadváhu. Mali by ste preto zvážiť redukciu hmotnosti nadobudnutím zdravých návykov, ako je vyvážené stravovanie a fyzická aktivita. Inšpirovať sa môžete našimi fitness receptami a tiež tréningovými plánmi.
- BMI vyššie ako 30 upozorňuje na rozvinutú nadváhu až obezitu, ktorá môžu ohrozovať váš zdravotný stav. Mali by ste sa preto poradiť s doktorom ohľadom možností redukcie hmotnosti a telesného tuku.

V nasledujúcej tabuľke od Svetovej zdravotníckej organizácie nájdete ešte špecifickejšie definovanie výsledkov BMI (Obr. č. 3).

KLASIFIKÁCIA	BMI
Podváha	<18,50
Ťažká podvýživa	<16,00
Stredná podvýživa	16,00 – 16,99
Mierna podvýživa	17,00 – 18,49
Zdravá váha	18,50 – 24,99
Nadváha	≥25,00
Mierna obezita	25,00 – 29,99
Obezita	≥30,00
Obezita typu I	30,00 – 34,99
Obezita typu II	35,00 – 39,99
Obezita typu III	≥40,00

Obr. č. 3 BMI špecifikácie definovaných výsledkov



Obr. č. 4 Index telesnej hmotnosti

Zatiaľ čo zdravá váha je prevenciou pred ochoreniami a srdcovo-cievnyimi problémami, obezita so sebou nesie značné zdravotné riziká. Ľudia s BMI nad 30 majú vyššiu pravdepodobnosť ťažkostí, ako:

- hypertenzia
- diabetes typu 2
- koronárna choroba srdca
- mŕtvica
- artróza
- niektoré typy rakoviny
- dýchacie problémy

Ani príliš nízke BMI vám nezaručuje dobré zdravie. Ľuďom s BMI pod 18,5 hrozí podvýživa, osteoporóza, anémia a celý rad problémov, ktoré môžu vyplynúť z nedostatku živín. Nízke BMI môže byť aj signálom hormonálneho, tráviaceho alebo iného problému. Výsledky BMI, samozrejme, nie sú 100 % presné. Pre veľkú časť populácie však BMI slúži ako praktický nástroj na identifikovanie nadváhy alebo obezity. Tieto údaje pomôžu vášmu lekárovi určiť zvýšené riziko vzniku srdcových ochorení. Rozhodujúcimi faktormi okrem BMI sú aj výsledky hladiny cholesterolu a cukru v krvi, ako aj krvný tlak. Pre mladistvých a deti sa BMI ráta rovnakým spôsobom, ale výsledky sú interpretované inou formou, vzhľadom na vek a pohlavie. Napr. mladé dievčatá v puberte majú automaticky vyššie percento tuku ako ich mužskí rovesníci. Pri obezite si pacienti sledovali BMI, na základe ktorého si vedeli upravovať svoju životosprávu. Aj pri tomto meraní BMI sa taktiež použila telemetria, ktorá sa už v dnešnom svete pokladá za samozrejmosť. Pacienti, ktorí mali problémy s obezitou sa pri zhoršení stavu pri ochorení COVID-19 horšie aplikovala pľúcna ventilácia. Na meranie BMI využívali pri rôznych štúdiách rôzne zariadenia. Jedným z efektívnych zariadení na meranie BMI bolo zariadenie merajúce nielen BMI, ale aj váhu človeka. Ľudia si počas tohto pandemického stavu zvykli merať svoj zdravotný stav pre ich nápravu životného štýlu.

2.2 Jadro

2.2.1 Monitorovacie zariadenia ľudského tela

Ako spolu súvisia kyslík v krvi a COVID-19? Vďaka krvnému farbivu, hemoglobínu, je kyslík prenášaný krvným obehom do celého organizmu. Okysličená krv potom zásobuje všetky orgány v tele, vrátane pľúc. Vírus SARS-CoV-2, ktorý spôsobuje ochorenie COVID-19, dokáže ovplyvniť prenos kyslíka krvou. Pacientom potom spôsobuje dýchacie ťažkosti – nedostatok kyslíka v krvi ovplyvňuje nielen pľúca, ale aj ostatné orgány v tele.

Čo je to saturácia krvi kyslíkom? Nasýtenosť krvi kyslíkom sa nazýva aj saturácia kyslíkom a označuje sa ako SpO₂. Jej hodnota sa udáva v percentách. Saturácia kyslíkom u zdravého človeka činí 95 – 99 % (u seniorov je za normálnu hladinu považovaných 93 %). Ak saturácia kyslíkom klesne na 90 – 94 %, je potreba obozretnosti – kontroly by potom mali prebiehať častejšie a stav pacienta by mal byť pozorne sledovaný. Ak hodnoty saturácie kyslíkom klesnú pod 90%, je na mieste kontaktovať záchrannú službu. U COVID-19 pozitívnych pacientov sa hodnoty saturácie môžu pohybovať práve pod touto hranicou. Ak saturácia klesá pod 80 %, ide o kritický stav, ktorý sa prejaví v priebehu niekoľkých desiatok minút. Pri hodnotách menších ako 60 % hrozí bezprostredná kritická desaturácia a strata vedomia.

2.2.2 Oxymetre

Na meranie kyslíka v krvi slúži pulzná oxymetria. Pulzné oxymetre sú detektory, ktoré sa umiestňujú buď na ušný lalôčik, alebo na prst a pomocou infračerveného a červeného lúča svetla presvietia tkanivo. Senzor potom sníma priechodnosť lúča skrz prekrvené tkanivo a zobrazí saturáciu hemoglobínu kyslíkom.

2.2.2.1 Prstový pulzný oxymeter

Čas koronavírusový nám ukázal, že prstový pulzný oxymeter je veľmi dobrým pomocníkom práve na meranie saturácie kyslíka v krvi a mal by sa stať súčasťou každej domácej lekárničky. V niektorých prípadoch totiž dokáže doslova zachrániť život. Na základe jeho meraní si môže pacient včas zavolať rýchlu pomoc. Tento prístroj sa však hodí aj pre pacientov s chronickou obštrukčnou pľúcnou chorobou (CHOCHP), astmatikov či osoby trpiace spánkovou apnoe.

Prstový pulzný oxymeter pripomína tvarom väčší štipec na bielizeň – vložíte do neho ukazovák, zapnete prístroj a za okamih sa na displeji objaví hodnota SpO₂. Niektoré oxymetre merajú aj tepovú frekvenciu. Meranie oxymetrom je neinvasívne, rýchle a presné a môžete ho využiť na meranie saturácie ako dospelého človeka, tak i dieťaťa.

Použitie je mimoriadne jednoduché a komfortné. Stačí umiestniť na prst, zapnúť a odčítať hodnoty.

V dnešnej dobe je u veľa zariadení dôležitá kompaktnosť rozmerov, nízka hmotnosť a častokrát napájanie pomocou batérií, vďaka čomu je aj práve oxymeter dokonale prenosný.

Prstový pulzometer (Obr.č.5) je určený pre všetkých, ktorí sa starajú o svoje zdravie - astmatici, anemici, ľudia s poruchami dýchania, s kardiovaskulárnymi problémami, chronickými obštrukčnými pľúcnymi chorobami, bronchiálnou astmou, športovci cvičiaci vo fitness kluboch, v prípadoch hypoxie, s veľkou stratou krvi či pre tých, ktorí chcú sledovať svoje životné funkcie. Je určený pre dospelých a deti (hrúbka prstov najmenej 1 cm).



Obr. č. 5 Prstový pulzometer

Čo znamenajú jednotlivé symboly?

Úroveň saturácie:

Je označená symbolom **SpO₂** (nasýtenia) krvi kyslíkom udávaná v percentách - norma od 94 % do 100 %.

Hodnoty tepovej frekvencie:

V pulznom oxymetri je tepová frekvencia označená symbolom **PRbpm**.

- muži – priemerne cca 75 tepov za minútu (t. j. 75 bpm – 75 úderov srdca na minútu)
- ženy – priemerne cca 82 tepov za minútu (t. j. 82 bpm)
- športovci – priemerne cca 40 tepov za minútu (t. j. 40 bpm)

Hodnoty tepovej frekvencie stúpajú pri strese, väčšej námahe či záťaži organizmu.

Čo znamená hodnota PI v oximetri:

PI znamená perfúzny index. Perfúzny index (PI) udáva podiel okysličenej krvi prichádzajúcej s každým novým srdcovým tepom k celkovému množstvu krvi, ktoré je už v končatine prítomné. Táto veličina sa obvykle pohybuje medzi hodnotami 1 až 20. Napr. hodnota 5 stanovuje, že s každým srdcovým pulzom prichádza do prsta 5 % množstva novej čerstvo okysličenej krvi voči celkovému množstvu krvi v prste. Ideálna hodnota perfúzneho indexu nie je stanovená.

V nasledujúcej časti sme si na základe prieskumu trhu vybrali konkrétne zariadenia, ktoré v jednoduchosti opíšeme a špecifikujeme ich jednotlivé vlastnosti, parametre a zhodnotíme ich výhody či nevýhody a samotnú použiteľnosť pre naše nasadenie v domácej karanténe.

2.2.2.2 Pulse oximeter

Užitočný zdravotný doplnok do každej rodiny. Meria jednoduchým, spoľahlivým a neinvazívnym spôsobom saturáciu krvi kyslíkom a tepovú frekvenciu u dospelých aj u detí.



Obr. č. 6 Zariadenie Pulse oximeter



Obr. č. 7 Ukážka používania zariadenia Pulse oximeter

Technická špecifikácia:

- Farba: modro-biela
- Materiál: plast/kov
- Rozsah merania okysličenie krvi: 70 % - 99 %
- Presnosť merania okysličovanie v rozmedzí: 80 % - 99 % až 2 %
- Presnosť merania okysličovanie v rozmedzí: 70 % - 79 % až 3 %
- Rozsah merania pulzu: 30-240 BPM
- Presnosť merania pulzu: 1BPM
- Automatické vypnutie po 8 sekundách nečinnosti
- Odber prúdu: <30 mA
- Displej: áno, OLED
- Indikácie: saturácia krvi kyslíkom, pulz
- Napájanie: 2 x AAA (nie sú súčasťou balenia)
- Rozmery (výška / šírka / hĺbka): 3,5 x 3,1 x 6 cm
- Hmotnosť: 0,025 kg

- Hmotnosť v balení: 0,045 kg

Výhody tohto zariadenia: jednoduchosť ovládania, ľahká prenositeľnosť, nízka obstarávacia cena, pomerne malé rozmery.

Nevýhody tohto zariadenia: informácie sú zobrazované iba na zariadení, nie je možnosť pripojiť k inému zariadeniu (napr. mobilnému telefónu) pre zobrazenie či spracovanie dát.

2.2.2.3 iHealth AIR PO3

iHealth AIR PO3 meria saturáciu krvi kyslíkom (SpO₂) a srdcový tep. Ľahké bezdrôtové prenosné zariadenie zabezpečuje neinvazívne meranie bezprostredne rýchlo po vsunutí končeku prsta vysoko presnou optickou metódou. Behom športového tréningu alebo rekreačných aktivít máte k dispozícii svoje aktuálne namerané hodnoty na displeji zariadenia. Spolupracuje s aplikáciou iHealth MyVitals (zdarma pre iOS a Android).

V spojení s iHealth tlakomerom, iHealth snímačom dennej aktivity a kvality spánku a iHealth váhou alebo s iHealth WiFi komplexným telesným analyzátorom získate širší pohľad na svoje zdravie, športovú kondíciu a životný rytmus. V aplikácii iHealth MyVitals môžete sledovať a vyhodnocovať trendy vývoja všetkých meraných charakteristík vášho tela a aktivít. Nastavte si osobný cieľ, ktorý chcete dosiahnuť do určitého termínu. Sledujte jeho plnenie a získajte rad ďalších motivačných informácií. Tento výrobok je certifikovaný CE ako zdravotné zariadenie.



Obr. č. 8 Konektivita iHealth AIR PO3 s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.

iHealth AIR PO3 bezdrôtový pulzný oxymeter meria saturáciu krvi kyslíkom pomocou dvoch svetelných lúčov, jeden s červeným a druhý s infračerveným svetlom, ktorý osvieti kapiláry vsunutého konca prsta. Saturácia kyslíkom je udávaná percentuálnym podielom oproti maximálnemu množstvu kyslíku, ktorý krv môže niesť. Oxymeter iHealth AIR PO3 je vybavený vlastným displejom pre zobrazenie nameraných hodnôt. Nemusíte teda pri sebe mať inteligentný telefón alebo tablet.

Vlastnosti a špecifikácie:

- Certifikácia CE ako zdravotné zariadenie
- Meria saturáciu kyslíku v krvi SpO₂ a srdcový tep

- Spolupracuje s aplikáciou iHealth MyVitals pre iOS a Android alebo starší iHealth SpO₂ (iba pre iOS) zdarma
- Spôsob merania: pomocou dvoch svetelných lúčov, jeden s červeným a druhý s infračerveným svetlom
- Rozsah merania SpO₂: 70 % - 99 %
- Presnosť merania SpO₂: ± 2 %
- Rozsah merania srdcového pulzu: 30 - 250 bmp
- Presnosť merania srdcového pulzu: ± 2 % alebo 2 bmp
- Bezdrôtový prenos meraných hodnôt do mobilného zariadenia iOS cez Bluetooth Smart 4.0
- Rozsah merania: 70 % - 99 %
- Vnútorná pamäť: pre záznamy posledných 100 meraní
- Upozornenie na slabú batériu
- Rozmery (výška / šírka / hĺbka): 62 x 33 x 28 mm
- Definícia viacerých užívateľských účtov na jedinom mobilnom zariadení
- Možnosť ukladania, editácia a prehliadania hodnôt na cloudovom účte, prístup z počítača
- Prepojenie viacerých mobilných zariadení s jediným užívateľským účtom
- Kompatibilita: iOS a Android (od 2.3.3 a novší)

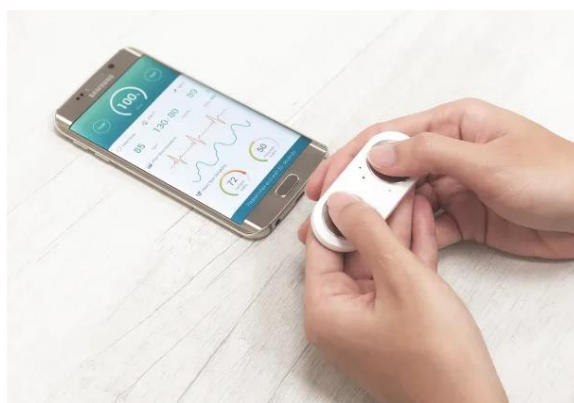
2.2.2.4 iCare - najmenší kardiovaskulárny tester

Špecializovaný tím technikov sa spojil so zdravotníckymi pracovníkmi a na základe svojich dlhoročných skúseností vytvorili najmenší kardiovaskulárny tester na svete (Obr. č. 9) iCare. Po skúšobnej prevádzke až 40 % používateľov tohto zariadenia úspešne získalo neobvyklé výsledky, zatiaľ čo ďalších 60 % udržiava zdravý životný štýl pomocou aplikácie iCare.

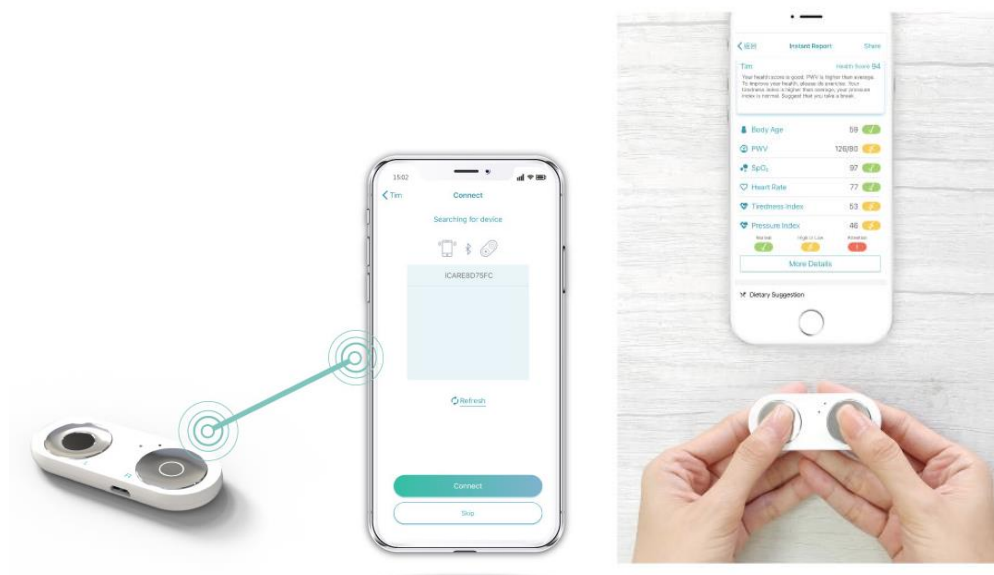
iCare má lepšiu presnosť ako existujúce inteligentné náramky a je dokonalým zariadením sledujúcim zdravie. iCare kombinuje prémiové fotoelektrické snímače a elektródy na presné sledovanie kľúčových metrick zdravia. Ľahko načítava 15 dôležitých biologických znakov. Môže tiež sledovať krvný tlak, EKG, hladinu kyslíka v krvi atď.



Obr. č. 9 Zariadenie iCare

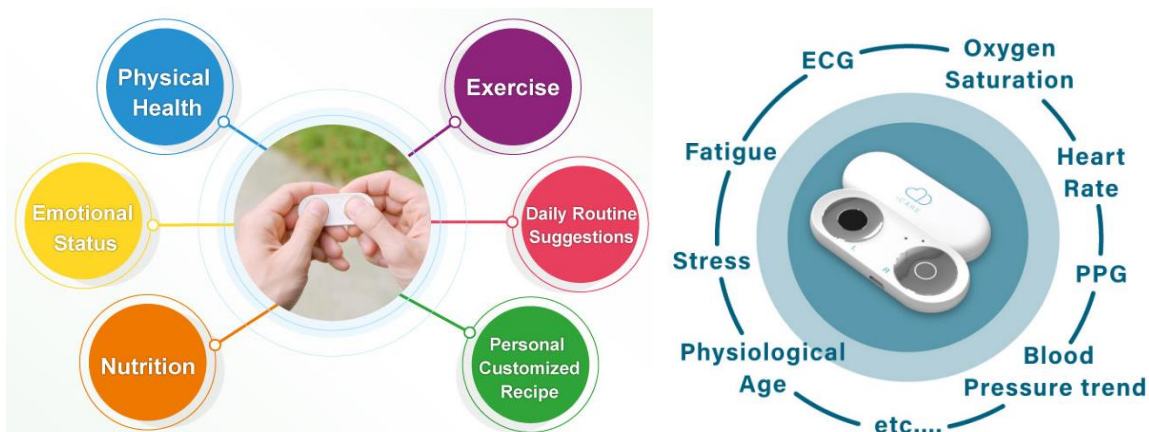


Obr. č. 10 Konektivita iCare s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii



Obr. č. 11 Najmenší kardiovaskulárny tester

Iba 60 sekúnd priložených palcov denne na iCare človeku postačí, aby si skontroloval svoj zdravotný stav, vrátane 15 indexov funkcií (Obr. č.12), ako sú EKG, hladina kyslíka v krvi, krvný tlak, srdcová frekvencia atď.



Obr. č. 12 Indexy, ktoré možno merať týmto zariadením

Z daného zariadenia možno priamo vidieť v mobilnej aplikácii namerané hodnoty a k nim jednotlivé grafy (Obr.č.13). Zariadenie a mobilný telefón sú prepojené prostredníctvom Bluetooth.



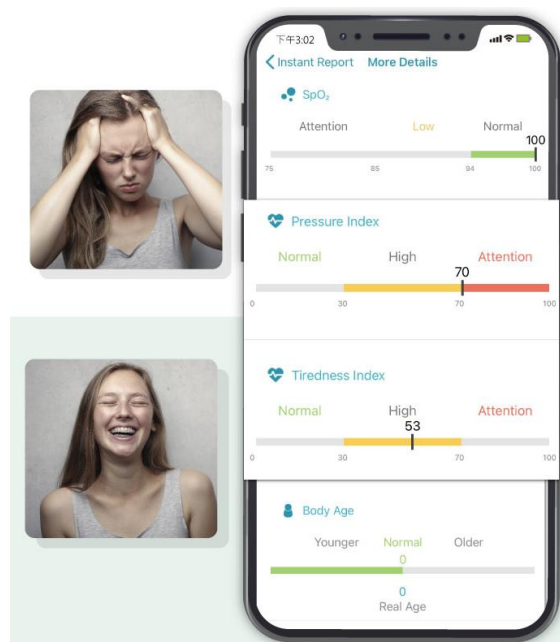
Obr. č. 13 Mobilná aplikácia zobrazujúca namerané hodnoty v užívateľskom rozhraní

Výhodou týchto meraní je, že používatelia sledujú svoje aktuálne namerané hodnoty, čím následne dodržiavajú liečebný režim a zdravú výživu, čo v konečnom dôsledku môže úspešne smerovať k zlepšeniu zdravotného stavu pacienta (napr. k zníženiu krvného tlaku a srdcovej frekvencie). Normálna hladina kyslíka v krvi je zvyčajne medzi 95 % a 100 %. Ak je index nižší ako 95 %, je nevyhnutné tomuto faktu venovať viac pozornosti na odhalenie dôvodu poklesu hodnoty (Obr. č. 14).



Obr. č. 14 Graf priebehu kyslíka v krvi

Okrem údajov o meraní fyzického zdravia sa poskytujú aj emočné indexy (Obr. č. 15), ako napr. únava a tlak, ktoré používateľovi pomôžu uvedomiť si, či je dlhodobo unavený alebo pod tlakom. S analýzou AI kombináciou týchto dvoch údajov získate telesný vek a pomôžeme vám včas upraviť životné podmienky.



Obr. č. 15 Zobrazenie sledovanie stavov emočných indexov

iCare tiež poskytuje aj doplnkové benefity od profesionálnych odborníkov zo zozbieraných dát. Na základe vstupných dát je možné používateľovi napomôcť k dosiahnutiu zlepšenia jeho zdravia prostredníctvom na mieru ušitých receptov, ako napr. od diétológov. Najväčším prínosom iCare je, že namerané hodnoty sú zaznamenávané a zobrazované u lekárov, ktorým napomáhajú vyhodnotiť zdravotný stav pacienta, a tým riešiť následné operácie k ich vyliečeniu. iCare je pomocníkom pri pripomínaní liekov, cvičenia či správneho stravovania, pričom dokáže jednoznačne zlepšiť aj stravovacie návyky pacientov a prispieť k čo najlepšej diéte. Každý deň určuje, čo a aký druh jedla je

potrebné ješ, akú veľkú porciu má pacient skonzumovať a aj aký tlakový index má používateľ. Na základe faktov o tlakovom indexe používateľ môže napr. aplikovať kroky k náprave svojho stavu.

V starostlivosti o zdravie je potrebné účinne venovať pozornosť telu aj mysli. Ľudia, ktorí sú prepracovaní a vystresovaní, si často nemôžu uvedomiť, že sú v stave preťaženia.

Vďaka použitiu iCare môžu byť včas upozornení a pripomínať si, aby upravili svoje životné tempo.

Aplikácia iCare dokáže detegovať včas abnormálnosti srdca a varovať používateľov, aby vyhľadali preventívne ošetrovanie a upravili životný štýl. iCare používa veľké dáta na analýzu zdravotného stavu každého používateľa. Viac ako 4 000 používateľov využilo tieto včasné varovania a preventívne sa starali o svoj zdravý životný štýl.

2.2.3 Medisana pulzný oxymeter PM 100

Zariadenie zabezpečuje presné meranie saturácie kyslíka v krvi (SpO₂ %) a srdcovej frekvencie (pulz). Namerané hodnoty je možné zobrazit' na celkom 6 rôznych formátoch displeja, či už vo vlnovej, alebo stĺpcovej podobe. Hodnoty je možné zobrazit' na integrovanom OLED displeji, ktorý je možné individuálne upraviť v 10 úrovniach jasú. Vďaka jednoduchému ovládaniu jedným dotykóm je zariadenie ideálne aj pre aplikácie na cestách. Po ukončení merania je možný prenos dát do aplikácie VitaDock + a do VitaDock Online, kde je možné hodnoty ukladať a vyhodnocovať.



Obr. č. 16 Zariadenie pulzný oxymeter PM 100



Obr. č. 17 Konektivita oxymetra PM 100 s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.

Popis zariadenia:

- Pulzný oxymeter na meranie saturácie kyslíka v krvi (SpO₂ %) a srdcovej frekvencie (pulz)
- Prenos dát cez Bluetooth® Smart (4.0) do aplikácie VitaDock + pre iOS a Android *
- Sledujte merania na OLED displeji
- Jas displeja nastaviteľný v 10 úrovniach
- Jednoduché ovládanie „jedným dotykom“ - ideálne na cesty
- Saturáciu kyslíkom (SpO₂) a pulzovú frekvenciu je možné zobrazit' ako čiary alebo vlny
- 6 rôznych pohľadov
- Automatické vypnutie po 8 sekundách
- Zobrazenie slabej batérie
- Nosný popruh
- Batérie (2 × 1,5 V AAA)

2.2.4 Medisana osobná váha BS 444



Obr. č. 18 Zariadenie osobná váha BS 444

Diagnostická osobná váha MEDISANA BS 444 je určená pre domáce použitie. Poskytuje kompletnú analýzu až ôsmim používateľom, sleduje a zaznamenáva do pamäti ich hmotnosť, množstvo svalovej hmoty a tuku, podiel vody v tele a hmotnosť kostí. Osobnú váhu je možné vďaka Bluetooth pripojiť s vaším telefónom alebo tabletom a sledovať tak priebežne informácie o vašom fyzickom stave. Váha Medisana má moderný dizajn v bielom prevedení s elektródami v tvare kruhu. Je vhodná aj pre osoby s vyššou hmotnosťou, váži až do 180 kg.

Vlastnosti osobnej váhy Medisana BS 444:

- Digitálny displej
- Funkcia analýzy stavby tela
- Napájanie batérie 3 × AAA 1,5 V
- Váhový limit max. 180 kg
- Stupňovanie 100 g
- Automatické vypnutie a zapnutie Step-on
- Programovanie osobných dát
- Pamäť až 30 pozícií pre 8 používateľov
- Meranie hmotnosti, telesného tuku, podielu vody v tele, svalovej hmoty a hmotnosti kostí
- Výpočet Body Mass Indexu, stanovenie Basal Metabolic Rate
- Možnosť pripojenia Bluetooth

Osobnú váhu Medisana je možné ľahko spojiť s Android zariadením od verzie 4.3 s Bluetooth 4.0. Možno je prepojenie aj s iOS, a to s iPhone 4s a novším zariadením, prípadne iPad 3 a novším zariadením. Do všetkých uvedených zariadení je možné jednoducho nainštalovať aplikáciu VitaDock+.

V tejto aplikácii sa dajú prehľadne zobrazovať namerané dáta počas veľmi dlhej doby. Samotné ovládanie váhy je jednoduché, umožní jedinečným spôsobom sledovať fyzickú kondíciu a neustále ju vylepšovať.

Použitie:

Po nastavení hodnôt na displeji podľa návodu. Postavíte sa na váhu, tá sa automaticky zapne a behom chvíľky nameria požadované hodnoty. Po použití sa po chvíľke sama automaticky vypne. Používanie váhy je nevhodné pre tehotné ženy a osoby s kardiostimulátorom alebo implantátmi.



Obr. č. 19 Konektivita osobnej váhy BS 444 s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.

2.2.5 Medisana ViFit Touch Activity Tracker



Obr. č. 20 Zariadenie ViFit Touch Activity Tracker

ViFit Touch Activity Tracker je dôkazom toho, že nielen pravidelné cvičenie nás udržuje vo forme. ViFit Touch počíta a starostlivo zaznamenáva každý Váš krok a spálené kalórie. ViFit Touch tiež meria dĺžku a kvalitu spánku. Je ľahké ho mať stále pri sebe a tým sa stáva nielen perfektným monitorom, ale tiež motivuje užívateľa, napr. vyjsť schody namiesto použitia výťahu.

- ViFit je zariadenie pre sledovanie celodenných aktivít a spánku
- Záznamy aktivít: počet krokov, vzdialenosť, spálené kalórie, čas aktivity v hodinách a denný cieľ v %
- Záznamy spánku: pohybová aktivita počas spánku, počet hodín spánku
- Vibračný budík
- Zobrazuje prichádzajúce hovory a správy
- Vysoko citlivý pohybový senzor pre presné meranie telesnej aktivity: reaguje na kroky (nie vibrácie)
- Pamäť uchováva výsledky za posledných 15 dní
- Transfer dát cez Bluetooth Smart (4.0) do aplikácie VitaDock + pre iOS a Android pre hodnotenie a monitorovanie v prehľadných diagramoch.
- Vysoko kvalitný OLED dotykový displej
- Vodeodolný
- Pripomienky k individuálnym denným cieľom a pohybu
- Povrch odolný voči poškrabaniu a oderu
- Nízka spotreba elektrickej energie
- Nabíjacia lítiová batéria
- Životnosť batérie na 1 nabitie: 5–7 dní
- Zobrazenie času, indikátor batérie

- USB kábel
- Rozmery: 4,5 × 2 × 0,9 cm
- Hmotnosť: 19 g



Obr. č. 21 Konektivita ViFit Touch Activity Tracker s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.

2.2.6 Teplomer Medisana TM 750

- Digitálny klinický teplomer 6v1, ušný teplomer pre kojencov, deti a dospelých, čelný teplomer s vizuálnym alarmom horúčky, pamäťová funkcia a Bluetooth.
- Teraz môžete ľahko skontrolovať svoju teplotu potiahnutím teplomera z jedného spánku cez čelo na druhý.
- Pomocou daného infračerveného teplomeru môžete určiť nielen telesnú teplotu, ale aj teplotu povrchov a tekutín, ako aj teplotu okolia.
- Môžete sa rozhodnúť, či chcete merať teplotu na čele alebo na uchu.
- Klinický teplomer hlási zvýšenú telesnú teplotu pomocou vizuálneho alarmu horúčky zmenou farby displeja.
- Vďaka funkciám Bluetooth môžete ľahko preniesť namerané hodnoty do vašej aplikácie VitaDock+.



Obr. č. 22 Zariadenie teplomer TM 750. Popis rozmerov a funkcionalít zariadenia



Obr. č. 23 Konektivita teplomera s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.

Measurement of body temperature in the ear and on the forehead



Obr. č. 24 Popis funkcionalít teplomera TM 750

2.2.7 Tlakomer na paže BU540



Obr. č. 25 Zariadenie tlakomer BU540

Tlakomer na paže Medisana BU-540 51182 je ideálnym spoločníkom pre každého, kto chce mať svoje zdravie pod kontrolou a chce mať informácie dostupné aj vo svojom telefóne alebo počítači cez Bluetooth. Vďaka digitálnemu displeju a farebnej škále WHO tlakomeru BU 540 zachytávajúcej úroveň tlaku, je ľahké spoznať, aký je váš systolický či diastolický tlak a prístroj rozpozná dokonca aj arytmiu. Hodnoty, ktoré nameriate, si môžete uložiť nielen v zariadení, kde je až 2×250 pozícií, ale aj pomocou Bluetooth a aplikácie VitaDock+. Majte tlakomer BU 540 spárovaný s mobilom, tabletom, iPadom či iPhoneom, vďaka čomu budete mať svoje zdravie vždy pod kontrolou. Podporuje systém Android aj iOS. Výsledky potom môžete konzultovať aj so svojím lekárom.

Parametre:

- Zobrazenie pulzu
- Bluetooth/pripojenie k mobilnému zariadeniu
- Pamäť pre 2 osoby
- Počet pozícií v pamäti pre jednu osobu: 250
- Detekcia vybitej batérie
- Systém zobrazenia: Digitálne
- Metóda merania: Oscilometrická
- Maximálna odchýlka merania statického tlaku: 3 mmHg
- Maximálna odchýlka hodnôt tepu: 5 % hodnoty
- Indikátor tlaku krvi (farebné určenie úrovne tlaku)
- Hmotnosť prístrojovej jednotky: 230 g
- Napájanie: Batériové
- Počet batérií: 4
- Typ batérie: 1,5 V AAA LR3
- Bluetooth
- Výška: 6 cm
- Dĺžka: 14 cm
- Šírka: 13 cm
- Výrobca: Medisana
- Farba: biela/šedá

Balenie obsahuje:

- Tlakomer
- Puzdro na ukladanie tlakomeru je súčasťou balenia
- Manžeta je súčasťou balenia
- Batérie sú súčasťou balenia

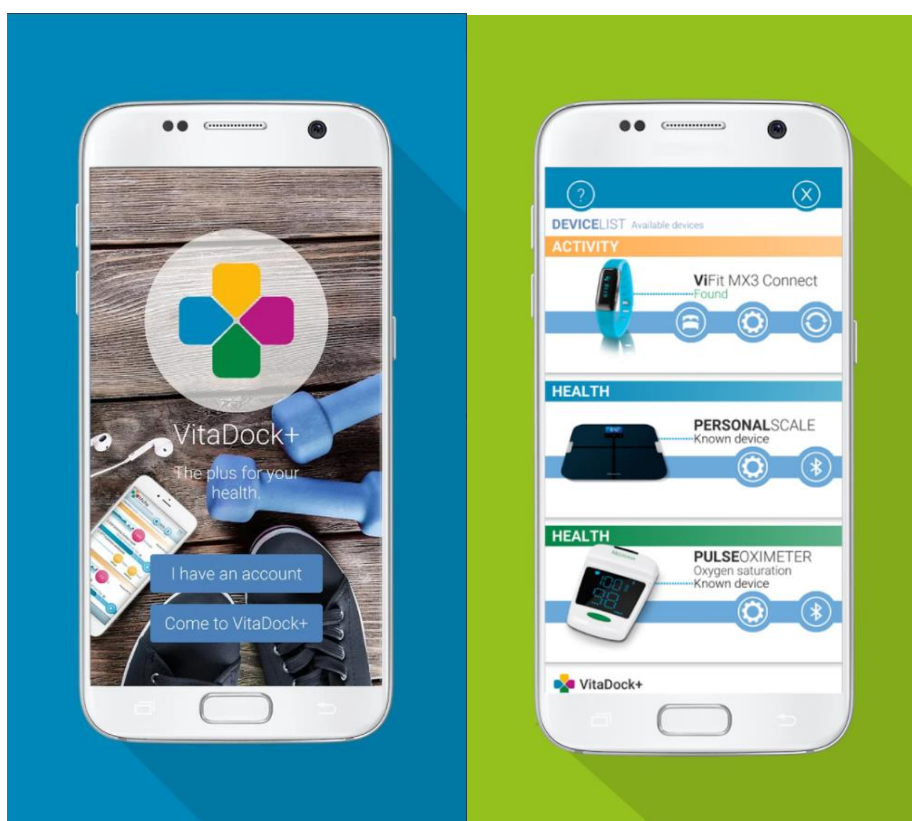
2.2.8 Medisana VitaDock+ App 2.0

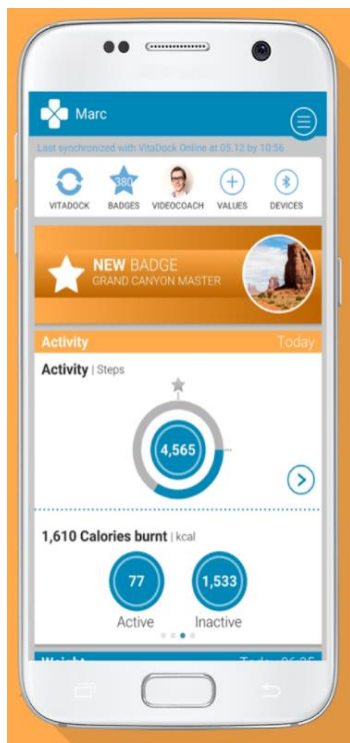
VitaDock+ je najnovšia aplikácia pre mobilné zariadenia so zameraním na aktivitu a zdravie. Firma Medisana si dala za cieľ vyvinúť aplikáciu, ktorá čo najviac zodpovedá potrebám zákazníkov podľa prieskumu trhu. Táto šikovná aplikácia s prehľadným grafickým riešením dokáže pokryť merania: krokov, hmotnosti, hladiny cukru v krvi, kyslíka v krvi a teploty.

Pomocou aplikácie VitaDock+ je možné kedykoľvek a kdekoľvek sledovať všetky údaje o zdraví a iné životne dôležité údaje. Používateľ môže každú hodnotu doplniť komentármi a zobrazit' ďalšie grafy a vyhodnotenia, vďaka čomu bude sledovanie zdravia efektívne a pútavejšie aj pre samotného používateľa. Danú aplikáciu možno stiahnuť zdarma pre platformy Windows, ako aj IOS vid. (Obr.č.26)



Obr. č. 26 Možnosti využitia aplikácie na jednotlivých platformách





Obr. č. 27 Aplikácia VitaDock+ a jej jednotlivé formy zobrazenia dát v rozličných grafických prevedeniach (grafy)

VitaDock+ potrebuje na podporu senzorových zariadení povolenie od užívateľa na zobrazovacom zariadení, napr. na zobrazenie polohy a niektorých pokročilých funkcií potrebuje prístup k hovorom, správam a kontaktom. Bez týchto povolení nemusí aplikácia fungovať správne.

Online funkcie:

- Online synchronizácia VitaDock®
- Podporuje výmenu dát cez rôzne zariadenia
- Dostupné na mnohých systémoch vrátane PC/Mac

Funkcie aktivity:

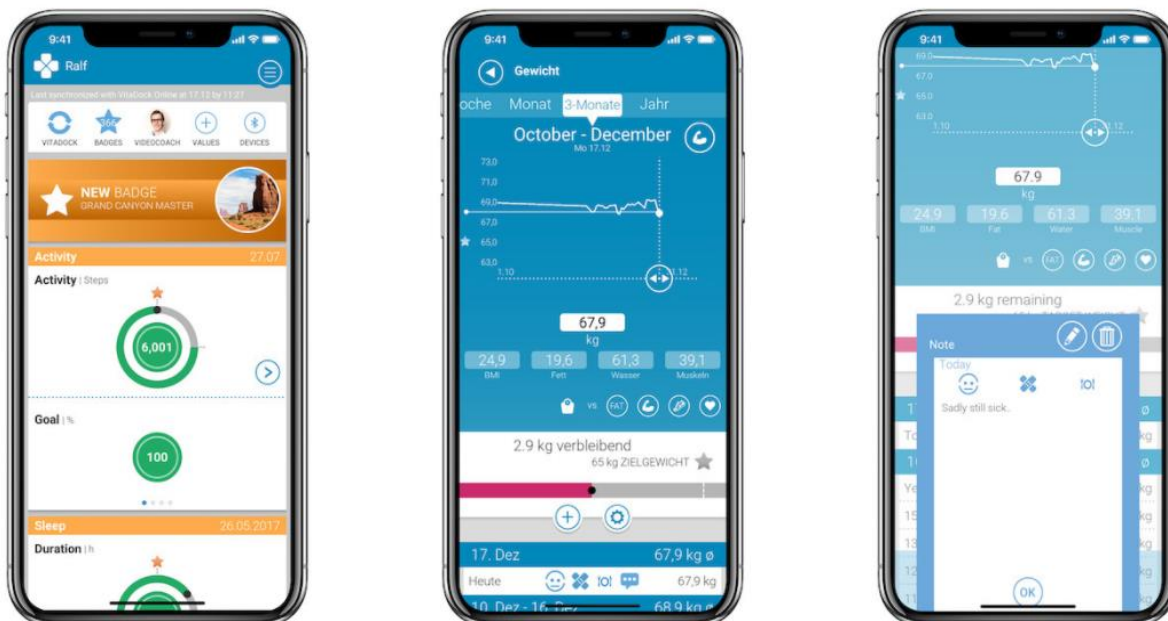
- Vaše štatistiky v skratke
- Prehľadné grafy
- Teraz aj v tabuľkovom zobrazení

Vlastnosti hmotnosti:

- Pozrite si svoje aktuálne hodnoty na prehľadovom paneli (Dashboard) na monitore
- Grafy hmotnosti za rôzne časové obdobia
- Komentár k jednotlivým hodnotám

Vlastnosti krvného tlaku a kyslíka:

- Stručný prehľad vášho krvného tlaku
- Všetky hodnoty je možné zobrazit'
- Zaznamenajte náladu a vlastnosti cukru v krvi
- Nový prehľad na prístrojovej doske
- Vylepšené zobrazenie grafu
- Upravte a odstráňte namerané hodnoty



Obr. č. 28 Grafické zobrazenie vizualizácie z aplikácie VitaDock+

Prehľadne štruktúrovaný panel (Dashboard):

Prehľad posledného výsledku, ako aj týždenné, mesačné a ročné grafy a krátke textové informácie o poslednej životne dôležitej hodnote (ak dôjde ku „kliknutiu“ na životne dôležitú hodnotu)

Kombinácia meraní:

Rôzne hodnoty, ako sú stupne a hmotnosť, je možné zobrazit' v jasnom prehľadnom grafe.

Funkcia komentára :

Teraz je možné k nameraným hodnotám pridať krátke texty a ďalšie informácie.

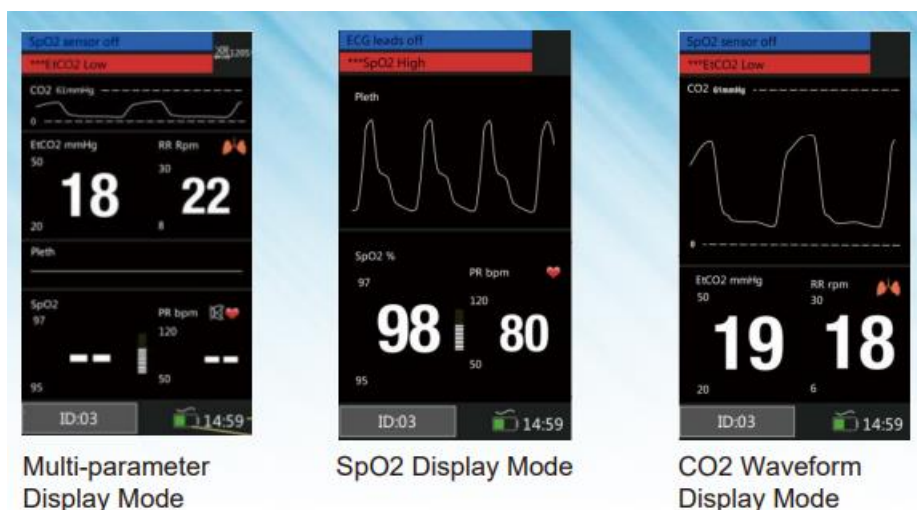
2.2.9 M880 Handheld Patient Monitor Oximeter



Obr. č. 29 Zariadenie M880 Handheld Patient Monitor Oximeter

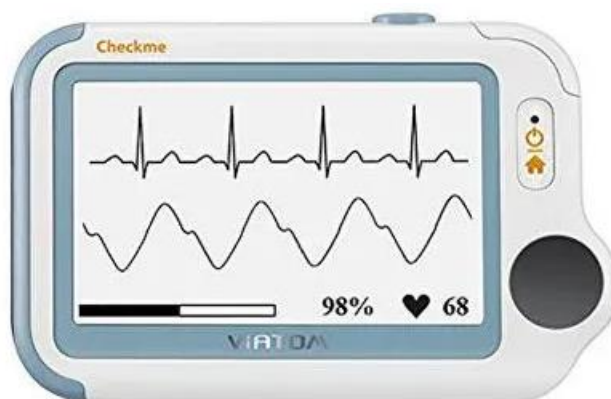
Parametre:

- Monitorovací parameter: CO², RR (štandard), SpO₂, PR (voliteľné)
- Prenosný 4,3" farebný TFT displej s funkciou automatického otáčania
- Minimálny čas na zahriatie pre meranie EtCO₂ a RR
- CO² vodný filter zaisťujúci dlhšie sledovanie vo vlhkom prostredí
- Voliteľné režimy rozloženia obrazovky, vrátane písma a kriviek
- Duálne pracovné režimy: nepretržité monitorovanie a náhodná kontrola
- Nastaviteľné zvukové a vizuálne alarmy
- Veľká kapacita na ukladanie údajov, až 500 skupín na jedno ID
- Viac ako 18 hodinová lítiová batéria
- Funkcia automatického vypnutia pre úsporu energie
- Vhodné pre dospelých, detských a novorodencov
- Podajte žiadosť do nemocnice, na kliniku a domov



Obr. č. 30 Režimy zobrazenia nameraných hodnôt

2.2.10 Checkme



Obr. č. 31 Zariadenie Checkme

Checkme je malá prenosná multifyziologická zdravotnícka pomôcka, ktorá meria rôzne fyziologické parametre, ako napr.: EKG, HR, QRS, ST, ARYTμία, QT, QTc (EKG bez káblov, EKG s elektródovým káblom: segment ST, QT, QTc)

- EKG: 24-hodinový záznam s HRV analýzou (24-hodinové nahrávanie EKG pomocou softvéru Windows)
- Pulzný oxymeter: SpO₂, PR, PI
- Sledovač krvného tlaku: Systolický tlak krvi
- Infračervený teplomer
- Denná kontrola
- Športová kontrola

- Monitor spánku
- Krokomer / počítadlo krokov
- Funkcia pripomenutia
- Kalendár a hodiny
- Záznamník hlasových poznámok

Vďaka všestrannosti a použiteľnosti to môže byť široko používané v zdravotníckom zariadení a zdravotníckej organizácii.



Obr. č. 32 Možnosti merania



Obr. č. 33 Možnosti používania zariadenia Checkme

Možnosť pripojiť zariadenie k svojmu mobilnému zariadeniu s Androidom alebo IOS pomocou Bluetooth a sledovať svoje fyziologické parametre. Pomocou bezplatnej aplikácie môžete zdieľať, posilať či sťahovať svoje dáta. Takisto máte možnosť vložiť svoje údaje do trendových grafov a vykonávať si tak revíziu svojich dát.

Výhody tohto zariadenia:

- Možnosť zdieľať svoje informácie z monitorovacieho zariadenia so svojím lekárom (Obr. č. 35)
- Jedným tlačidlom môžete odosielať a zdieľať údaje z monitorovacieho zariadenia s rodinou alebo s odborníkom na danú problematiku.
- Výsledky zo zariadenia je možné zdieľať prostredníctvom e-mailu alebo iných zdieľajúcich služieb.



Obr. č. 34 Možnosti pripojenia a zdieľania dát



Obr. č. 35 Popis zdieľania údajov medzi jednotlivými činiteľmi

Minimonitor – umožňuje 24 hodinový záznam jednorazového zvodového EKG. Výsledky je možné stiahnuť a automaticky zistiť nezrovnalosti. Funkcia Minimonitor umožňuje nepretržité streamovanie SpO₂ a EKG do počítača či tabletu na sledovanie pri posteli. Táto možnosť funkcie je súčasťou Checkme monitora a vyžaduje špeciálny adaptér, ktorý je súčasťou balenia.

2.2.10.1 Technické špecifikácie

Klasifikácie	
Smernica ES	MDD, 93/42 / EHS
	R & TTE, 1999/5 / ES
	ROHS 2.0, 2011/65 / EÚ
Environmentálne	
Prevádzková teplota	5 až 45 ° C
Relatívna vlhkosť (bez kondenzácie)	10% až 95%
Barometrický	700 až 1060 hPa
Stupeň odolnosti proti prachu a vode	IP22
Skúška pádom	1,0 m
Fyzické	
Veľkosť	88x56x3 mm
Váha	<70 g
Displej	2,7 "dotykový displej, HD
Konektor	Konektor Micro D.
Bezdrôtové pripojenie	Vstavaný duálny režim Bluetooth, podpora 4,0 BLE
Zdroj	
Nabíjací vstup	DC5V / USB
Typ batérie	Nabíjateľná lítium-polymérová batéria
Výdrž batérie	Iba denná kontrola:> 1 000-krát
	Nepretržité nahrávanie:> 12 hodín
	Čistý pohotovostný režim kalendára:> 3 mesiace
Čas nabíjania	Menej ako 2 hodiny na 90%

EKG	
Typ elektródy	Integrované EKG elektródy Externý kábel EKG a elektródy
Súprava olova	Olovo I, olovo II
Režim merania	Epizóda, nepretržitá
Vzorkovanie	500 Hz / 16bit
Zisk displeja	1,25 mm / mV, 2,5 mm / mV, 5 mm / mV, 10 mm / mV, 20 mm / mV
Tolerancia potenciálu offsetu elektródy	± 300 mV
Rozsah merania HR	30 až 250 tepov za minútu
Presnosť	± 2 bpm alebo ± 2%, podľa toho, ktorá hodnota je vyššia
Rozsah merania ST	-0,5 až +0,5 mV
Zhrnutie merania	Srdcová frekvencia, trvanie QRS, segment ST
Analýza rytmu:	
Pravidelný EKG rytmus, vysoká srdcová frekvencia, nízka srdcová frekvencia, vysoká hodnota QRS, vysoká hodnota ST (iba ext.), Nízka hodnota ST (iba ext.), Nepravidelný rytmus EKG, nemožno analyzovať	
SpO2	
Rozsah SpO2	70% až 100%
Presnosť SpO2 (zbrane)	80 - 100%: ± 2%, 70 - 79%: ± 3%
Rozsah PR	30 až 250 tepov za minútu
PR presnosť	± 2 bpm alebo ± 2% , podľa toho, ktorá hodnota je vyššia
Rozsah PI	0,5-15
Zhrnutie merania	SpO2, PR, PI, súhm (normálny kyslík v krvi, nízky obsah kyslíka v krvi, nemožno analyzovať)

Variácia krvného tlaku	
Metóda merania	Neinvazívna technológia bez manžiet
Zhrnutie merania	Percento zmeny alebo systolického tlaku na základe individuálneho kalibračného koeficientu
Teplomer	
Technika	Infračervená telesná teplota
Miesto merania	Čelo
Čas merania	3 s
Rozsah merania	34,0 až 42,2 ° C (94,0 až 108,0 ° F)
Presnosť	± 0,2 ° C alebo ± 0,4 ° F
Monitor spánku	
Čas monitorovania	Až 10 hodín
Úložisko dát	Uložte SpO2 a pulzovú frekvenciu
Zhrnutie merania	Celkové trvanie, <90% STAT, priemerná saturácia, najnižšia saturácia, súhrn (nezistené žiadne abnormality, zistený pokles kyslíka v krvi, nemožno analyzovať)
Krokomer	
Rozsah	0 až 99999 krokov
Vzdialenosť	0,00 až 999,99 km
Časovač	0 až 1999 minút
Kalórie	0,00 až 9999,99 kcal
Tuk	0,00 až 199,99 g
Pripomenka	
Počet pripomienok	6
Pripomienková udalosť	Zobudte sa, skontrolujte ma, liek, definujte si seba

Preskúmanie	
Kontrola údajov	Grafický trend, zoznam
Preskúmanie krivky	Krivka úplného zverejnenia
Denná kontrola	100 ks záznamov bez zvukovej poznámky
EKG záznamník	100 ks záznamov bez zvukovej poznámky
Oximeter	100 ks záznamov
Teplomer	100 ks záznamov
Kontrola záznamu o spánku	5 ks záznamov, každý záznam 10 hodín
Mobilná aplikácia	
Operačný systém	IOS 7.0 alebo novší, Android 4.0 alebo novší
Schopnosť IOS	iPhone 4s / iPad 3 alebo modely uvedené na trh neskôr;
Schopnosť systému Android	Mobilný telefón alebo podložka s Bluetooth 2.1 alebo novším
Funkčnosť	Export údajov, kontrola údajov, prehrávanie kriviek, kontrola trendov, zdieľanie údajov

Obr. č. 36 Technická špecifikácia Checkme

2.2.11 AIRBP



Obr. č. 37 Zariadenie AIRBP

AIRBP je tlakomer, ktorý je možné prostredníctvom Bluetooth použiť priamo s bezplatnou aplikáciou na vašom zariadení (napr. na mobile) alebo priamo pripojiť k zariadeniu CHECKME. Toto zariadenie sleduje váš systolický a diastolický krvný tlak, tep, ako aj oscilometrický princíp.

2.3 Zhrnutie

V dnešnej pandemickej dobe stále disponujeme s malým množstvom dát či údajov o pacientoch, ktorí bojujú s touto závažnou chorobou. Avšak pre šírenie tohto vírusu zostávajú pacienti doma a nie sú priamo pod lekárskeho odborným dohľadom. Pričom liečba v domácej karanténe je položená na veľmi neúplných informáciách o pacientovi, na základe ktorých robí doktor náročné rozhodnutia pre nastavenie správnej a účinnej liečby, ako aj priebežné upravovanie liečby. S týmito zozbieranými údajmi od občanov by jednotlivé kompetentné orgány mohli riešiť túto situáciu promptnejšie a efektívnejšie. Zozbierané dáta sú základným kameňom predikcie šírenia tohto ochorenia.

Jednotlivé zistenia z daných štúdií poukazujú na to, že v dnešnej situácii je telemedicína nevyhnutným prostriedkom, ako v tomto období zamedziť šíreniu ochorenia COVID-19 stretávaním sa ľudí u doktorov. Použitím telemedicíny by sa mimoriadne zefektívnila liečba pacientov v domácej karanténe a zároveň by sa uľahčilo zozbieranie dát pre nasledujúcu predikciu vývinu ochorenia. Taktiež sme zistili, že štruktúrované virtuálne návštevy napomáhajú udržiavať a zlepšovať kontrolu stavov pacienta v situáciách, kedy nie sú uskutočniteľné osobné návštevy. Výsledky ukazujú, že obmedzenia COVID-19 nám poskytli príležitosť priviesť teleasistanciu do prvej línie starostlivosti o pacientov. Pokrok v technológii a vývoji nových zariadení bude v nasledujúcom období uľahčovať výmenu informácií medzi pacientmi, poskytovateľmi zdravotnej starostlivosti a lekárom.

V jadre tejto časti sme si popísali jednotlivé zariadenia od rôznych výrobcov, prostredníctvom ktorých by sme vedeli pokryť našu realizáciu domácej karantény. Pre naše riešenie danej problematiky by bolo vhodné multifunkčné zariadenie, ktoré by pokrylo viac vyšetrení pacienta naraz. Z hodnôt tohto zariadenia by sme potom dokázali lepšie vyhodnotiť situáciu pre lekárov, ako aj lepšie zhodnotiť následnú predikciu. Pričom multifunkčné zariadenie by malo svoje namerané hodnoty prezentovať na displeji zariadenia, ako aj na stiahnutej aplikácii, napr. na mobile (Android, ako aj IOS), pre následné

prezentovanie údajov pre pacienta, ako aj pre jeho ošetrojúceho doktora. Multifunkčné zariadenie by malo obsahovať základné funkcionality a to :

- **Pulzný oxymeter**, ktorý meria saturáciu hemoglobínu kyslíkom v arteriálnej časti krvného riečišťa (SpO₂) a srdcovej frekvencie (tepovej frekvencie).
- **Zariadenie na meranie EKG**, ktoré deteguje fibriláciu predsiení (hlavná príčina mŕtvice).

Pričom srdcový rytmus možno zaznamenať už počas 30 sekúnd. Veľkým benefitom sú zozbierané dáta, nad ktorými bude bežať jednoduchá analýza nameraných hodnôt. EKG taktiež deteguje srdcové arytmie, napr. extrasystoly, včasné známky obehovej poruchy či zápal srdcového svalu.

- **Tlakomer, sledovač krvného tlaku**
- **Infračervený teplomer**, zvýšením teploty tela poukazuje na fakt, že telo pacienta bojuje s nejakou infekciou, čo je pre doktora jednoznačný príznak pre nastavenie liečby.

Pričom všetky tieto výsledky by sa okamžite prehľadne zobrazovali a vytvárali zápis pre lekára. Následne by mohol lekár promptne určovať spôsob liečby na základe nameraných hodnôt zo zariadenia.

Na pokrytie našej domácej karantény sme si vybrali zariadenie CHECKME z dôvodu jeho veľkého benefitu a tým je, že v jednom zariadení sa nachádza viacero meracích jednotiek, z ktorých dokážeme zaznamenávať hodnoty pacienta a následne ich replikovať do softvérového riešenia, kde sa budú tieto dáta zobrazovať v grafickej podobe v užívateľsky prívetivom rozhraní.

3 AUTOMATICKÁ TESTOVACIA BUNKA

Ošetrovanie chorých obyvateľov je určitým procesom, ktorý sa však rokmi neustále zdokonaľuje. Tomuto procesu zdokonaľovania v súčasnej dobe nepochybne napomáha digitalizácia zdravotníctva. Je známe, že doterajšia digitalizácia sa predovšetkým zaoberala ukladaním už nazhromaždených informácií a vedomostí o jednotlivých pacientoch, avšak táto metóda digitalizácie sa už v súčasnej modernej dobe považuje za nedostačujúcu. Z tohto dôvodu sa novo vyvíjané stroje a zariadenia pre kontrolu, diagnostiku, starostlivosť a taktiež pre testovanie pacienta začali postupom času stávať inteligentnejšie a taktiež sa začali prepájať s digitalizovaným zdravotníctvom. Tomuto procesu sa v dnešnej dobe hovorí Zdravotná starostlivosť 4.0, ktorá preberá modernizáciu jednotlivých procesov z oblasti Priemyslu 4.0.

3.1 Možné vzťahy s komorbiditami dýchacích ciest spôsobené pracovnou expozíciou rôznym nebezpečným bioaerosolom. Časť II. Klinický priebeh, diagnostika, liečba a prevencia.

Nebezpečnú povahu nového vírusu, označovaného ako COVID-19, možno vidieť v jeho rýchlom rozšírení a počte postihnutých ľudí. Doteraz bolo asi 20 % potvrdených prípadov klasifikovaných ako závažné alebo kritické a súčasná miera úmrtnosti predstavuje asi 2 %, čo je oveľa menej ako miera pri SARS (10 %) a MERS (30 %). Napriek nízkej miere sa stále považuje za významnú hrozbu, ktorú je potrebné primerane riešiť.

Je identifikovaná účinnosť a užitočnosť identifikačného postupu COVID-19 spolu s možnosťou, že vírus COVID-19 bude prítomný v nemocniciach a lekárskejších centrách s časom menej ako 3 sekundy na jeden prípad na včasnú diagnostiku s cieľom dosiahnuť potrebné výsledky.

Priebeh COVID-19 spôsobený SARS-CoV-2 sa môže zhoršiť bioaerosolmi obsahujúcimi ďalšie vírusy, baktérie a huby, ktoré sa vyskytujú hlavne v pracovnom prostredí. Diagnostika a liečba COVID-19 by sa preto mala zamerať na takúto možnosť v anamnéze, liečbe a konečných odporúčaní na zabránenie nepriaznivému vystaveniu.

Na prevenciu diaľkového prenosu vzduchom, ktorý je veľmi dôležitý ako faktor rizika nakazenia, sa odporúčajú filtračné masky a správne ventilačné systémy na pracoviskách a miestach bydliska, aby sa zabránilo infekcii vzdušným prenosom na krátku vzdialenosť, zvyčajne v dôsledku vystavenia kvapôčkam vylúčeným infikovanou osobou počas kašľa alebo kýchania. Odporúčajú sa filtračné masky osobám vykonávajúcim pracovné povinnosti (napr. zdravotníckym pracovníkom) a chirurgické masky iným osobám, ako aj udržiavanie sociálnej vzdialenosti (2 m) od iných osôb a vyhýbanie sa preplneným miestam. Na prevenciu infekcie priamym kontaktom s infikovanými ľuďmi alebo kontaminovanými povrchmi sú najlepšimi preventívnymi opatreniami vhodná dezinfekcia a časté umývanie rúk. Všeobecným preventívnym opatrením by vo všetkých prípadoch boli účinné vakcíny dostupné od decembra 2020.

V nemocniciach je dôležité používať ventilačné systémy generujúce podtlak, ktorý umožňuje prúdenie vzduchu do izolačnej miestnosti (napr. na oddelenie s pacientmi s COVID-19 alebo do miestnosti, kde sa vytvára infekčný aerosól), ale zároveň vzduch neuniká z tejto miestnosti, čím sa zabraňuje kontaminácii. Účinnosť nemocničnej ventilácie sa môže zvýšiť filtráciou častíc, napr. použitím filtrov zo sklenených vlákien s vysokou účinnosťou proti časticiam (HEPA), ktoré odstránia najmenej 99,95 % častíc s rozmermi 0,3 mm, a dezinfekciou vzduchom.

Používanie náležitých preventívnych opatrení v pracovnom prostredí je veľmi dôležité z dôvodu častých prepuknutí COVID-19 a potenciálnej úlohy pracovných bioaerosolov pri zhoršovaní choroby. Najohrozenejšími povolaniami sú povolania spojené s častými kontaktmi s inými ľuďmi, medzi ktorými by mohli byť infikovaní, ktorými sú často bezpríznakové osoby, a povolania spojené s vystavením účinkom rôznych prachových alebo kvapôčkových bioaerosolov.

Zdravotnícki pracovníci a súvisiace profesie. K najväčšiemu nebezpečenstvu ohrozenia infekciou patria zdravotnícki pracovníci (HCW) a pracovníci zariadení starostlivosti o deti, ktorí spĺňajú obidve uvedené

kritériá pracovného nebezpečenstva. Tieto osoby môžu byť často vystavené kvapôčkovým aerosólom obsahujúcim častice SARS-CoV-2, ktoré boli infikovanými ľuďmi vylúčené pri kašľaní a kýchaní. V niektorých vysoko rizikových oblastiach by sa mal tiež zväziť prenos vzduchom prenášaného vírusu na veľké vzdialenosti na jadrá kvapiek alebo na iné jemné častice menšie ako 5 mm. Podľa odporúčaní Európskeho centra pre prevenciu chorôb (ECDC) na ochranu zdravotníckych pracovníkov by HCW poskytujúci priamu starostlivosť pacientom COVID-19 na nemocničných oddeleniach alebo v sanitkách mali nosiť nasledujúce OOP chrániace pred kontaktom, kvapôčkami a prenosom vzduchom: FFP2 (alebo N95) maska, jednorazové rukavice, nepremokavé plášte s dlhým rukávom a ochranné okuliare alebo tvárové štíty. Pri vykonávaní vysoko rizikových postupov generujúcich aerosóly (AGP) u pacientov s COVID-19, ako je tracheálna intubácia, neinvazívna ventilácia, tracheotómia, kardiopulmonálna resuscitácia, manuálna ventilácia pred intubáciou, podávanie kyslíka, bronchoskopia či bronchiálne odsávanie, by mali HCW nosiť masku FFP3 (alebo N99). Počas podávania kyslíka by mal pacient nosiť chirurgickú masku a počas bronchoskopie nosiť čiapku.

Údaje z Talianska naznačujú, že zdravotnícki pracovníci zaznamenali vysokú mieru infekcie a úmrtia, čiastočne z dôvodu nedostatočného prístupu k OOP. Podľa Barranca a Ventury bolo v Taliansku od začiatku epidémie (21. februára - 7. apríla 2020) infikovaných SARS-CoV-2 viac ako 12 680 HCW, z ktorých takmer 100 lekárov a 26 zdravotných sestier zomrelo. Veľkým problémom bol prístup k príslušným OOP pre HCW. V niektorých krajinách je OOP málo alebo vôbec (napr. FFP2 alebo FFP3).

Ľudia, ktorí vykonávajú iné povolania vyžadujúce častý kontakt s potenciálne infikovanými osobami, ako sú pracovníci dopravy a pošty, policajti a učitelia, by mali nosiť chirurgické masky a rukavice a vždy, keď je to možné, udržiavať si spoločenský odstup (okolo 2 metrov) od ostatných ľudí. Okrem sektoru zdravotníctva sú to tiež ďalšie sektory, ako sú uniformované služby (napr. polícia či hasiči), sektory administratívne a administratívnej podpory (napr. kuriéri), učitelia predškolských zariadení a škôl dennej starostlivosti, komunitné a sociálne služby, pracovníci služieb a dopravy a dokonca i stavebných a ťažobných pracovníkov môžeme považovať za rizikové povolania.

Na minimalizáciu medziludských kontaktov počas pandémie COVID-19 a na izoláciu zdravých osôb od infikovaných (často bez príznakov) môžu vlády krajín alebo provincií rozhodnúť o úplnom alebo čiastočnom „uzamknutí“ (zatvorenie obchodov, reštaurácií, letísk, škôl a iných inštitúcií), o zákaze zhromažďovania a zavedení povinnej karantény doma pre infikované osoby (ktoré nepotrebujú nemocničné ošetrovanie), ako aj pre ľudí prichádzajúcich do styku s infikovanými osobami alebo pre osoby prichádzajúce zo zahraničia.

3.2 Okamžité usmernenie pre klinické laboratória, komerčných výrobcov a zamestnancov Správy pre potraviny a liečivá

Potenciálna hrozba pre verejné zdravie, ktorú predstavuje COVID-19, je vysoká, ba priam globálna. Pre účinnú reakciu na prepuknutie COVID-19 je kritická rýchla detekcia prípadov a kontaktov, vhodné klinické riadenie a kontrola infekcií a implementácia snahy o zmiernenie spoločensvom.

V súvislosti s mimoriadnou situáciou v oblasti verejného zdravia je kriticky dôležité, aby boli klinické testy validované, pretože falošné výsledky môžu mať negatívny vplyv nielen na samotného pacienta, ale môžu mať aj široký dopad na verejné zdravie.

DA definuje sérologické testy SARS-CoV-2 ako testy, ktoré identifikujú protilátky (napr. IgG, IgM) na SARS-CoV-2 z klinických vzoriek. FDA odporúča, aby sa pre sérologický test SARS-CoV-2 vykonali nasledujúce validačné štúdie:

- Krížová reaktivita / analytická špecificita
- Špecifickosť triedy
- Štúdia klinickej dohody

FDA sprístupnila prostredníctvom stiahnutia z webových stránok šablóny, ktoré si môžu komerční výrobcovia a laboratória zvoliť na uľahčenie prípravy, predloženia a autorizácie EUA na sérologický test.

CDRH-EUA-Templates@FDA.HHS.GOV.

Šablóny odrážajú súčasné zmýšľanie FDA o dátach a informáciách, ktoré by vývojári mali predložiť, aby uľahčili proces EUA. Šablóny poskytujú informácie a odporúčania a je plánovaná ich aktualizácia podľa potreby, keď sa dozvieme viac o chorobe COVID-19 a získame skúsenosti s procesom EUA pre rôzne typy testov COVID-19.

Vývojári, ktorí majú v úmysle použiť alternatívne prístupy, by mali zvážiť získanie spätnej väzby alebo odporúčaní FDA, ktoré by im pomohli pri procese EUA. FDA povzbudzuje vývojárov, aby s FDA diskutovali o akýchkoľvek alternatívnych technologických prístupoch k validácii svojich testov prostredníctvom

CDRH-EUA-Templates@FDA.HHS.GOV.

Členovia verejnosti môžu zasielať otázky týkajúce sa šablón na adresu CDRH-EUA-Templates@FDA.HHS.GOV alebo môžu zasielať komentáre týkajúce sa šablón do verejnej dokumentácie zriadenej pre tieto pokyny.

3.3 Popis aktuálneho stavu

Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) je jednou z významných lekárskejších katastrof, ktorá zmenila život ľudstva v 21. storočí. Smrteľný vírus je prenosný z infikovanej osoby na iných ľudí pomocou baktérií prenášajúcich sa vzduchom, pričom najviac postihnutý je zdravotnícky personál. Komora limituje prenos smrtiaceho vírusu na zdravotnú starostlivosť personálu pri odbere vzorky.

Kiosk je navrhnutý na základe CFD simulácií pre efektívne šírenie dezinfekčného prostriedku vo forme jemných kvapiek, vyrobené z ľahkého kompozitu, ktorý je udržateľný v extrémnych poveternostných podmienkach a zároveň je navrhnutý tak, aby bol ľahko dezinfikovateľný, a to maximálne do 3 minút po odbere vzorky. Postihnutá osoba COVID-19 môže mať vírus v ruke, na tele, oblečení, prívessku na kľúče, mobilnom telefóne atď. Takáto osoba môže zanechať vírus na všetkých povrchoch kdekoľvek sa ich dotkne. Aby sa zabránilo rýchlosti šírenia infekcie COVID-19, veľa krajín vyhlásilo uzamknutie. Preto naprieč zemeguľou, ľudia zostávajú doma, pričom zdravotná starostlivosť je v úplnej inej situácii. Chodia na kliniky a do nemocníc, vystavujú sa vysokému riziku ochorenia COVID-19. Štatistiky z Číny ukazujú, že viac ako 3 300 zdravotníckych pracovníkov bolo infikovaných začiatkom marca a podľa miestnych médií do konca februára najmenej 22 z nich zomrelo. V Taliansku počet nakazených zdravotníkov predstavovalo 20 %. Zdravotnícky personál popisuje fyzické a psychické vyčerpanie, muky ťažkých rozhodnutí a bolesť z prehry pacientov a kolegov, pričom každú sekundu svojej práce sú ohrození rizikom infekcie.

Zdravotnícky pracovník môže byť vystavený pôsobeniu vírus počas manipulácie, testovania a liečby infikovaných pacientov. Možné dôvody prenosu vírusu na zdravotnícky personál by mohol byť spôsobený nedostatkom množstva osobných ochranných prostriedkov (OOP) ; OOP za predpokladu, že nespĺňajú kvalitou štandardné požiadavky; neadekvátnou alebo nevhodnou izoláciou komory na testovanie podozrivých pacientov; a (4) prevládajúcimi nehygienickými podmienkami v zariadeniach, kde sú liečení pozitívni pacienti na COVID-19. Pacienti sú volaní do tejto miestnosti iba na odber vzoriek a odchádzajú z miestnosti ihneď po odbere. Toto zaisťuje pre zdravotnícky personál, ktorý sedí mimo kiosku to, že nepotrebuje nosiť akýkoľvek OOP. Kiosk preto minimalizuje použitie OOP zdravotníckym pracovníkom za každú odobratú vzorku, ktorá enormne znižuje náklady na testovanie COVID-19. To je možné, pretože automatická dezinfekcia dezinfikuje kiosk cez správne umiestnené rozprašovacie trysky. Komora je vyrobená z ľahkého kompozitu, pričom materiál má hrúbku steny 5 mm a

vydrží extrémne poveternostné podmienky, napr. vonkajšie teploty v rozmedzí od - 20°C do + 55°C. Priechodná stena komory, z ktorej pracovník v zdravotníctve interaguje s pacientom, je vyrobená s priehľadného skla/polykarbonátu. Celá komora a jej príslušenstvo sú potiahnuté vhodným antikoróznym náterom. Kiosk je vybavený reproduktorom, mikrofónom a systémom miestneho rozhlasu s obojsmernou komunikáciou medzi pacientom a vzorkou odoberajúcim zdravotníckym pracovníkom. Miesto je vybavené elektrickým osvetľovacím systémom, ktoré poskytuje dostatočné množstvo osvetlenia, aby lekári mohli pracovať za zlých svetelných podmienok alebo počas nočných zmien.

Kiosk má automatickú dezinfekciu, po ktorej nasleduje postup čistenia vodou na zabezpečenie úplnej sanitácie vírusu COVID-19. Kiosk je úplne utesený od okolia tak, aby sa eliminovalo riziko prenosu vírusu naprieč kioskom z pacientov na zdravotnícky personál. Pracovníci v zdravotníctve pôsobia ako hlavní bojovníci proti smrtiacemu vírusu COVID-19. Sú vystavení prenosu vírusu počas testovania pacientov kvôli nedostatku vhodných izolovaných komôr v krajine. Existuje potenciálna požiadavka na vývoj prenosnej izolačnej komory na odber vzoriek. Takýto kiosk bol navrhnutý a vyvinutý ako prenosný, bezpečný a izolovaný, pričom je po odbere úplne zapečatený a dezinfikovaný. Kiosk je navrhnutý na základe CFD simulácií na účinné šírenie dezinfekčného prostriedku vo forme jemných kvapiek a zároveň je postavený s ľahkým kompozitom, ktorý je extrémne udržateľný. Prvý prototyp jednotky COVSACK je na vysokej úrovni účinný pri prevencii prenosu vírusu COVID-19, vďaka jeho zabudovaným vlastnostiam, ako je napr. vzduchotesnosť. Kiosk je inovatívny pre svoje funkcie, ako napr. automatický dezinfekčný proces, účinné postrekovanie s veľmi malou veľkosťou častíc a znižuje náklady testovania COVID-19 na minimum.

3.4 Jadro

3.4.1 Vyhodnotenie praktickosti osobitného testu SARS-Cov-2 z krvi odobratej z prsta prispôbeného pre všeobecnú populáciu

Boli vyvinuté testy Point of Care (POC) na detekciu špecifických protilátok, IgG a IgM, na vírus SARS-CoV-2 v ľudskej krvi. Test musí byť ľahko použiteľný pre bežnú populáciu, aby sa zmiernilo blokovanie, ktoré iniciovalo mnoho krajín v reakcii na rastúcu pandémiu COVID-19. Bola uskutočnená štúdia z reálneho života s cieľom vyhodnotiť výkonnosť testu COVID-PRESTO® POC a výsledky boli nedávno zverejnené. Aj keď tento test preukázal veľmi vysokú citlivosť a špecifickosť v laboratórnom prostredí, keď ho používajú vyškolení odborníci, je potrebné ho ďalej hodnotiť z hľadiska praktickosti pri použití širokou verejnosťou, aby mohol byť schválený zdravotníckymi orgánmi pre domáce použitie.

Od marca 2020 do apríla 2020 bolo prijatých 143 účastníkov s nelekárskym zameraním v strednom Francúzsku (pracovníci jadrových elektrární, jednotlivci navštevujúci očkovaciu kliniku Fakultnej nemocnice Orleans a nelekársky personál Fakultnej nemocnice Orleans). Dobrovoľníkom bol sprístupnený návod na použitie. Sledovali sa dva samostatné ciele: hodnotenie schopnosti účastníkov dosiahnuť interpretovateľný výsledok a hodnotenie schopnosti používateľov čítať výsledky.

88,4 % používateľov testu považovalo návod na použitie za jasný a zrozumiteľný. 99,3 % používateľov získalo platný výsledok a podľa dozorných orgánov bolo používateľmi správne vykonaných 92,7 % testov. Celkovo 95 % používateľov poskytlo pozitívnu spätnú väzbu k testu COVID PRESTO® ako potenciálnemu autotestu. Vek ani vzdelanie nemali vplyv na výsledky. COVID-PRESTO úspešne používala drvivá väčšina účastníkov a jeho použitie bolo hodnotené ako veľmi uspokojivé, čo poukazuje na sľubný potenciál testu ako na autotest, ktorý bude slúžiť pre bežnú populáciu. Tento test POC sa môže stať ľahko použiteľným nástrojom, ktorý pomáha zisťovať, či sú jednotlivci chránení alebo nie, najmä v súvislosti s ďalšou vlnou alebo programom hromadného očkovania.

Sérologické testy schopné detegovať špecifické protilátky proti SARS-CoV-2 u ľudí sa javia ako obzvlášť dobrí kandidáti, pretože ich použitie je pomerne jednoduché bez rozsiahleho zaškolenia.

Rýchle diagnostické testy COVID-19 (RDT) alebo testy Point of Care (POC) sa predávajú s neúplnou a niekedy dokonca podvodnou dokumentáciou a nepodloženými tvrdeniami, pričom niektoré z týchto testov sa predávajú ako autotesty. V dôsledku toho niekoľko európskych krajín zakázalo uvádzanie týchto testov na trh až do odvolania. Existuje preto zásadná potreba podrobnejších štúdií týkajúcich sa týchto testov .

Z regulačného hľadiska je „autotestovanie“ prísnejšou regulačnou kategóriou diagnostických testov in vitro v porovnaní s bežnými testami, ktoré sú určené iba na profesionálne použitie. Francúzsky zdravotnícky úrad (Haute Autorité de Santé), HAS) odhaduje, že vzhľadom na nedostatok spoľahlivých údajov o dostupných autotestoch je predčasné podporovať ich použitie.

COVID-PRESTO si kladie za cieľ byť jedným z prvých sérologických testov SARS-CoV-2, ktoré majú byť oficiálne schválené ako spoľahlivý a presný autotest, aby bolo možné uskutočniť testovanie vo veľkom meradle. Je dôležité mať na pamäti, že tieto testy nie sú určené na detekciu prebiehajúcej infekcie, ale skôr predchádzajúcej infekcie, ktorá by poskytovala informácie o skutočnej prevalencii vírusu. Pozitívny test však nebude znamenať, že testovaný jedinec už nie je infekčný, ale poskytne informácie o tom, že bol niekedy v minulosti infikovaný.

AAZ COVID-PRESTO je ľahko použiteľný test Point of Care (POC), t.j. je to prístroj založený na chromatografickom imunologickom teste z jednej kvapky krvi.

V skratke ihla lancety, ktorá je súčasťou súpravy, sa používa na odber kvapky krvi z končeka prsta. Vzorka krvi sa potom odoberie kapilárnou mikropipetou a uloží sa do príslušnej jamky testovacej kazety. Účinnosť lieku COVID-PRESTO1 bola hodnotená v nedávnej klinickej štúdiu a test preukázal špecifickosť 100 % a citlivosť v rozmedzí od 10 % (keď sa test robil 0–5 dní po objavení sa príznakov) do 100 % (ak sa vykonáva) 15 dní po objavení sa prvých príznakov). Tieto výsledky boli získané v kontrolovanom prostredí, kde test vykonávali vyškolení odborníci. Aby bol vhodný ako autotest pre bežnú populáciu, musí byť COVID-PRESTO1 vyhodnotený z hľadiska praktickosti, t.j. jeho schopnosti správne vykonávať testovanie neškolenými osobami.

Pre túto štúdiu bol použitý dvojkrokový dizajn, podobný designu použitému na validáciu autotestu HIV. K dispozícii boli dve rôzne inštruktážne médiá: písomný návod na použitie a inštruktážne video. Každý dobrovoľník bol vyzvaný, aby použil jedného alebo oboch, aby získal jasné pochopenie toho, ako vykonať test.

Každý dobrovoľník musel pomocou ihly lancety prepichnúť bočnú časť prsta, aby sa vytvorila veľká kvapka suspendovanej krvi, následne odobrať túto kvapku 10 µl kapilárnou mikropipetou, ktorá sa automaticky naplnila, preniesť krv do vzorky a nakoniec pridať dve kvapky pufru v tlmiacej jamke. Každý účastník bol požiadaný o vyplnenie dotazníka spokojnosti týkajúceho sa vhodnosti COVID-PRESTO1 ako budúceho autotestu určeného pre bežnú populáciu.

Používateľov testu sledoval pozorovateľ (lekár ochrany zdravia pri práci v jadrových elektrárnach, vyškolená zdravotná sestra alebo lekár v regionálnej nemocnici v Orleans), ktorý mu mohol na požiadanie pomôcť a vyhodnotiť vykonávanie rôznych úloh. Toto hodnotenie sa môže líšiť od osobnej spätnej väzby používateľa.

Každému účastníkovi sa ukázal súbor obsahujúci 6 štandardizovaných výsledkov testov (2 pozitívne, 2 negatívne a 2 neplatné). Účastník musel náhodne zvoliť tri zo šiestich štandardizovaných testov a zapísať výsledky pre každý test. Zhromažďovanie odpovedí a hodnotenie ich presnosti mal na starosti supervízor.

Obyvateľstvo bolo popísané v percentách. Vplyv demografických charakteristík, ako je vek a úroveň vzdelania, na odpoveď na dotazník, spokojnosť používateľov a schopnosť správne vykonať a interpretovať test boli hodnotené pomocou jednorozmerných a stratifikovaných analýz a testu Cochran-Mantel-Haenszel. V prípade celkových rozdielov medzi skupinami sa na porovnanie v dvoch skupinách použili post hoc Fisherové alebo χ^2 testy s Bonferroniho korekciou.

Avšak post hoc Fisherove testy s Bonferroniho korekciou odhalili, že podiel používateľov, ktorí považovali video za zrozumiteľné v rozmedzí 20–29, nebol pri porovnaní skupín významne nižší, čo znamená, že vek nemá veľký vplyv na chápanie inštruktážneho videa. Taktiež došlo k celkovému štatistickému rozdielu v zložení videa, keď sa úroveň vzdelania považovala za ovplyvňujúci faktor (Cochran-Mantel-Haenszelov test celkovo $p = 0,0235$). Ak sa však uskutočnilo porovnanie v dvoch skupinách pomocou Fisherovho t testu alebo χ^2 s Bonferroniho korekciou, nepozoroval sa žiadny

rozdiel. Tieto výsledky ukazujú, že úroveň vzdelania nemala vplyv na porozumenie inštruktážneho videa. Spoločne tieto výsledky ukazujú, že pokyny boli všetkými účastníkmi dobre prijaté a pochopené, pričom na ich porozumenie nemá žiadny vplyv vek alebo úroveň vzdelania.

Pokiaľ ide o celkovú spokojnosť, 133/141 účastníkov (94,3 %) hodnotilo COVID-PRESTO1 pozitívne (definované ako „dobré“, „veľmi dobré“ alebo „vynikajúce“) na základe ľahkosti vykonania postupov skúšky. 45,4 % účastníkov hodnotilo test ako dobrý a 49,6 % ako „veľmi dobrý“ alebo „vynikajúci“. Analýza podskupín odhalila, že vek a vzdelanie nemali vôbec žiadny vplyv na celkovú spokojnosť s testom COVID-PRESTO1.

Inštruktážne materiály poskytnuté k testu sú jasné a zrozumiteľné bez ohľadu na vek alebo úroveň vzdelania používateľa. Naše výsledky však ukázali, že vek alebo úroveň vzdelania môžu mierne ovplyvniť porozumenie nepísaných pokynov, t.j. inštruktážneho videa. Toto zistenie naznačuje, že môže byť potrebné zahrnúť do testu aj rôzne inštruktážne médiá, aby sa zabezpečilo jeho pochopenie pre širšie publikum.

Pokiaľ ide o obe tieto kritériá, COVID-PRESTO1 fungoval dobre. Naše výsledky skutočne preukázali, že 92 % účastníkov vykonalo test správne, ako to hodnotili vyškolení nadriadení, a náhodne vybrané testy interpretovalo správne 99 % účastníkov. Štúdia odhalila, že ani vek, ani úroveň vzdelania nemali vplyv na schopnosť správne prečítať test alebo na schopnosť vykonať dané postupy. To výrazne naznačuje, že vykonanie testu je prístupné širokému okruhu osôb. Pozorovali sme však, že úroveň vzdelania mala vplyv na to, či účastník požiadala o pomoc alebo nie. Nakoniec táto štúdia odhalila, že COVID-PRESTO1 sa hodnotí ako praktický s mierou globálnej spokojnosti 95 %, a že ho používatelia priaznivo vnímajú ako potenciálny autotest. Dohromady sú tieto výsledky jednoznačne v prospech potenciálu testu COVID-PRESTO1 používať ho ako autotest v budúcnosti.

Je preto dôležité, aby pokyny na skúšky obsahovali jasné a zrozumiteľné pokyny týkajúce sa opatrení, ktoré je potrebné prijať v prípade pozitívneho alebo negatívneho výsledku, aby sa zabránilo zmierneniu bezpečnostných opatrení. Za týmto účelom pokyny na použitie testu COVID-PRESTO1 odporúčajú vyhľadať starostlivosť od poskytovateľa primárnej starostlivosti a podstúpiť ďalšie testovanie (PCR) na potvrdenie/zneplatnenie prítomnosti aktívnej infekcie v prípade pozitívneho testu.

3.4.2 Diagnostický panel RT-PCR v reálnom čase

Diagnostický panel real-time RT-PCR CDC 2019-nCoV je molekulárny diagnostický test in vitro, ktorý pomáha pri detekcii a diagnostike infekcie SARS-CoV-2 a je založený na široko používanej technológii amplifikácie nukleových kyselín. Produkt obsahuje oligonukleotidové priméry a dvojito označené sondy na hydrolýzu (TaqMan®) a kontrolný materiál používaný v rRT-PCR na kvalitatívnu detekciu RNA 2019 nCoV vo vzorkách dýchacích ciest in vitro.

Detekcia vírusovej RNA pomáha nielen pri diagnostike chorôb, ale poskytuje aj epidemiologické a dozorné informácie.

Vzorky musia byť zabalené, odoslané a prepravené v súlade s aktuálnym vydaním predpisu o nebezpečnom tovare Medzinárodnej asociácie pre leteckú dopravu (IATA). Pri zasielaní potenciálnych vzoriek 2019-nCoV sa musí postupovať podľa prepravných predpisov pre biologickú látku UN 3373, kategória B. Je potrebné skladovať vzorky pri teplote 2 - 8 °C a poslať ich na noc do CDC na ľadovom obale. Ak je vzorka zmrazená pri -70 °C alebo nižšej, je potrebné ju prepraviť cez noc na suchom ľade do CDC.

Po prijatí je potrebné usušiť priméry a sondy pri teplote 2 – 8 °C.

S týmito činidlami by sa malo manipulovať iba na čistom mieste a skladovať pri vhodných teplotách v tme. Je potrebné vyhnúť sa cyklom zmrazovania a topenia. Po rozmrazení je potrebné udržiavať vzorky v chlade.

Pred použitím sa musia očistiť a dekontaminovať všetky pracovné povrchy, pipety, odstredivky a ďalšie vybavenie. Mali by sa používať dekontaminačné činidlá vrátane 10 % bielidla, 70 % etanolu a DNazap alebo RNase AWAY™, aby sa minimalizovalo riziko kontaminácie nukleovou kyselinou.

Štyridsaťdeväť z 2071 respiračných vzoriek malo pozitívny diagnostický panel CDC 2019-nCoV RT-PCR v reálnom čase. Iba jeden exemplár (orofaryngeálny tampón) bol neplatný. Zo 49 respiračných vzoriek, ktoré boli pozitívne testované diagnostickým panelom CDC 2019-nCoV RT-PCR v reálnom

čase, bolo sedemnášť potvrdených genetickým sekvenovaním a/alebo vírusovou kultúrou (pozitívna percentuálna zhoda = 17/17, 95 % CI: 81,6 % - 100 %).

3.4.3 Dlhodobé poznávacie príznaky COVID-19 na FDG-PET/CT: štúdia prípadovej kontroly

Pozitrónová emisná tomografia (FDG-PET), pôvodne vyvinutá na hodnotenie metabolizmu mozgu, dosiahla svoju slávu v oblasti zobrazovania nádorov. Napriek tomu je v súčasnosti používaná pre zistenie mnohých klinických chorôb vrátane infekcie a zápalu. Napriek niektorým počiatočným sľubným údajom o FDG-PET/CT pri infekcii SARS-CoV-2, hlavný prínos tejto techniky sa zdá byť väčšinou spojený s incidentálnou diagnostikou zápalu pľúc. Hneď po prvej vlne vzrástol počet pacientov trpiacich perzistenciou, pričom mali príznaky alebo dlhodobé následky SARS-CoV-2 aj po vyliečení infekcie. Okrem toho sa nedávno zistil hypometabolizmus mozgu. Experimentálne štúdie preukázali, že transportérom glukózy môže byť vysoký tlak v bunkách zapojených do infekcie.

Schopnosť FDG identifikovať ložiská zápalu a infekcie súvisia s glykemicko-kolytickou aktivitou buniek zapojených do zápalovej reakcie. Na rozdiel od afinity pozorovanej u nádorov transportérov glukózy na deoxyglukózu počas zápalu sa zdá byť zvýšený cytokínmi a rastovými faktormi. Navyše, bunkový stres vyvolaný poranením bunky (meta- vzplanutie) môže zvýšiť spotrebu glukózy, a tým príjem FDG. Preto FDG - vysoko senzitívny, je ideálne vhodný na vyšetrenie dlhodobého COVID-19.

Výhody PET/CT z hybridného hodnotenia celého tela, bezpečnosti a dodržiavania predpisov pacientmi.

Naše objavy potvrdili dlhodobý COVID-19 ako multiorgánové ochorenie. Aj keď sme nenašli typický vizuálny vzor PET/CT sugestívny pre dlhodobý COVID-19, tak analýza mozgu podporila nedávnu hypotézu o SAR-CoV-2 a poskytla nové poznatky o ceste fyziológie dlhodobého COVID-19. Mnoho zdravých orgánov a pacientov vykazovalo vyššie FDG v dlhodobom COVID-19 než u kontrol. Tieto zistenia naznačujú rozptýlenie zápalu zahŕňajúci „cieľové“ a „necieľové“ orgány. Je pozoruhodné, že zatiaľ čo pečňový SUV max bol podobný v týchto dvoch skupinách, priemer SUV bol v kávalej žile dlhodobo nižší u COVID-19 pacientov ako v kontrolných skupinách, kde sme mali možnosť analyzovať rozdiel medzi jednotlivými skupinami. Na druhej strane, pečň bola zaradená medzi cieľové orgány COVID-19, preto môže dôjsť k jej zraneniu, kvôli čomu je absorpcia FDG nespoľahlivá. Za zmienku stojí, že zatiaľ čo relatívny hypermetabolizmus je spôsobený systémovým zápalovým syndrómom, tak pri analýze metabolizmu mozgu sme našli aj stratové oblasti hypometabolizmu (menovite v limbickej orbitofrontálnej kôre a mozgovom kmeni). Tieto zistenia sú topograficky a patofyziologicky v poriadku. Cieвне vychytávanie bolo v týchto dvoch skupinách porovnateľné. Ako je však uvedené vyššie, pečň (t.j. orgán na vizuálne stanovenie stupňa vaskulárneho zachytenia) mohla byť - ako naznačujú nedávne dôkazy stále zapálená kvôli dlhodobému COVID-19.

3.4.4 Diagnostická presnosť rýchlych antigénových testov na COVID-19 v porovnaní s vírusovým genetickým testom u dospelých: protokol o systematickom hodnotení.

SARS-CoV-2 je b-koronavírus patriaci do čeľade Coronaviridae. COVID-19 je pozitívne jednolákové zoskupenie vírusov RNA s niekoľkými podrodinami: a, b, g a d. Podskupiny a a b sú spojené s infekciami cicavcov, zatiaľ čo podskupiny g a d sú spojené s infekciami ošípaných a vtákov. Hlavné produkty génov patriace k týmto vírusom sú nukleokapsidový proteín (N), hrotový proteín (S), receptorová väzbová doména hrotového proteínu (RBD), malý membránový asociovaný proteín (SM) a membránový glykoproteín (M). Tieto gény sa môžu použiť na identifikáciu vírusu pomocou

metód amplifikácie nukleových kyselín (NAAT) na diagnostiku COVID-19 u testovaných pacientov. Alternatívne môžu byť samotné proteíny použité na detekciu prítomnosti vírusu vo vzorke.

K 3. februáru 2021 Svetová zdravotnícka organizácia uvádza, že existuje viac ako 103 miliónov potvrdených prípadov COVID-19 a viac ako 2,2 milióna úmrtí.

Diagnostické testy point-of-care pre COVID-19 poskytujú výsledky v priebehu niekoľkých minút a je možné ich vykonať na rôznych miestach, vrátane dočasných testovacích centier, lekárskeho ordinácií, pohotovostí a škôl. Testovanie v rámci starostlivosti zahŕňa tradičné RT-PCR v reálnom čase (qRT-PCR) a rýchle testovanie antigénom. Počet potvrdených prípadov získaných z POC a lekárskeho laboratórnych diagnostických testov tiež poskytuje dôležité štatistické údaje, ktoré vládám a zdravotníckym organizáciám umožňujú hodnotiť efektívnosť ich nariadení na kontrolu šírenia COVID-19 v ich regióne.

Dopyt po diagnostických testoch POC vyvolal inováciu rôznych detekčných testov na báze nukleových kyselín, proteínov, CRISPR-Cas a protilátok pre SARS-CoV-2. Aby bolo možné tieto testy využiť, je potrebné vyhodnotiť presnosť diagnostických testov POC. Testy založené na reverznej transkriptázovej polymerázovej reťazovej reakcii (RT-PCR) využívajú proces, pri ktorom sa malé množstvá vírusovej RNA konvertujú na cDNA a potom sa amplifikujú, aby sa kvalitatívne preukázala prítomnosť vírusu, alebo aby sa kvantitatívne určilo množstvo vírusu v danej vzorke. Pre SARS-CoV-2 tento test deteguje vírusový genóm. Reverzná transkriptázová polymerázová reťazová reakcia je považovaná za zlatý štandard pre diagnostiku COVID-19 kvôli vysokej citlivosti a špecifickosti. V kombinácii s relatívne nízkymi nákladmi na PCR a ľahkým použitím je RT-PCR atraktívnou voľbou pre diagnostiku COVID-19. Hlavnými nevýhodami používania RT-PCR pri klinických diagnózach sú riziká kontaminácie a degradácie vzoriek pri odbere a transporte vzoriek do zariadenia, kde sa budú vykonávať testy. Čas od odberu vzorky po návrat výsledkov je často príliš dlhý pre efektívne karanténne postupy. Reverzná transkriptázová polymerázová reťazová reakcia si vyžaduje vyškolený personál a musí sa vykonávať vo vybavenom certifikovanom lekárskom laboratóriu, čo ďalej zhoršuje jej účinnosť ako techniky POC.

Pomerne rýchle testovanie antigénu je atraktívnou voľbou pre diagnostiku COVID-19 kvôli jeho nízkym nákladom, minimálnemu zaškoleniu vyžadovanému na použitie, použitiu rovnakých typov vzoriek ako pri RT-PCR teste a jeho schopnosti.

Testy môžu odbúravať telesné tekutiny na odber vzoriek: sliny, hlien, krv, moč a výkaly.

V súčasnosti sa povolené génové testy primárne využívajú na zofaryngeálne, nazálne alebo orofaryngeálne vzorky výteru. Avšak bronchoalveolárna laváž a endotracheálny aspirát sú používané aj v závažnejších prípadoch COVID-19. Rapid testy na antigén si nevyžadujú špecializovaný personál na ich vykonávanie, a preto sa používajú nielen v tradičných laboratóriách, ale aj v primárnej starostlivosti, napr. posteľ pacientov, dočasné testovacie centrá, školy, zariadenia dlhodobej starostlivosti a lekárne. Okrem toho je testovanie založené na CRISPR-Cas, napr. v tomto sa berie ohľad na SHERLOCK a STOP preskúmanie, pretože táto technika umožňuje rýchlu detekciu vírusovej nukleovej kyseliny bez potreby tradičného vybavenie PCR a personálu vyškoleného PCR.

3.4.5 Vyhodnotenie rýchleho testu antigénu Abbott Binax TERAZ na infekciu SARS-CoV-2 u detí: Dôsledky skríningu v školskom prostredí.

Symptomatické deti mali vyššiu pravdepodobnosť pozitívnej zhody v porovnaní s asymptomatickými deťmi, avšak pomer šancí bol významný iba na 10 % úrovni (pomer šancí: 1,66, 95 % CI: 0,92 až 2,98). Deti s hodnotami Ct menej ako 25,0 (pomer šancí: 15,60, 95 % CI: 1,99 až 121,91) a deti s hodnotami Ct medzi 25,1 a 30,0 (pomer šancí: 2,95, 95 % CI: 1,32 až 6,58) mali oveľa vyššiu pravdepodobnosť pozitívnej zhody v porovnaní s deťmi s hodnotami Ct vyššími ako 30,0. Je dôležité si uvedomiť, že hodnoty Ct sa merajú v nelineárnom meradle, takže jedna jednotka zmeny hodnoty Ct je dvojnásobná zmena koncentrácie vírusovej RNA.

Pravdepodobnosť negatívnej zhody bola nižšia u detí vo veku 12–17 rokov v porovnaní s deťmi vo veku 5–11 rokov. Pravdepodobnosť negatívnej zhody bola nižšia u symptomatických detí v porovnaní s asymptomatickými deťmi.

Test RT-PCR použitý ako komparátor pre túto štúdiu môže mať niektoré falošne negatívne výsledky u tých, ktorí boli bez príznakov a tam, kde odber vzoriek nepozoroval vyškolený personál. Ak predpokladáme falošne negatívnu mieru okolo 5 %, znamená to, že asi 27 z 548 detí, ktoré mali negatívny test na RT-PCR, mali aktívnu infekciu, a teda boli skutočnými pozitívami. To by znamenalo 253 skutočných pozitív v našej vzorke - 226, ktorí mali pozitívny test.

Aj keď nasadenie sériových rýchlych testov na antigén sa v školách ukazuje sľubne, niektoré problémy zostávajú. Optimálnu frekvenciu testovania nepoznáme. Je potrebný ďalší výskum s cieľom vyhodnotiť, do akej miery rôzne frekvencie rýchleho testovania antigénov na školách zvyšujú bezpečnosť, znižujú ohniská a kontinuitu vzdelávania. Pozitívna prediktívna hodnota rýchleho antigénového testu môže byť nízka v prostrediach, kde je prevalencia aktívnych infekcií nízka, aj keď výsledky nedávnej štúdie naznačujú veľmi vysokú špecificitu u asymptomatických populácií s nízkou prevalenciou. Na záver musíme vyriešiť implementačné problémy spojené s nasadením sériového testovania antigénov na školách.

Na štúdium boli prijaté rodiny s deťmi mladšími ako 18 rokov. Slovný súhlas rodičov a súhlas mládeže sa získali na mieste a zaznamenali sa do elektronickej databázy. Etická komisia schválila ústny informovaný súhlas, pretože štúdia bola považovaná za nízko rizikovú a bolo logisticky náročné získať písomný informovaný súhlas na rušnom verejnom testovacom mieste. Uskutočnil sa krátky prieskum, ktorý zahŕňal demografické informácie a informáciu o tom, či dôvodom testovania bola choroba alebo príznaky COVID-19, alebo podozrenie na expozíciu COVID-19. Použitým testom RT-PCR bol komerčný autorizovaný test FDA EUA ponúkaný spoločnosťou Cura-tive Labs, Inc. Vzorky orálnej tekutiny pre RT-PCR si účastníci zhromaždili sami.

Je obzvlášť ťažké (niekto by povedal, že je to priam nemožné) prinútiť malé deti, aby dodržiavali náležitú hygienu súvisiacu s umývaním rúk, kašľom a dotykom tváre. Táto výzva v kombinácii s nepraktickosťou postupov sociálneho dištancovania z dôvodu obmedzeného priestoru v triede, spoločných postupov pri obede a častých a rozmanitých interakcií medzi skupinami študentov robí zo škôl zvlášť priaznivé prostredie pre šírenie chorôb počas pandémie, ktoré ovplyvňuje nielen študentov, ale aj učiteľov, opatrovníkov, pracovníkov stravovacích služieb a ďalších zamestnancov budovy (Carroll, 2020). Z týchto dôvodov začali školy v marci 2020 zatvárať svoje brány, aby obmedzili šírenie vírusu v komunitách.

Len málokto by namietal, že zatváranie škôl je dôležitým a nevyhnutným politickým opatrením v boji proti COVID-19. Dôkazy z minulých epidémií skutočne naznačujú, že zatváranie škôl môže mať významný vplyv na zníženie miery infekcie a vyrovnanie krivky (Ferguson a kol., 2006). Predĺžené školské uzávery však sú jedna z najrušivejších síl v ére COVID-19. Uzatvorenie školy ukončilo každodenný život detí a rodín a zanechalo vychovávateľov prinútených určiť rýchlo, ako vzdialene vzdelávať študentov spravodlivým spôsobom (Bohl, 2020; Collins, 2020; Robles, 2020; Schwartz, 2020).

Primárnym poslaním škôl je vzdelávať deti, aby ich pripravili na to stať sa zodpovednými a produktívnymi členmi spoločnosti. Existuje značná obava z veľkej regresie akademických schopností študentov vyplývajúcej z COVID-19.

V oblasti prístupu k zdravotnej starostlivosti čelia deti mnohým finančným, dopravným, časovým a dodávateľským prekážkam v prístupe ku kvalitnej a koordinovanej starostlivosti, ak je to potrebné.

Medzi príklady obmedzení zdrojov, ktoré majú neprímeraný dopad na zraniteľné deti, v tomto období školských zatvorení patria študenti s obmedzeným prístupom k technológiám vrátane notebookov, širokopásmovému internetu či kamere.

3.4.6 Používanie bežných krvných testov na pomoc pri diagnostike COVID-19 u symptomatických hospitalizovaných pacientov.

Falošné negatíva môžu byť spôsobené špecifickým testom RT-PCR, zlou technikou odberu vzoriek, typom a kvalitou získaného exempláru a taktiež aj trvaním predchádzajúcej choroby. Existujú značné dôsledky diagnóz, ako je napr. šírenie vírusového prenosu. To je obzvlášť dôležité pri riadení práce kľúčových pracovníkov aj neinfikovaných pacientov. Tieto krvné testy na určitých úrovniach boli

spojené s horšou prognózou u pacientov s COVID-19. U všetkých pacientov sa uskutočnila retrospektívna kontrola a postupne boli odkázaní na všeobecné vnútorné lekárstvo (GIM) po dobu štyroch týždňov. Chrípka B a respiračný syncyciálny vírusový tampón. Všetky výtery boli negatívne okrem jedného pozitívneho výteru pre chrípku A v skupine. Citlivosť a špecifickosť SARS-CoV-2 u všetkých pacientov RT-PCR bola v diagonálnej miere 74,2 %, respektíve 99,5 % COVID-19 vs. CONTROL. Na ďalšie objasnenie bola vykonaná podskupinová analýza s pacientmi, ktorí boli liečení liekom COVID poz RT-PCR Neg. Pacienti s možnou diagnózou COVID-19 vyžadujú rýchlu a presnú diagnózu na zastavenie prenosu vírusu misie. Diagnóza COVID-19 môže byť náročná z dôvodu falošných negatívov a oneskorenia pri spracovaní SARS-CoV-2 RNA RT-PCR z nosohltanového výteru. Existujú značné rozdiely vo WCC, NEU, PLTS, LYM, LDH a FER pri COVID-19 pacientoch v porovnaní s pacientmi, u ktorých je klinické podozrenie, ale u ktorých nakoniec nie je diagnostikovaný COVID-19. Môžu byť použité v spojení s rádiológiou a symptómami, pričom pomáhajú pri diagnostike. Toto je obzvlášť užitočné v prostredí s nízkymi zdrojmi alebo tam, kde sú oneskorenia s definitívnou diagnózou.

FER sa javí ako najspoľahlivejší krvný marker a môže byť obzvlášť užitočný tam, kde zostáva klinické podozrenie na COVID-19 napriek negatívnemu SARS-CoV-2 RT-PCR. Je možné kombinovať štandardnú krv a výsledky testu (WCC, LYM a FER) s citlivosťou porovnateľnou so SARS-CoV-2 RT-PCR.

3.4.7 Presnosť štyroch imunotestov s laterálnym prietokom pre protilátky anti SARS-CoV-2: porovnávací štúdiá „head-to-head“.

Testy na protilátky SARS-CoV-2 sa používajú na sledovanie populácie a môžu mať budúcu úlohu pri individuálnom hodnotení rizika. Imunologické testy s laterálnym prietokom (LFIA) môžu priniesť výsledky rýchlo a vo veľkom rozsahu, ale majú veľmi rozdielnu presnosť.

Pozorovali sme jasný kompromis medzi citlivosťou a špecifickosťou: pásma IgG prístroja SureScreen a prístroj AbC-19 mali vyššiu špecifickosť, avšak OrientGene a Biomerica mali zas vyššiu citlivosť. Na základe analýzy predpandemických vzoriek malo pásmo SureScreen IgG najvyššiu špecifickosť (98,9 %, 95 % interval spoľahlivosti 98,3 % až 99,3 %), čo sa prejavilo na najvyššej pozitívnej prediktívnej hodnote pri akejkoľvek pravdepodobnosti pred vykonaním testu, napr. 95,1 % (95 % CI 92,6 %; 96,8 %) pri 20 % pravdepodobnosti pred vykonaním testu. Všetky štyri prístroje vykazovali vyššiu citlivosť pri vyšších koncentráciách protilátok („účinky spektra“), ale rozsah sa líšil podľa prístroja.

Odhady citlivosti a špecifickosti sa môžu použiť na prispôbenie chybovosti testu pri používaní týchto zariadení na odhad prevalencie protilátky. Ak by sa pomocou testov určilo, či má jedinec protilátky SARS-CoV-2, v príkladnom scenári, v ktorom má protilátky 20 % jedincov, tak by sme odhadovali, že asi 5 % pozitívnych výsledkov na najšpecifickejšom prístroji by bolo falošne pozitívnych.

Odhadovalo sa, že SureScreen má najvyššiu špecifickosť (99,8 %, 95 % CI 98,9 % až 100 %) a OrientGene najvyššiu citlivosť (92,6 %), ale s neistotou ohľadom druhého výsledku kvôli malej veľkosti vzorky. Ďalšie dve porovnávacíe štúdie boli malé (n = 65, n = 67), a preto poskytujú veľmi neisté výsledky.

Na základe analýzy 1 995 predpandemických vzoriek krvi sme si na 99 % istí, že SureScreen (čítanie pásma IgG) má najvyššiu špecifickosť zo štyroch zariadení (98,9 %, 95 % CI 98,3 %, 99,3 %).

Ak by však napr. malo 20 % testovanej populácie protilátky, odhadujeme, že asi 1 z 20 pozitívnych výsledkov na najšpecifickejšom prístroji by bolo nesprávnych.

Spomedzi 268 „známych pozitív“ bolo deväť negatívnych na Roche Elecsys®. Ich odstránením z menovateľa sa mierne zvýšili bodové odhady citlivosti.

Veľmi málo pásiem alebo zariadení produkovalo neplatné hodnoty. Hodnotiaci laboranti uviedli, že pásy SureScreen boli intenzívne, dobre definované a ľahko čitateľné, a že pásy OrientGene boli taktiež ľahko čitateľné. V prípade spoločnosti Biomerica si všimli určité prechody a pruhy vo formovaní pásma, čo viedlo k tomu, že čítanie zariadenia trvalo o niečo dlhšie. Ako sme už skôr informovali, pásma AbC-19 boli často vizuálne slabé.

Všetky zariadenia vykazovali určitú variabilitu v čítaní u troch hodnotiteľov. Zhoda bola najvyššia pre pásma SureScreen IgG: neboli zistené žiadne nezrovnalosti v čítaní tohto ukazovateľa pre 98,7 % (98,3 %; 98,9 %) zariadení (tabuľka S11).

Pozitívne pásy OrientGene, Biomerica a SureScreen IgG mali tendenciu byť silnejšie ako pásy AbC-19: napr. vo všetkých 613 vzorkách EDSAB-HOME, ktoré boli pozitívne na Roche Elecsys®, 76 %, 69 % a 79 % vykazovalo „strednú až silnú reaktivitu“ v porovnaní so 44 % zariadení AbC-19 (tabuľka S12). Zhoda bola nižšia pri čítaní pásiem IgM ako IgG. Ak boli pásma IgM pozitívne, boli tiež často slabé.

Pretrvávajúcim problémom v tejto oblasti je nejednoznačnosť, či skutočnými záujmovými parametrami sú citlivosť a špecifickosť voči predchádzajúcej infekcii, prítomnosti špecifických protilátok alebo „imunita“. Aj keď väčšina jedincov sérokonvertuje, zdá sa, že anti-S aj anti-N protilátková odpoveď je vysoko špecifická pre SARS-CoV-2 a teraz existujú dôkazy, že prítomnosť protilátkovej odpovede koreluje so zníženým rizikom pre tieto tri potenciálne „cieľové podmienky“.

3.4.8 Variabilita detekcie COVID-19

Klinický obraz COVID-19 je nešpecifický a neexistuje žiadny patognomický symptóm, ktorý by sa mohol použiť na diagnostické účely. Reprezentatívny extrakt zo štúdie ukazuje, že u 68 % pacientov je hlavným príznakom kašeľ spolu s únavou (38 %), dýchavičnosťou (35 %) a expektoráciou (34 %). Všetky tieto príznaky sú typické pre celé spektrum akútnych respiračných chorôb. Ďalšie charakteristickou črtou je variabilita klinického obrazu - niektorí pacienti zostávajú úplne bez príznakov, zatiaľ čo u iných sa vyvinú závažné formy ochorenia s rýchlo progredujúcou pľúcnou nedostatočnosťou, ARDS a multiorgánovým zlyhaním so smrteľnými následkami. Infekcia je obzvlášť nebezpečná pre pacientov so sprievodnými chorobami, pre ľudí so zníženou imunitou a starších pacientov.

Príznaky sa môžu objaviť 2–14 dní po vystavení vírusu, od miernych symptómov až po ťažké ochorenie, hlavne pri pacientoch s kardiovaskulárnymi ochoreniami a po operáciách srdca. Štúdie ukazujú, že v porovnaní so SARS, MERS a influenzavírusom, SARS-CoV2 sa šíri rýchlejšie: čiastočne kvôli globalizácii ľudskej populácie, ale tiež kvôli vysokej variabilite vírusov. V dôsledku toho bola novou chorobou okamžite postihnutá významnú časť populácie.

Nutnosť skorého začiatku liečby, epidemiologická kontrola a identifikácia závažných foriem si vyžadujú definovanie hlavných diagnostických krokov, ktoré by mohli zdravotníci využiť:

Tabuľka č. 1 Hlavné diagnostické kroky

1	Podrobná anamnéza s epidemiologickým zameraním a fyzikálnym vyšetrením pacienta.
2	Kompletné laboratórne testy, hlavne: hematológia, chemoterapia, zápalové markery, stav zrážania a feritín.
3	Zobrazovacie vyšetrenia - pľúcne RTG a CT.
4	Diferenciálna diagnostika s ostatnými respiračnými ochoreniami
5	RT-PCR na potvrdenie diagnózy

V diagnostickom procese možno tiež použiť sérologické testy na protilátky, expresiu imunitnej odpovede na infekciu SARS-CoV-2. Pozitívny výsledok dokazuje, že pacient „strel“ vírus. IgM protilátky predstavujú aktívnu alebo nedávnu infekciu. IgG protilátky sa stanú neskôr pozitívnymi po infekcii a naznačujú dlhodobú infekciu, avšak nedávna infekcia nemôže byť úplne potlačená, zvlášť v

prípade, že sú detegované aj IgM protilátky. V týchto neskorších prípadoch môže byť pacient stále nákazlivý - nosič patogénu.

Hlavnou metódou diagnostiky COVID-19 je detekcia nukleovej kyseliny. Bolo vyvinutých niekoľko súprav na detekciu SARS-CoV-2 pomocou PCR (PT-PCT). Reakcia RT-PCR predstavuje reverznú transkripciu SARS-CoV-2 RNA do komplementárnej DNA (cDNA) a amplifikáciu špecifických cieľov DNA. V genóme vírusov patriacich ku kmeňu SARS sa detegujú tri konzervatívne sekvenovanie: 1) gén RdRP (v oblasti ORF1ab); 2) E gén a 3) N gén. Prvé dva majú vysokú analytickú citlivosť detekcie, zatiaľ čo N gén má nižšiu analytickú citlivosť detekcie. Svetová zdravotnícka organizácia odporúča na potvrdenie výsledkov detekciu najmenej dvoch oblastí vírusového genómu.

Samotná reakcia PC je vyvinutá tak, že sa používajú dva princípy: jeden je špecifický pre veľkú skupinu koronavírusov vrátane SARS-CoV-2 a druhý je špecifický iba pre SARS-CoV-2. Po optimalizácii podmienok pre reakciu sa uskutoční skutočná vodivosť PCR. RT-PC reakciu je možné uskutočniť v jednom alebo dvoch krokoch. V prvom prípade sa reverzná transkripcia a amplifikácia uskutočňujú spoločne, čo zaisťuje rýchle výsledky. Avšak kvôli problémom s optimalizáciou súčasne uskutočňovaných dvoch reakcií je výsledkom nižšia úroveň cieľového amplikónu. V druhom prípade sa tieto dve reakcie uskutočňujú postupne, čo poskytuje vyššiu citlivosť, ale vyžaduje viac času a vyžaduje tiež aj optimalizáciu niektorých ďalších parametrov. Je tiež nevyhnutné starostlivo zvoliť kontroly, aby bola zaručená presnosť a spoľahlivosť testu.

Hlavný problém pri použití metodológie RT-PCR predstavuje riziko falošne negatívnych výsledkov. V klinickej praxi sa vyskytujú prípady s typickými klinickými charakteristikami a špecifickými zmenami CT skenovania, ale s negatívnymi výsledkami testu PCR. Negatívny RT-PCR test preto nevylučuje prítomnosť koronavírusovej infekcie a nemal by sa používať ako jediné kritérium na diagnostické účely. Výsledok PCR nemení komplexný terapeutický prístup, pretože zatiaľ neexistuje etiologická liečba infekcie SARS-CoV. Možno teda dospieť k záveru, že úloha pozitívneho PCR testu prevláda v epidemiologickej kontrole choroby rovnako ako v diagnostike a liečbe pacienta.

Cieľom tejto štúdie je porovnať štyri skupiny klinických prípadov rôznych parametrov: RT-PCR test, rýchly test, klinický obraz, laboratórne he-matologické testy, zápalové markery, koagulačný stav a chemické a zobrazovacie vyšetrenia: Chest X- lúče a CT hrudníka. V tejto štúdii boli prezentované klinické prípady pre štyri skupiny pacientov vo veku v rozmedzí 48–56 rokov. Publikované výsledky sa týkali 40 účastníkov procesu.

V tabuľke 2 sú uvedené údaje pre RT-PCR test, rýchly test, klinický obraz a sprievodné ochorenia a v tabuľke 3 sú zhrnuté výsledky pre hematológiu, zápalové markery, stav koagulácie a chémiu. Zobrazovacie vyšetrenia pre pacientov sú opísané: RTG hrudníka pri prijatí (tabuľka 4) a CT hrudníka (tabuľka 5). Pre pacienta 2 a pacienta 4 sú zreteľne označené lúmeny distálnych priedušiek. U pacienta 3 je pozorovaná vyššia poloha kontúry pravej bránice. Paralelný prehľad klinických prípadov odhaľuje niektoré zvláštnosti. U všetkých štyroch pacientov sa pozorujú prekrývajúce sa klinické príznaky. Vo všetkých prípadoch je zistená epidemiologická súvislosť. Korelácia medzi výsledkami testov „ra-pid“ a PCR je zaujímavá. U dvoch pacientov je test PCR negatívny, zatiaľ čo rýchly test (IgG a IgM) je pozitívny. Platí aj opačná podriadenosť (tabuľka 2). Vzhľadom na predložené údaje by sa dalo predpokladať, že v prípadoch pozitívnych sérologických testov sa vzorky PCR odoberajú v neskoršej fáze vývoja ochorenia. Naopak: PCR-pozitívni pacienti majú najpravdepodobnejšiu čerstvú infekciu. Je videná podobnosť typu a závažnosť pľúcnych zmien na CT snímkach pacientov v rôznych štádiách vývoja ochorenia.

Tabuľka č.2 RT-PCR test, rýchly test, klinický obraz a sprievodné ochorenia.

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Epidemio-logical connection	Medic	Travel to France	Contact with ill person, returned from abroad	Minority
Rapid test (IgM, IgG antibodies)	Negative	Positive (Ig M, Ig G)	Positive (Ig M, Ig G)	Negative
RT-PCR test	Positive	Negative	Negative	Positive
Clinical picture	Febrile above 38 °C, fatigue, loss of appetite, shortness of breath	Febrile below 38 °C, dry cough, muscle aches, fatigue, loss of appetite	Febrile above 38 °C, fatigue, muscle aches, cough, no shortness of breath	Febrile below 38 °C shortness of breath, cough, dizziness
Concomitant disease	None	Chronic hepatitis B	None	Arterial hypertension
RT-PCR test at discharge	negative	negative	negative	negative
Hospital stay	12 days	10 days	14 days	16 days

Tabuľka č. 3 Laboratórne testy: hematológia, markery zápalu, stav zrážania, chémia.

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Hematology				
Leucocytes	10.4 g/l	7.54 g/l	8.30 g/l	7.3 g/l
Lymphocytes	1.2 g/l	1.48 g/l	1.90 g/l	1.9 g/l
Granulocytes	8.7 g/l	5.57 g/l	5.0 g/l	5.0 g/l
Erythrocytes	3.80 T/l	3.77 T/l	4.08 T/l	4.62 T/l
Hemoglobin	114 g/l	116 g/L	123 g/L	127 g/L
Hematocrit	0.34 l/l	1.34 l/l	0.37 l/l	0.38 l/l
Platelets	560 g/l	316 g/l	436 g/l	396 g/l
Inflammatory markers				
CRP	27.35	19.5	27.35	4.53
ESR	60 mm/h	52 mm/h	38 mm/h	28 mm/h
Coagulation status				
d-dimer	176 ng/ml	476 ng/ml	736 ng/ml	-
Fibrinogen	6.40 g/l	-	7.60 g/l	-
Chemistry				
ASAT	46 U/l	158 U/l	104 U/l	47 U/l
ALAT	37 U/l	183 U/l	84 U/l	37 U/l
LDH	393 U/l	375 U/l	412 U/l	389 U/l
Ferritin	688.20 ng/ml	529 ng/ml	368 ng/ml	453 ng/ml

Tabuľka č. 4 Zobrazovacie vyšetrenia pre pacientov: RTG hrudníka pri prijatí.

Skupina 1	Obe pľúca majú nižšiu nepriehľadnosť s počiatočným periférnym intersticiálnym edémom, ktorý sa viac prejavuje v pravých pľúcach. Zistili sa peribronchiálne zmeny, rozšírené pľúca, jasne viditeľné kostofrenické uhly, pleurálne adhézie v ľavej základni a kardiovaskulárne štruktúry normálne pre vekovú konfiguráciu.
Skupina 2, 3	Je vidieť zóny so zníženou nepriehľadnosťou parenchýmu, typ „opacifikácia brúseného skla“, obojstranné bazálne a v pravom hornom pľúcnom poli ostré a dobre viditeľné kontúry bránice a zreteľne viditeľné kostofrenické uhly. Pri polypozičnom vyšetrení sú zmeny sledované subpleurálne. Rozšírené interlobulárne septálne línie sú sutované obojstranne v axilárnych zónach.
Skupina 2, 3, 4	Röntgenové údaje ukazujú intersticiálne zápalové zmeny, najpravdepodobnejšie pri atypickej vírusovej genéze s vetvivými zákalmi od tieňov hilus smerom k zónam s konsolidovanejším tieňovaním situovaným uprostred.
Skupina 4	Boli pozorované difúzne zhrutnené a mriežkované zvýšené intersticiálne štruktúry pľúcneho parenchýmu, výraznejšie na pravej strane, znížená parenchýmová nepriehľadnosť axilárneho typu „opacifikácia“, predĺžené interlobulárne septálne línie axilárne a rozmazané kostofrenické uhly.

Tabuľka č. 5 Zobrazovacie vyšetrenia pre pacientov: CT hrudníka.

Skupina 1	Boli pozorované údaje o rôznych ohniskových „opacifikáciách“ základného skla v pľúcnom parenchýme segmentov 1, 2, 3, 4, 5, 8 a 9 bilaterálnych, ktoré zasahujú do subpleurálnych oblastí a niektoré sú ohraničené interlobárnou pleurou. V segmentoch 6 a 10 bilaterálne sú pozorované zmeny s rovnakou štruktúrou, ale so sklonom k sútoku a tvorbe nepravidelnej štruktúry s podčiarknutým zosilnením interných a intralobulárnych sept. Viditeľné sú rozšírené priedušky a cievy v postihnutých oblastiach segmentov 6 a 10. Zmeny zistené v pľúcnom parenchýme pripomínajú atypickú pneumóniu vírusovej genézy. Lymfatické uzliny majú veľkosť približne 12 mm okolo priedušnice a údaje o pleurálnom výpotku nie sú k dispozícii.
Skupina 2	Nie sú viditeľné žiadne údaje o CT pre obojstranné zväčšené lymfatické uzliny. V pľúcach sa pozorujú fokálne „zakalenie“ v pľúcnom parenchýme segmentov 2 a 3 na pravej strane a segmentov 1, 2 a 4 na ľavej strane, ktoré sa nachádzajú v podpazuší a dosahujú subpleurálne zóny a sú označené interlobárnou pleurou. Obojstranné dorzálné a periférne axilárne, hlavne v segmentoch 6, 9 a 10, sú viditeľné rozsiahle zmeny „zakalenia skleneného zákalu“ šialenou dlažbou s výrazným zosilnením interných a intralobulárnych sept. Zmeny sú poznačené interlobárnou pleurou kranálne. Mediastinum je bez patologických zmien bez významne zväčšených (nad 10 mm) mediastinálnych lymfatických uzlín. Trachea a hlavné priedušky sú čisté, bez údajov o kompresii alebo dislokácii. Pleura je bez výpotku. Vidno zmeny spondylózy v hrudnej časti chrbtice. Údaje CT ukazujú zmeny v pľúcnom parenchýme, ktoré svedčia o atypickej pneumónii vírusového pôvodu.
Skupina 4	CT vyšetrenie hrudníka deteguje rôzne fokálne „zábrusové zakalenia“ s výrazným zosilnením interných a intralobulárnych sept v pľúcnom parenchýme bilaterálne vo všetkých segmentoch siahajúcich do subpleurálnych zón a vyznačených interlobárnou pleurou situovanou centrálnie aj periférne. Existuje tendencia k zlučovaniu jednotlivých ohnisk. Údaje o skorých zmenách v pľúcnom parenchýme predstavujúcich atypickú pneumóniu vírusového pôvodu sú viditeľné a údaje o zväčšených lymfatických uzlinách alebo pleurálnom výpotku nie sú viditeľné.

Nasledujúce laboratórne parametre možno označiť ako prediktory závažnosti ochorenia: zvýšené transaminázy, d-diméry a fibrinogén, vysoké CRP, lymfocytóza, zvýšené hodnoty LDH a feritínu (tabuľka 3). Pre optimálne zotavenie všetkých pacientov je nevyhnutná hospitalizácia nad 10 dní. Komplexný terapeutický prístup bol zavedený vo všetkých štyroch prípadoch a pozostával z: symptomatických a podporných liekov, liečby antibiotikami na prevenciu superponovaných bakteriálnych infekcií, kontroly zápalu, profylaxie antikoagulantmi a stresových vredov, kyslíkovej terapie, hepatoprotektívnej liečby, antimykotík, probiotík, éterických (éterické) olejov, vitamínov, intravenózných tekutín a predĺženého príjmu potravy. Testy RT-PCR by sa mali starostlivo interpretovať. Negatívne výsledky z oro- a nazofaryngeálnych PCR testov v kombinácii s klinickými, laboratórnymi a rádiologickými zmenami naznačujúcimi možnú infekciu SARS-CoV2 a následnú diagnózu.

3.4.9 Alternatívy a riešenia, ktoré už boli predstavené

3.4.9.1 QVS-96S

Automatizovaný systém, ktorý by dokázal rýchlo a presne otestovať až 1 800 vzoriek COVID-19 denne, čím by prekonal nedostatok vyškoleného personálu a odbremenil operátorov. Takýto automatizovaný systém by tiež výrazne znížil riziko kontaktu personálu s vírusom.

Dva roboty ABB použité v automatizovanom testovacom systéme COVID-19 pomáhajú testovať 96 vzoriek vírusov za 60 minút s presnosťou na 99,99 %. Skenujú kontajnery na vzorky, aby zachytili údaje totožnosti, boli pridané činidlá a transportovali vzorky medzi stanicami, čím zabezpečujú rýchle a presné testovanie a zároveň chránia personál.

QVS-96S je plne automatické uzavreté zariadenie založené na stroji určenom na testovanie génov, ktorý zaručuje, že vzorky zostanú počas celého procesu testovania nekontaminované. Skladá sa z troch staníc, extrakcie, dávkovania a analýzy nukleových kyselín, pričom prvé dve stanice používajú kompaktné priemyselné roboty ABB IRB 1200.

Extrakcia nukleovej kyseliny sa začína tým, že technik naloží vzorky na testovanie. IRB 1200 vyberie vzorky a predloží ich do skenera čiarových kódov, aby zachytil údaje a zaistil, aby sa namerané výsledky zhodovali s každou vzorkou. Na zákazku vyrobený stroj potom odblokuje vzorky a extrahuje vzorky ribo-nukleovej kyseliny (RNA). Podľa tohto postupu IRB 1200 následne vyberie vzorky a umiestni ich do druhej stanice.

Na druhej stanici je ďalší robot IRB 1200, zobrazený na Obr. č. 38, vybavený špeciálne navrhnutým uchopovačom, ktorý dokáže dávkovať reagentie do ôsmich vzoriek naraz v správnom uhle, aby sa zabránilo kontaminácii ostatných vzoriek.

Po pridaní reagentí robot vyberie a umiestni vzorky do centrifúgy, ktorá zabezpečí, aby nezostali navyše zvyšky činidla, a aby každá vzorka prešla dokonalou reakciou. Keď je táto etapa dokončená, robot vyberie a umiestni vzorky z centrifúgy na dopravník a dopraví ich do tretej stanice.

Používanie automatizovaného riešenia umožňuje v testovaní pokračovať nepretržite. Výsledky testov 96 vzoriek je možné teraz získať za 60 minút, spolu 1 800 za deň, čo zaručuje komplexné sledovanie a umožňuje rýchlu reakciu na pandémiu. Automatizácia úloh tiež znižuje riziko chýb vyplývajúcich z únavy, ktoré by potenciálne mohli ohroziť platnosť testovania vzorky.



Obr. č. 38 IRB 1200

3.4.9.2 Automatizovaný testovací systém COVID-19 PCR

Systém využíva roboty na vykonávanie testov polymerázovej reťazovej reakcie alebo PCR, čo významne znižuje riziko infekcie pre technikov.

Systém vyvinutý spoločnosťou Kawasaki Heavy Industries Ltd. je umiestnený v kontajneri širokom 2,5 metra a dlhom 12,2 metra a má 13 robotických ramien. Vykonáva všetky kroky potrebné na testovanie vzoriek na koronavírusové infekcie bez ľudského zásahu. Systém dokáže skontrolovať až 2 500 vzoriek za deň.

3.4.9.3 Robot automatizujúci testovanie vzoriek na COVID-19

Unikátny robot na manipuláciu s tekutinami z Dánska urýchľuje veľkú úlohu, a to analyzovanie testov na COVID-19. Každý deň tisíce testov na COVID-19 pripravuje na analýzu sofistikovaný flowbot ONE od Flow Robotics. Robotická technológia minimalizuje riziko chyby spôsobenej ľudským faktorom, nákazy v procese a redukuje fyzicky náročné pipetovacie úlohy pre pracovníkov laboratórií po celom

svete. Robot flowbot ONE vstupuje do procesu takpovediac po naočkovaní, kde automatizuje celú úlohu prípravy vzoriek na analýzu, ktorá spočíva v miešaní tekutín a chemikálií.

Robot pipetuje živý vírus a dokáže pipetovať niekoľko vzoriek naraz, takže teraz šetrí veľa opakovanej práce a znižuje počet rizikových nehôd. Aj keď sa personál chráni, stále je dobré, aby mali vďaka robotovi menší kontakt so živým vírusom. Riziko chýb pri pipetovaní je tiež eliminované v dôsledku automatizácie, pretože robot sleduje vzor a vyhýba sa chybám. Celkovo to znižuje hladinu stresu na mnohých frontoch, takže je menej problémov s prácou a minimalizujú sa potenciálne chyby.

3.4.10 Automatizovaný robot odoberá výtery na bezpečné testovanie COVID-19

Tím robotických inžinierov na univerzite v južnom Dánsku vyvinul zariadenie, ktoré dokáže automaticky vykonávať výtery z krku bez toho, aby bol v blízkosti lekársky pracovník.

Robot siahne do hrdla a pohybuje tampónom proti vybranému tkanivu vo vnútri. Hneď ako je vzorka odobratá, tak uloží tampón do sklenenej nádoby.

Vykonanie zákroku si vyžaduje veľkú zručnosť, aby ste sa ubezpečili, že pacient nie je zranený. Robot bol naprogramovaný tak, aby bol citlivý a tých pár ľudí, ktorí sa ním už dobrovoľne nechali otestovať, neuvádza žiadne nepohodlie.

S cieľom pomôcť s komercializáciou a výrobou nového robota založili inžinieri, ktorí ho vyvinuli, spoločnosť s názvom Lifeline Robotics. Dúfajú, že zariadenia budú testovať ľudí na COVID-19 už koncom júna, ale táto technológia bude určite užitočná aj po skončení pandémie.

3.4.10.1 Testovací robot STRIP-1 vyvinutý pre testovanie COVID-19

Tento robot dokáže za 24 hodín otestovať až 20 000 vzoriek na SARS-CoV-2, čo je viac ako ktorýkoľvek známy robot na trhu. Okrem toho je možné sledovať všetky vzorky, vďaka čiarovému kódu, ktorý im bol pridelený a počas procesu je skenovaný niekoľkokrát, čo umožňuje automatický online návrat výsledkov testu k testovaným osobám.

Tento robot dokáže pracovať s veľmi malým objemom materiálov, ktoré sú v prebiehajúcej situácii veľmi vzácne a rovnako aj ceny testov sú rapídne nižšie ako súčasné náklady na testovanie.

Zlatý štandard testov, test PCR, funguje mimoriadne dobre, avšak bolo pri ňom výzvou zariadiť logistiku skrývajúcu sa za správnym testovaním prostredníctvom týchto testov. V tom čase pracovali zdravotníci s relatívne veľkým objemom testovacích kvapalín v testovacích zariadeniach a bolo potrebné vykonať veľa akcií ručne. To malo za následok obmedzený počet testov, ktoré bolo možné spracovať za určitý čas.

Roboty sú nielen užitočné počas súčasnej pandémie COVID-19, ale vďaka svojej modulárnej štruktúre ich možno použiť aj pre budúce pandémie. To umožňuje okamžité rozsiahle testovanie bez preťaženia bežných diagnostických laboratórií.

3.4.10.2 Vývoj automatického robotického systému na testovanie vírusov pomocou PCR

Tento automatizovaný robotický systém, znázornený na Obr. č. 39 a Obr. č.40, na testovanie vírusov PCR pozostáva z robotického systému na odber vzoriek na testovanie prostredníctvom PCR a automatizovaného systému na analýzu vzoriek PCR. Systém pomáha predchádzať sekundárnej infekcii lekárov tým, že im umožňuje zbierať testovacie vzorky PCR pomocou diaľkovo ovládaného robota. Tento systém využíva technológiu diaľkovo ovládaného kolaboratívneho systému človek-robot, nástupcu spoločnosti Kawasaki, ktorý bol predstavený v roku 2017. Ďalej automatizácia analýzy testovacích vzoriek PCR umožní nepretržitú 24-hodinovú prevádzku testovacích centier. Tieto systémy tak znížia riziko infekcie a záťaž pre zdravotníckych pracovníkov a zároveň zabránia problémom s chybami zapríčinenými ľudským faktorom a zmiernia nedostatok zdravotníckych pracovníkov, čím sa výrazne zvýši infraštruktúra testovania PCR. Systém môže byť kompaktné usporiadaný tak, aby sa zmestil do mobilného nákladného kontajnera s výmerou 12x2,5 metra, čo mimoriadne uľahčuje jeho inštaláciu a pomáha šetriť miesto.



Obr. č. 39 Automatický robotický systém



Obr. č. 40 Odoberanie vzoriek pomocou robota

3.4.11 Robolúcia alebo dokonca kobilúcia?

Od 70. rokov minulého storočia záujem o roboty vzrástol natolko, že v súčasnosti možno priemyselné roboty vídať nielen v samotnom priemysle, ale doslova všade okolo nás. Vývoj sa zrýchľuje a postupne prináša do našich životov stále niečo nové, v prípade robotov to sú napr. kolaboratívne roboty. Definícia ich označuje ako roboty, ktoré majú fyzicky komunikovať s ľuďmi v navzájom zdieľanom pracovnom priestore.

Vynález pôvodne vyšiel v roku 1994 z iniciatívy spoločnosti General Motors (GM), ktorú viedol Prasad Akella z GM Robotics Center. Cieľom iniciatívy bolo nájsť spôsob, ako zaistiť dostatočnú bezpečnosť robotov a robotických zariadení pri spolupráci s ľuďmi. Ergonomické problémy eskalovali do zranení na pracovisku, zamestnanci si brali PN-ky a výroba sa spomaľovala. Pre GM boli tieto problémy najviac hmatateľné v záverečných fázach montáže áut. “Ak ste sa aj pokúšali robiť niečo také pomerne jednoduché, ako napr. zdvíhanie a inštalovanie autobaterie, chrbát to nemohol dlho vydržať. Skúste túto činnosť robiť jedenkrát za minútu počas 8-hodinovej pracovnej doby 200 dní do roka.” Aj kolaboratívne roboty, rovnako ako tie priemyselné, samozrejme, priniesli svoju dávku neistoty. “Montážnici sa najskôr o svoje pracovné miesta obávali, no neskôr ocenili ich pomoc.” Výhodou robotov však je, že dokážu pracovať na rôznych úlohách. Vedia na svoje plecia prevziať činnosti, ktoré môžu byť pre zamestnancov nudné a monotónne, napr. také uťahovanie skrutiek.

Zamestnanec sa predsa môže venovať iným, oveľa komplexnejším úlohám. Dnešné kolaboratívne roboty sa navyše už ľahko programujú a dajú sa využiť flexibilnejšie. Medze sa im naozaj nekladú.

3.4.12 Kľúčové vlastnosti kolaboratívnych robotov

Vďaka ľahkej inštalácii a rýchlemu nastaveniu pracovnej činnosti pomocou intuitívneho používateľského prostredia sú kolaboratívne roboty pripravené začať pracovať počas necelého jedného dňa. Kolaboratívne roboty zvyčajne nepotrebujú žiadne ochranné bariéry. Vďaka integrovaným bezpečnostným funkciám a obmedzeniam sa pri kontakte s človekom okamžite zastavia a môžu tak spolupracovať bok po boku s ľuďmi. Vďaka rôznym funkciám strojového videnia a jednoduchému prostrediu pre intuitívne programovanie kolaboratívnych robotov radu TM, budú naďalej ponúkané prostriedky umožňujúce bezpečnú, flexibilnú a kolaboratívnu výrobu za účasti ľudí a strojov. Stále sa stretávame aj s nedostatkom kvalifikovaných pracovných síl, preto sa usilujeme o automatizáciu jednoduchších a monotónnych úkonov, aby bolo vytvorené také pracovné prostredie, v ktorom môžu ľudia prispieť ku kreatívnejším úlohám.

- Intuitívne programovacie rozhranie znižuje čas potrebný pre programovanie – Kratšia doba potrebná pre inštaláciu a nastavenie v porovnaní s tradičnými priemyselnými robotmi.
- Integrovaný kamerový systém na ramene skraca čas potrebný na nastavenie – Tento robotický systém je vybavený rôznymi funkciami pre snímanie obrazu, ako je detekcia zhody štruktúry, čítanie čiarových kódov a identifikácia farieb.
- Zhoda so všetkými bezpečnostnými štandardmi spolupráce medzi človekom a strojom znižuje čas potrebný pre inštaláciu – umožňuje kolaboráciu medzi ľuďmi a strojmi a možno ju bezpečne prevádzkovať v okolí ľudí, a to bez priemyselných bezpečnostných zábran, ktorých použitie tradične vyžadujú priemyselné roboty.

3.4.13 Kedy je vhodné využiť na automatizáciu kolaboratívne roboty ?

Zjednodušene povedané, tradičná priemyselná robotika je vhodná do firiem, ktoré vyrábajú vysoké série viac-menej rovnakých výrobkov, pri vysokej rýchlosti a s maximálnou presnosťou, alebo do firiem, kde potrebujú automatizovať pre ľudí nebezpečné procesy vyžadujúce inštaláciu ochranných zábran či klietok. V týchto prevádzkach sa nevyžaduje flexibilita automatizovaných výrobných procesov, k dispozícii je infraštruktúra pre rozmerné a pevne prichytené zariadenia a tiež tím interných odborníkov na programovanie a integráciu.

Aj kolaboratívna robotika má svoje obmedzenia, napr. aby bolo možné dosiahnuť požadovanú bezpečnosť pri práci s ľuďmi, existujú obmedzenia nosnosti a dosahu ramien, takže nie sú vhodné do ťažkých prevádzok. Kolaboratívne roboty majú svoje opodstatnenie v zmiešanej výrobe, kde sa produkujú malé série vysoko individualizovaných výrobkov. Sú ideálne pre firmy, ktoré potrebujú automatizovať čiastkové procesy prebiehajúce súbežne s prácou vykonávanou ľuďmi a vyžadujú agilnosť a flexibilitu pri automatizácii rôznych procesov.

Aby bolo možné správne sa rozhodnúť, ktorý variant použiť na automatizáciu prevádzky, treba porozumieť hlavne rozdielom medzi charakteristikami tradičných priemyselných a kolaboratívnych robotov:

- Vyhotovenie – tradičné roboty sú veľké a rozmerné a potrebujú pomerne veľký priestor na svoje umiestnenie v prevádzke. Ich hmotnosť zvyčajne prekračuje 50 kg a sú určené na ťažkú prácu na jednom mieste pri fixnej inštalácii. Spolupracujúce roboty (coboty) sú na druhej strane malé, kompaktné a ľahké stroje, ktoré sa zmestia do škatule. Možno ich upevniť na rôznych miestach s rôznymi pracovnými úlohami v rámci výrobného programu.
- Bezpečnosť – tradičné priemyselné roboty potrebujú k svojmu operačnému priestoru ešte dodatočné miesto na fyzické bezpečnostné zábrany a ďalšie ochranné prvky. Coboty, okrem výnimočných prípadov, žiadne ochranné bariéry nepotrebujú. Vďaka integrovaným

bezpečnostným funkciám a obmedzeniam sa pri kontakte s človekom zastavia a môžu tak pracovať bok po boku s ľuďmi.

- Využitie – tradičná priemyselná robotika je neoddeliteľne spojená s prítomnosťou špecialistov na inštaláciu a programovanie robotov. Komplexnosť takéhoto projektu vyžaduje dni až týždne času a tiež náklady na prácu externých odborníkov, a to všetko pre jednu pracovnú úlohu na jednom mieste. Coboty sú vďaka ľahkej inštalácii a rýchlemu nastaveniu pracovnej činnosti pomocou intuitívneho používateľského prostredia pripravené začať pracovať počas necelého jedného dňa. A to za asistencie vlastných pracovníkov a bez potreby špecialistov. Presunutie na iné miesto, inštalácia a preprogramovanie na inú úlohu je otázkou desiatok minút.

Ako vidno, tak nie všetky problémy vyriešia tradičné roboty a nie na všetko stačia coboty. Dôležité však je, že k tradičnej priemyselnej robotike je teraz k dispozícii variant, ktorý otvára cestu k automatizácii malých a stredných podnikov. Tým dokáže poskytnúť rýchle, flexibilné a dostupné riešenie aktuálneho nedostatku personálu a rast zákaziek s preukázateľnou návratnosťou investície do 6 – 12 mesiacov.

3.4.14 Návrh od ABB pre robotické riešenie v nemocniciach

Ide o kolaboratívne roboty, ktoré nevyžadujú žiadne ochranné ploty ani špeciálne priestory. Môžu sa pohybovať a pracovať v bezprostrednej blízkosti človeka a pomáhať s každodennými rutinnými činnosťami. Odhaduje sa, že do roku 2025 vzrastie ich uplatnenie v lekárskom prostredí a predpokladá sa až takmer 60 tisíc nechirurgických robotov.

Pri narastajúcom počte pacientov je obmedzujúcim faktorom na jednej strane nedostatok vysokokvalifikovaného personálu a na strane druhej ich vyťaženosť pomocnými, mechanickými a často repetitívnymi prácami nevyžadujúcimi špeciálne znalosti. Automatizácia týchto procesov umožní zdravotníckemu personálu zamerať sa na vysokokvalifikovanú odbornú prácu. To v konečnom dôsledku urýchli proces testovania a umožní liečbu väčšieho počtu pacientov.

ABB analyzovala celý rad manuálnych procesov, ktoré sa v súčasnosti vykonávajú v medicínskych laboratóriách a odhaduje, že zavedením automatizácie by sa mohlo ročne vykonať až o 50 % viac testov. Roboty vykonávajúce opakujúce sa procesy by vysoko špecializovaný personál odbremenili a zároveň by aj pomohli eliminovať možné preťaženie muskuloskeletálneho a nervového systému, ktoré u ľudí vzniká často opakovanými úlohami a nevhodnými polohami tela.

Houston je centrom celosvetového výskumu lekárskeho technológií a TMC je tak ideálnym miestom pre nové výskumné zariadenie medicínskych technológií ABB. Na ploche s rozlohou 500 m² sa nachádza automatizované laboratórium, vybavenie na „výcvik“ robotov a tiež priestory na stretnutia. Dvadsaťčlenný tím spoločnosti ABB tu bude spolu s ďalšími partnermi pracovať na vývoji spoločných inovatívnych riešení. Využite jedného z týchto robotov je možné vidieť na Obr. č. 41.



Obr. č. 41 Robot od ABB aplikovaný v laboratóriu

3.4.15 Spolupracujúci robot pre medicínu LBR MED

Od diagnostiky cez ošetrovanie až ku chirurgickým zákrokom – robot LBR Med podáva presvedčivé svedectvo ako perfektný asistent spĺňajúci rôzne úlohy v oblasti zdravotníctva. Senzitívny sedemosový robot ľahkej konštrukcie možno flexibilne a jednoducho začleniť do medicínskych výrobkov pre vykonávanie rôznych medicínskych činností. Citlivá sensorika, rozsiahle bezpečnostné opatrenia, povrchy optimálne z hľadiska hygienických požiadaviek a riadenie dimenzované na priamu spoluprácu s človekom ho predurčujú na používanie v medicínskej technike.

Tento spôsob senzitivnej spolupracujúcej robotiky v budúcnosti umožňuje ešte veľa ďalších výhod v medicínskom prostredí, pričom všetky strany sa môžu ideálne dopĺňať a využívať svoje silné stránky. Lekár alebo terapeut plánuje, riadi a sleduje a medicínsky robot zas prevezme namáhavé a únavné činnosti alebo činnosti, ktoré si vyžadujú zvláštnu presnosť a predovšetkým jemnosť.

Vďaka univerzálnej pripájacej prírubke, zobrazenej na Obr. č. 42, Inside electric Med, možno robot LBR Med jednoducho a flexibilne začleniť do rôznych medicínskych výrobkov. Pre zákazníky prispôsobené lekárske nástroje sú k dispozícii rôzne pripojenia na prírubu, napr. pre zdroj prúdu, I/O alebo EtherNet.



Obr. č. 42 Univerzálna pripájacia prírubka

Tento robot navyše zaručuje:

- Presnosť – Pre kalibráciu a vykonávanie prác s vysokou presnosťou LBR Med nepotrebuje žiadne iné doplnkové prístroje. Integrované snímače nastavenia umožňujú kompletne

autonómnou kalibráciu. Robot LBR Med v závislosti od vyhotovenia dosahuje vynikajúcu presnosť opakovania $\pm 0,1$ mm, resp. $\pm 0,15$ mm.

- Flexibilitu – Koncipovaný ako univerzálne použiteľný komponent možno LBR Med hladko integrovať do najrôznejších riešení. Vďaka veľkému počtu predkonfigurovaných rozhraní LBR Med môže byť použitý v medicínskej technike ako mnohostranný robotický systém .
- Bezpečnosť – LBR Med má rozsiahlu bezpečnostnú štruktúru. Prostredníctvom hardvéru a softvéru sa z bezpečnostného hľadiska vykoná vyhodnotenie relevantných signálov. Do bezpečnostnej výbavy okrem iného patrí senzorika momentov sily, zabezpečenie pri jedinej poruche, bezpečnostné rozhrania a konfigurovateľné bezpečnostné udalosti.
- Senzitivitu – LBR Med je založený na senzitívnom robote KUKA LBR iiwa overenom v priemyselnom prostredí a je takisto vybavený redundantnými integrovanými snímačmi krútiaceho momentu. Tieto snímače umožňujú mimoriadne haptické schopnosti, identifikáciu vonkajších vplyvov a bezpečné rozpoznanie kolízie, vďaka čomu je robot LBR Med schopný človeku dopomôcť so spoluprácou robota.

Technické údaje Robota LBR Med sú popísané v Tabuľke č.6.

Tabuľka č. 6 Prehľad údajov robota LBR Med

	LBR Med 7 R800	LBR Med 14 R820
Max. celkové zaťaženie	7 kg	14 kg
Počet osí	7	7
Variant ruky	In-line wrist	In-line wrist
Montážna príruha A7	DIN ISO 9409-1-A50	DIN ISO 9409-1-A50
Montážna poloha/montážne polohy	ľubovoľne	ľubovoľne
Presnosť opakovania polohy (ISO 9283)	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,15$ mm
Osovo špecifická presnosť otáčok (pri max. otáčkach)	± 2 %	± 2 %
Max. dosah	800 mm	820 mm
Hmotnosť	25,5 kg	32,3 kg
Riadenie	KUKA Sunrise Cabinet Med	KUKA Sunrise Cabinet Med
Druh ochrany	IP54	IP54
Prejdi na centrum sťahovania	Dokumenty pre LBR Med 7 R800	Dokumenty pre LBR Med 14 R820

3.4.16 COBOTTA pre laboratórnu automatizáciu od DENSO ROBOTIC

Roboti sú za nás schopní robiť množstvo vecí, vrátane laboratórnych prác. Vezmite si COBOTTA od DENSO Robotics: ako súčasť Futurelab môže toto rameno robota pracovať s gombíkmi a manipulovať so vzorkami. Má na sebe namontovanú kameru s automatickým zaostrovaním, ktorá dokáže rozpoznať mixéry a rotory. Môže sa tiež použiť na čítanie čiarových kódov a kľúčov. Robot váži

iba 4 kg a má užitočné zaťaženie 500 g. Jeho systém topánok/koľajníc uľahčuje používanie robota na všetkých druhoch pracovísk. Zobrazený je na Obr. č. 43.



Obr. č. 43 COBOTT od DENSO Robotics

3.4.16.1 UR3e

Model UR3e má kompaktný tvar, vďaka čomu sa dobre hodí do úzkych pracovných priestorov. Jeho malá stopa je skvelá pre pracovné dosky alebo je zabudovaná priamo do strojného zariadenia, takže je vhodná pre ľahké montáže a skrutkovanie. UR3e je ponúkaný aj ako robotický systém OEM s prívieskom 3-Position Teach . Kompaktný stolový robot váži iba 24 kg (11 kg), ale má užitočné zaťaženie 6 kg (3 kg), rotáciu ± 360 stupňov na všetkých kĺboch zápästia a nekonečnú rotáciu na konci kĺbu. Zobrazený je na Obr. č. 44.

Hlavné vylepšenia sú:

- Zabudovaný 6-osový snímač sily/krútiaceho momentu (na zlepšenie aplikácií sily/krútiaceho momentu).
- Opakovateľnosť sa zlepšila z $\pm 0,1$ mm na $\pm 0,03$ mm na UR3e/UR5e a $\pm 0,05$ mm na UR10e.
- Kompletne prepracovaný učiaci príviesok s obrazovkou s vyšším rozlíšením a vylepšeným užívateľským rozhraním.
- Pridané bezpečnostné prvky.
- Vylepšený konektor nástroja podporuje nové koncové efekty.
- Oveľa tenší a lepšie zvládnuteľný príviesny kábel.
- Prepracovaný a ľahší ovládač.
- Vylepšené mechanické vlastnosti na ramene robota (hlavne základňa, spojky a kĺby).
- Pridanie štyroch samostatných vysokorychlostných kvadrátúrnych digitálnych vstupov.



Obr. č. 44 UR3e

3.4.16.2 Spolupráca robota YuMi –IRB 14000 pri vzorkovaní

S rastúcim tlakom v celom zdravotníctve, od vývoja vakcín a testovania až po starostlivosť o pacienta, sa zintenzívnilo hľadanie nových spôsobov, ako využiť robotickú automatizáciu na vyplnenie medzier vo výrobných kapacitách a dostupnosti personálu. Jednou z oblastí, kde bola nasadená automatizácia, je Karolinské univerzitné laboratórium. Každý rok sa tu manipuluje s miliónmi lekárskeho vzoriek, a hoci pevná automatizácia triedenia pomáha zvládnuť veľké objemy, bola zistená potreba vylepšenia okolo manuálnych krokov, z ktorých mnohé zahŕňajú opakujúce sa a namáhavé úlohy. Robot, ktorý bol nainštalovaný v roku 2019 na univerzite Karolinska University Laboratory, sa používa na skenovanie skúmaviek a otváranie transportných puzdier. Popri uvoľnení pracovníkov laboratória na vykonávanie iných úloh pomohla účasť spolupracujúcich robotov aj pri ukončení bolestí spôsobených vykonaním týchto opakujúcich sa úloh. Univerzitná nemocnica Karolinska pokračuje v skúmaní možností nasadenia robotov na zvládnutie ďalších úloh, a to v laboratórnom prostredí aj vo viacerých aplikáciách týkajúcich sa zdravotnej starostlivosti. S pandémiou COVID-19 zohrávajú roboty v zdravotníctve čoraz dôležitejšiu úlohu, a to pri práci odolnej proti infekcii aj pri odbúraní veľkého pracovného zaťaženia zdravotníckeho personálu. Spomínaný robot je zobrazený pri svojich pracovných úkonoch na Obr. č. 45.



Obr. č. 45 YuMi IRB 14000

3.4.16.3 6-osové priemyselné roboty HE

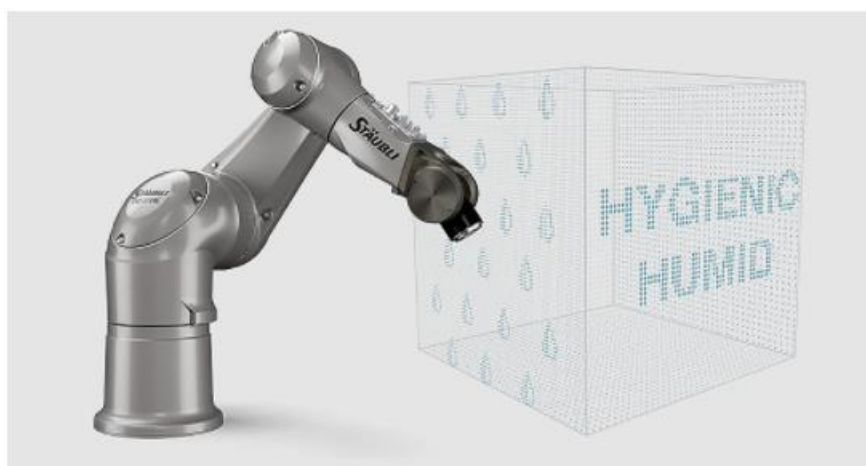
Stäubli dlhodobo a systematicky rozširuje svoj rad robotov HE pre vlhké prostredie. Ani extrémne podmienky pri umývaní nijak neuškodia šesťosým robotom Stäubli a štvorosému FAST pickru TP80, všetky boli totiž testované na odolnosť voči korózii a kyslým i zásaditým tekutinám. Ak už hľadáte riešenie pre manipuláciu s citlivým materiálom, obrábanie alebo rezanie vodným lúčom, roboty Stäubli HE sú výbornou voľbou. Rovnako tak v potravinárstve, kde platia veľmi prísne hygienické predpisy, sú roboty HE ideálnym riešením. Nevadí im používanie čistiacich prostriedkov ani umývanie prúdom vody v rámci každodenného čistenia.

Medzi jeho prednosti možno zaradiť:

- Hygienický dizajn, ktorý je v súlade s odporúčaniami EHEDG (European Hygienic Engineering and Design Group), je možné ho ľahko čistiť, dekontaminovať a má jednoduchú dostupnosť k jednotlivým častiam. Ako pracovné mazivo môže byť využitý olej, ktorý je vhodný v potravinárskom priemysle, a navyše vďaka dizajnu a natlakovaniu zabraňuje prieniku aj mikroskopickým časticiam.
- Schopnosť pracovať v extrémnych podmienkach, plne zapuzdrený dizajn (až IP 65/67 , disponuje integrovaným zväzkom hadičiek a ventilov, všetky jeho pripojenia sú chránené pod základňou a má neobmedzenú vhodnosť hodnoty prostredia pH, od 4,5 do 8,5. Ďalej má kinematické pretlakovanie pre vyššie požiadavky na tesnosť, povrchovú úpravu/náter a spoje z nehrdzavejúcej ocele.
- Flexibilná integrácia výrobnéj linky. Vďaka mnohým metódam pripojenia a otvorenej architektúre radiča, ktoré ponúkajú akýkoľvek druh priemyselného rozhrania, sú roboty Stäubli HE perfektne vhodné na flexibilnú a ľahkú integráciu.

Tabuľka č. 7 Technické údaje

Model	TX2-60	TX2-60L	TX2-90	TX2-90L	TX2-90XL
Stupne voľnosti	6	6	6	6	6
Nosnosť	4,5 kg	3,7 kg	14 kg	12 kg	7 kg
Dosah ramena	670 mm	920 mm	1000 mm	1200 mm	1450 mm
Opakovateľnosť	± 0,02 mm	± 0,03 mm	±0,03 mm	± 0,035 mm	± 0,04 mm
Trieda ochrany	IP65 (*IP67)	IP65 (*IP67)	IP65 (*IP67)	IP65 (*IP67)	IP65 (*IP67)
Metódy pripevnenia	360° možnosť montáže	360° možnosť montáže	360° možnosť montáže	360° možnosť montáže	360° možnosť montáže
Kontrolór	CS9	CS9	CS9	CS9	CS9



Obr. č. 46 Staubli robot HE

3.4.17 Strojové videnie

Technológia a metódy použité na poskytnutie zobrazenia na automatickú kontrolu a analýzu pre také aplikácie, ako je automatické kontrolo, riadenie procesov a navádzanie robotov, zvyčajne v priemysle. Strojové videnie sa týka mnohých technológií, softvérových a hardvérových produktov, integrovaných systémov, akcií, metód a odborných znalostí. Strojové videnie ako disciplínu systémového inžinierstva možno považovať za odlišnú od počítačového videnia, t.j. od formy počítačovej vedy. Pokúša sa integrovať existujúce technológie novými spôsobmi a aplikovať ich na riešenie problémov v reálnom svete.

Primárnym využitím strojového videnia je automatická kontrola a triedenie založené na zobrazovaní a navádzaní robotov. Celkový proces zahŕňa plánovanie podrobností o požiadavkách a projekte a následné vytvorenie riešenia. Nasledujúca časť popisuje technický proces, ktorý nastáva počas prevádzky riešenia.

Prvým krokom v postupe automatickej inšpekcie operácie je získanie obrazu, zvyčajne pomocou kamier, objektívov a osvetlenia, ktorý bol navrhnutý tak, aby poskytoval rozlíšenie vyžadované následným spracovaním. Softvérové balíčky MV a programy v nich vyvinuté potom využívajú rôzne techniky spracovania digitálneho obrazu na extrahovanie požadovaných informácií a často na základe týchto extrahovaných informácií robia rozhodnutia (napr. vyhovuje/zlyhá).

Po získaní obrázka sa následne spracuje. Funkcie centrálného spracovania zvyčajne vykonáva CPU, GPU, FPGA alebo ich kombinácia. Programovanie a nastavenie výstupu vyžaduje vyššie požiadavky na výkonnosť spracovania. Spravidla sa používa viac stupňov spracovania v poradí, ktoré končia požadovaným výsledkom. Typická sekvencia môže začať nástrojmi, ako sú filtre upravujúce obraz, po ktorých nasleduje extrakcia objektov, potom extrakcia (napr. merania, načítanie kódov) údajov z týchto objektov, po ktorých nasleduje komunikácia týchto údajov alebo porovnanie s cieľovými hodnotami s cieľom vytvárať a oznamovať výsledky „vyhovieť/zlyhať“.

Súčasti systému automatickej kontroly zvyčajne zahŕňajú osvetlenie, priemyselnú kameru, objektív alebo iný zobrazovač, procesor, softvér či výstupné zariadenia.

3.4.17.1 PEKAT VISION© Smart Camera

Jedná sa o univerzálny vision systém zobrazený na Obr. č. 47 a je ho možné použiť pre rôzne druhy materiálov ako drevo, kameň, kov, lak (povrchová úprava), odliatky, koža, guma či látka.



Obr. č. 47 PEKAT VISION SmartCamera

Môže pracovať v 2 módoch a to:

- Unsupervised móde, kde je schopný nájsť defekty, ktoré nikdy pred tým nevidel. Stačí ho len natrénovať na obrázku objektu alebo materiálu bez defektov.
- Supervised móde, kde môže byť vytrénovaný na hľadanie špecifických defektov alebo problémov na povrchu materiálu, ako napr. škrabance, rez, vytečenie materiálu, diery a podobne.

Nezáleží na tom, či je každý produkt alebo materiál mierne odlišný a nezáleží ani na tom, či je náročné alebo nemožné presne popísať, čo považovať za defekt. PEKAT VISION ho dokáže aj tak odhaliť.

Pre bežné požiadavky ako rýchle spracovanie a pohodlné používanie je odporúčaná NVIDIA GPU s dostatkom pamäti. Hrubý odhad je 3 GB na jeden deep-learning modul. Pre dosiahnutie najlepších výsledkov sa odporúča využívať NVIDIA GeForce® RTX 2080 Ti.

Ak sa vyžaduje menšia cenová náročnosť, je možné použiť lacnejšie NVIDIA GPU.

Pre embedded projekty podporujeme tiež embedded hardware, napr. zariadenia založené na ARM, ako je NVIDIA TX2 alebo Xavier.

PEKAT VISION obsahuje rôzne sady self-learning nástrojov. Tieto nástroje môžu byť rôzne kombinované a prepojené so skriptami. Skúsenosti ukazujú, že jednotlivé kombinácie dokážu vyriešiť takmer každú úlohu týkajúcu sa vizuálnej inšpekcie vo výrobe.

Pre daný projekt sú najvhodnejšie:

- Inšpekčné moduly, ktoré môžu byť kombinované do komplexného toku a dokonca i prepojené s vlastným kódom pre spracovanie obrazu alebo skriptom.

- Modul OCR (Optické rozpoznávanie znakov) možno použiť pre hľadanie jednotlivých znakov a lebo slov v obrázku.
- Štatistika behu ukazuje štatistiky obrázkov vyhodnotených ako dobré a nevhodné, ktoré boli odoslané z API. Je možné si prehliadnuť štatistiky za vybrané dátumy a čas.

3.4.17.2 Pracovný asistenčný kamerový systém RICOH SC-10A

Automaticky kontroluje podobný diel, nesprávny diel, pracovný návod a ďalšie podmienky montáže počas pracovného procesu pomocou porovnávania vzorov. Dáta môžu byť použité na analýzu práce, pričom kamerový systém zaznamenáva obrázky pracovných výsledkov, ako sériové číslo a čas práce. Je zobrazený na Obr. č. 48.



Obr. č. 48 RICOH SC - 10A

Chybám v pracovnom procese sa zabráni zastavením postupu do ďalšej fázy, kým nebude práca uznaná ako správna.

Fotoaparát, rozpoznávanie obrázkov a aplikácia sú integrované do jedného systému, čo uľahčuje jej nastavenie.

Pracovné pokyny sa ľahko importujú pomocou špecializovaného softvéru.

Analýzu a sledovateľnosť práce uľahčuje zaznamenávanie údajov o výsledkoch.

Vďaka jednoduchému nastaveniu potrebujete len klávesnicu, monitor a myš.

Zapojenie a priestor redukovaný ako PC nie je potrebný.

Zahrnutie objektívu s veľkým zväčšením do objektívu RICOH SC-10A (H) umožňuje zamerať menšie objekty ako v prípade štandardného modelu. Môže sa tiež skontrolovať orientácia dielcov namontovaných na elektronických podkladoch a to, či sú alebo nie sú prítomné drobné súčiastky použité na montáž, čím sa rozširuje ich potenciálne využitie.

Môže sa využívať pri:

- Procese nastavenia/vyzdvihnutia, kde kontroluje, či sú diely (potrebné napr. na montáž) dostatočné,
- Proces montáže, skontroluje či nechýba žiaden prídavný diel alebo určí, či práca postupuje podľa plánov,
- Proces inšpekcie dokáže eliminovať ľudskú chybu vizuálnymi kontrolami šetriacimi prácu alebo skontrolujte, či v zostavených výrobkoch/častiach nie sú chyby pripevnenia,
- Proces prepravy skontroluje, či sú položky balenia produktu zabalené podľa pokynov.

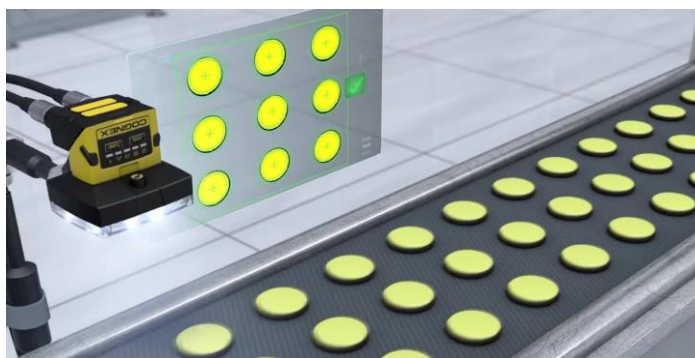
3.4.17.3 Cognex

Kamerové snímače Cognex In-Sight 2000, zobrazené na Obr. č. 49, kombinujú výkonnosť systémov videnia In-Sight s jednoduchosťou a cenovou dostupnosťou priemyselného snímača. Tieto

kamerové snímače, ideálne na riešenie aplikácií zabezpečujúcich chyby, stanovujú nové štandardy v oblasti hodnoty, ľahkého použitia a flexibility a môžu sa prispôbiť prakticky akémukoľvek prostrediu výrobnéj linky.

Medzi kľúčové vlastnosti patrí:

- Výkonné vizuálne nástroje In-Sight - vrátane nástrojov pre vzory, počet pixelov, jas, kontrast a hranu - riešia jednoduché aplikácie na zisťovanie polohy, prítomnosti/nepítomnosti, merania a počítania. Kamerové senzory In-Sight 2000 dokážu kontrolovať viac cieľov v rámci jedného obrazu, ako aj vykonávať rôzne typy inšpekcií na základe odlišných nástrojov,
- Jednoduché nastavenie pomocou EasyBuilder - aj začínajúci používatelia môžu dosiahnuť spoľahlivý výkon kontroly pomocou softvéru In-Sight Explorer s jednoduchým a intuitívnym rozhraním EasyBuilder - to isté, ktoré sa používa vo všetkých systémoch videnia In-Sight.
- Polia vymeniteľné osvetlenie a optika - séria In-Sight 2000 sa vyznačuje modulárnym dizajnom s vymeniteľnými svetlami, šošovkami, filtermi a krytmi, ktoré uľahčujú výber správnej konfigurácie pre vašu pracovnú bunku.
- Modulárny dizajn tela.



Obr. č. 49 Cognex In – Sight 2000

3.4.17.4 Kamera rady D900

In-Sight D900 je inteligentná kamera napájaná softvérom In-Sight ViDi navrhnutým špeciálne na spustenie aplikácie hĺbkového učenia. Toto zabudované riešenie pomáha zákazníkom z oblasti automatizácie tovární ľahko vyriešiť náročné priemyselné OCR, overenie montáže a náhodné detekcie chýb kdekoľvek na linke, ktoré prešli kontrolou, pretože sú často príliš ťažko programovateľné pomocou tradičných nástrojov strojového videnia založených na pravidlách.

In-Sight D900 dešifruje zle deformované, skreslené a zle leptané kódy pomocou optického rozpoznávania znakov (OCR). V situáciách, kedy sú zavedené nové znaky, bez znalosti zraku je možné tento robustný nástroj preškoliť tak, aby čítal kódy špecifické pre danú aplikáciu, ktoré tradičné OCR nástroje nedokážu dekodovať.

3.4.17.5 Kamera rady IS9000

In-Sight 9000 je odolný rad samostatných systémov videnia s ultravysokým rozlíšením. Vďaka svojej schopnosti získavať a spracovávať mimoriadne podrobné obrázky poskytuje In-Sight 9000 vysoko presné umiestnenie dielov, meranie a kontrolu na veľkej ploche - aj keď je namontovaný na dlhšie vzdialenosti.

3.4.17.6 Kamery rady IS-8000

Táto rodina ultra kompaktných samostatných systémov videnia poskytuje špičkový výkon optického nástroja v podobe tradičnej kamery GigE Vision. Všetky modely radu In-Sight 8000 s rozmermi iba 35 mm x 32 mm x 76 mm majú napájanie cez Ethernet (POE) a poskytujú najlepšiu možnosť samostatného systému videnia pre integráciu do malých priestorov. Na Obr. č. 50 je možné vidieť jej veľkosť s porovnaním s mužskou dlaňou.



Obr. č. 50 IS - 8000

Väčšina modelov je vybavená celou knižnicou osvedčených vizuálnych nástrojov Cognex prostredníctvom ľahko použiteľného softvéru In-Sight Explorer. Zahrnutá je tiež nová skriptovacia funkcia, ktorá používa štandardný JavaScript na zjednodušenie dátovo náročných úloh, ako je geometrická analýza stoviek bodov, analýza a porovnanie výsledkov textu alebo ID kódu či komplexná logika konečných výsledkov.

3.4.17.7 Kamery radu IS-7000

Séria In-Sight 7000 je plne vybavený a výkonný systém videnia, ktorý vykonáva rýchle a presné kontroly širokej škály dielov vo všetkých priemyselných odvetviach. Jeho kompaktný pôdorys sa ľahko hodí do priestorovo obmedzených výrobných liniek a jedinečný modulárny dizajn je vysoko prispôsobiteľný požiadavkám aplikácie. Pokiaľ ide o továrenskú automatizáciu, jedna veľkosť sa zriedka hodí všetkým. Preto je In-Sight 7000 navrhnutý s technológiou Flexible Image Technology™ (FIT™) so širokým výberom osvetlenia a optiky, ktoré je možné meniť v teréne a je užívateľsky ľahko konfigurovateľný. Jej aplikácia v teréne je zobrazená na Obr. č. 51.



Obr. č. 51 IS - 7000

3.4.18 Deep learning pomocou kamier cognex

Cognex VisionPro je popredný softvér pre víziu na báze PC. Je navrhnutý na nastavenie a nasadenie aplikácií videnia - bez ohľadu na uchytenie kamery alebo rámu. Vďaka VisionPro môžu používatelia vykonávať širokú škálu funkcií, od umiestnenia a kontroly geometrických objektov až po identifikáciu, meranie a zarovnanie, ako aj špecializované funkcie charakteristické pre polovodičové a elektronické aplikácie.

Vďaka VisionPro môžu používatelia získať prístup k robustnej knižnici nástrojov na porovnávanie vzorov, blob, posuvné meradlo, umiestnenie riadkov, filtrovanie obrázkov, vizuálne nástroje OCR a OCV, ako aj 1D a 2D čítanie čiarových kódov, aby mohli vykonávať širokú škálu funkcií od kontroly po identifikáciu a meranie. Softvér VisionPro je plne integrovaný do rozsiahlej knižnice triedy .NET a používateľských ovládacích prvkov.

Technológia akvizície Cognex podporuje všetky typy snímania obrazu: analógové, digitálne, farebné, čiernobiele, plošné skenovanie, riadkové skenovanie, vysoké rozlíšenie, viacnásobné a multiplexované. Cognex navyše podporuje stovky priemyselných kamier a video formátov pokrývajúcich celú škálu akvizičných požiadaviek, ktoré sa zvyčajne používajú pri strojovom videní.

Cognex Designer ponúka plný prístup ku knižnici VisionPro nástrojov pre 2D a 3D videnie v pohodlnom formáte drag-and-drop, ktorý urýchľuje nastavenie aplikácie a skraca čas potrebný na vývoj. Pomocou aplikácie Designer môžu používatelia konfigurovať akvizíciu, vyberať a optimalizovať vizuálne nástroje, pripojiť ich s priemyselným štandardom I/O a robiť rozhodnutia vyhovieť/zlyhať bez programovania.

3.5 Zhrnutie

Cieľom danej práce bolo s využitím Industry 4.0 navrhnuť optimálne riešenie, ktoré by odľahčilo zdravotníkom od monotónnej a rutínnej práce, pri ktorej sa zvyšuje riziko chyby zapríčinennej ľudským faktorom, a takisto aby sa mohli venovať komplexnejším či kreatívnejším úlohám a zároveň, aby sa vyhli práci, pri ktorej hrozí ich infikovanie nebezpečnými vírusmi. Po zvážení všetkých pre a proti, sme dospeli k riešeniu, že najvhodnejšie by bolo navrhnuť robotickú automatickú testovaciu bunku. Markantnou požiadavkou pre túto bunku je, aby bola nezávislá od ľudskej asistencie. Aktuálna situácia umožňuje niekoľko rôznych možností testovania na COVID-19, a to pomocou vzorky ľudskej krvi z prsta, PCR, antigénu, CT a röntgenu. Nakoľko CT a röntgen sú veľmi zložité vyšetrenia a nie je možné ich realizovať bez asistencie odborníkov boli vyradené z výberu a rovnako aj PCR a antigén, nakoľko ľudia by mohli mať problém s dôverou v robota, ktorý by vykonával "výter". Tým pádom jediné možné riešenie je test z krvnej vzorky. Ďalšou podmienkou je, aby odberové centrum bolo mobilné a ideálne, aby sa vošlo na príves kamiónu, vďaka čomu by ho bolo možné kedykoľvek presunúť. Vzhľadom na obmedzený priestor je potrebné riešiť logistiku v danej stanici pomocou robotov od Stäubli, ktoré sú vhodné aj do malých priestorov a vyznačujú sa svojou presnosťou, jednoduchým programovaním a odolnosťou v rôznych podmienkach. Situácia si nevyžaduje použitie kolaboratívnych robotov, keďže sa jedná o uzavretý celok, pričom robot nebude v priamom kontakte s testovanou osobou. Tento robot by musel byť dodatočne vybavený vhodným vision systémom, ktorý je nevyhnutný pri zbere a následnom priradení údajov z odobratých vzoriek. Pričom každej vzorke by bol priradený jedinečný QR alebo čiarový kód, pomocou ktorého by bolo možné údaje spätne dohľadať. Všetky zo spomenutých kamier disponujú softvérovými dodatkami, ktoré toto snímanie umožňujú, prípadne je možné použiť Cognex VisionPro, ktorý umožňuje snímanie údajov a okrem toho mnoho iných funkcií a je variabilný pre vision systémy od rôznych výrobcov. Prednosťou tohto riešenia je, že aj po skončení aktuálnej pandemickej situácie by bolo možné ho využiť aj pri iných testoch, či už na obyčajnú chrípku, alebo pri možných budúcich epidémiách.

4 AUTOMATICKÁ DEZINFEKCIA

4.1 Úvod

Aký je rozdiel medzi čistením, dezinfekciou a sanitáciou? Niektorí ľudia si myslia, že dezinfekcia je to isté ako čistenie alebo sanitácia. Ale v skutočnosti sú do značnej miery odlišné.

Čistenie odstráni nečistoty, prach, omrvinky a choroboplodné zárodky z povrchov alebo predmetov. Pri čistení budete pravdepodobne na čistenie povrchov a predmetov používať mydlo (alebo čistiaci prostriedok) a vodu. To nemusí nevyhnutne ničiť všetky choroboplodné zárodky, ale keďže aspoň niektoré z nich sa pri čistení odstránia, tak existuje menej choroboplodných zárodkov, ktoré by následne mohli šíriť infekciu.

Pri **dezinfekcii** sa používajú chemikálie (dezinfekčné prostriedky) na ničenie choroboplodných zárodkov na povrchoch a predmetoch. Niektoré bežné dezinfekčné prostriedky sú bieliace a alkoholové roztoky. Zvyčajne musíte dezinfekčný prostriedok nechať na povrchoch a predmetoch určitý čas, aby ste zabili choroboplodné zárodky. Dezinfekcia však tiež nemusí nevyhnutne vyčistiť všetky znečistené povrchy alebo odstrániť choroboplodné zárodky.

Sanitáciu je možné vykonať čistením, dezinfekciou alebo oboma spôsobmi. Sanitácia znamená, že znižujete počet choroboplodných zárodkov na bezpečnú úroveň. To, čo sa považuje za bezpečnú úroveň, závisí od štandardov verejného zdravia alebo požiadaviek na pracovisku, v škole atď. Napr. existujú sanitačné postupy pre reštaurácie a ďalšie zariadenia, ktoré pripravujú jedlo. To, čo robíte pri sanitácii, sa bude líšiť v závislosti od vašich potrieb.

4.1.1 Časté otázky o dezinfekcii

a) Aké sú odporúčané dezinfekčné prostriedky na použitie v mojej zdravotnej situácii, ak mám podozrenie na SARS-CoV-2?

Ak pracujete v prísnom súlade so spoločnými pokynmi Komisie alebo pokynmi CDC, mali by ste používať dezinfekčné prostriedky uvedené v zozname EPA N: Dezinfekčné prostriedky na použitie proti SARS-CoV-2.

Pri kúpe produktu skontrolujte, či je jeho registračné číslo EPA uvedené v tomto zozname. Ak je, výrobok sa môže použiť proti SARS-CoV-2. Toto číslo nájdete na štítku produktu. Tieto výrobky môžu byť uvádzané na trh a predávané pod rôznymi obchodnými názvami, ale ak majú rovnaké registračné číslo EPA, sú tým istým produktom. Môžu existovať ďalšie dezinfekčné prostriedky registrované na EPA, ktoré v súčasnosti nie sú na zozname a spĺňajú kritériá na použitie proti SARS-CoV-2. EPA podľa potreby aktualizuje zoznam N o ďalšie produkty.

b) Ako sa zoznam N tak rýchlo objavil po vzniku SARS-CoV-2? Sú účinné proti SARS-CoV-2?

Zatiaľ čo produkty uvedené v zozname N: Dezinfekčné prostriedky na použitie proti SARS-CoV-2, neboli testované proti SARS-CoV-2, pôvodcovi COVID-19, očakáva sa, že budú účinné na základe:

- Preukázaná účinnosť proti ťažšie odstrániteľnejšiemu vírusu (ako je vírus hepatitídy A či poliovírus)
- Kvalifikovaný pre nárok na objavujúce sa vírusové patogény
- Preukázaná účinnosť proti inému ľudskému koronavírusu podobnému SARS-CoV-2.

SARS-CoV-2 je nový vírus. Takéto patogény nie sú často komerčne dostupné na laboratórne testovanie.

c) Ako môžem použiť zoznam N?

V zozname N je v súčasnosti registrovaných viac ako 350 produktov. Zoznam obsahuje aktívne zložky ako bielidlo, kyselina citrónová, etanol, kvartérne amónium, zlúčeniny atď. Na stránke Zoznam N je vyhľadávacie pole, ktoré umožňuje vyhľadávať podľa názvu produktu, výrobcu či registračného čísla EPA. Musíte používať podľa pokynov štítkov produktu podľa stĺpca, kde je napísané: „postupujte podľa pokynov na dezinfekciu a podľa produktu pokyny pre nasledujúci vírus.“. Nezabudnite, že pri každom čistení a dezinfekcii musíte zo zákona dodržiavať pokyny výrobcu produktov (napr. koncentrácia, spôsob aplikácie, čas kontaktu, likvidácia atď.)

d) Prečo musím povrchy pred dezinfekciou vyčistiť?

Čistenie sa vykonáva za účelom odstránenia mikroorganizmov, nečistôt a nečistôt z povrchov. Čistenie znižuje množstvo organických materiálov, takže keď sú dezinfekčné prostriedky aplikované na povrch môžu skutočne zabiť mikróby.

e.) Čo môžem použiť, ak dezinfikujem doma a nemôžem získať produkty zo zoznamu N?

- Pri čistení a dezinfekcii povrchov noste jednorazové rukavice. Rukavice by sa mali zlikvidovať po každom vyčistení. Ruky si vyčistíte ihneď po odstránení rukavíc.
- Ak sú povrchy silne znečistené (t.j. znečistené organickými látkami akéhokoľvek druhu), mali by sa čistiť pred dezinfekciou čistiacim prostriedkom alebo mydlom a vodou. Na dezinfekciu by mali byť zriedené domáce bieliace roztoky, alkoholové roztoky s najmenej 70 % alkohol a najčastejšie dezinfekčné prostriedky pre domácnosť registrované v EPA dostatočne účinné. Skontrolujte, či produkt nie je po dátume expirácie.
- Pokiaľ je to vhodné pre povrch, je možné použiť zriedené domáce bieliace roztoky. Postupujte pokynmi výrobcu na aplikáciu a správne vetrajte. Nikdy nemiešajte domáce bielidlo s iným čistiacim prostriedkom.
- Domáce bielidlo bude účinné proti koronavírusu, ak bude správne zriedené.

Pripravte roztok bielidla zmiešaním:

- 5 lyžíc (1/3 šálky) bielidla na galón vody alebo
- 4 čajové lyžičky bielidla na liter vody (pri použití 5,25 % chlórnanu sodného sa tieto 2 zriedenia premenia na ~ 2 % roztok bielidla alebo 1 000 ppm chlóru)

g.) Ak na dezinfekciu použijem bielidlo, aké preventívne opatrenia musím brať do úvahy?

- Bielidlo je inaktivované organickými látkami, takže zriedené bielidlo je pri dezinfekcii povrchov účinnejšie.
- Bielidlo je žieravé a dráždivé. Teda po umožnení doby kontaktu 5-10 minút, ošetrovaný povrch opláchnite a osušte.

- Bielidlo sa rýchlo stáva nestabilným za prítomnosti svetla a po zmiešaní s vodou.
- Nikdy nezlikvidujte nezriedené bielidlo do odpadu. Postupujte podľa pokynov výrobcu na zneškodňovanie koncentrovaného a zriedeného bielidla.

h.) Musím používať dezinfekčné prostriedky typu N, ak pracujem v súkromnom laboratóriu?

Ak vo svojom laboratóriu používate čerstvo vyrobené generické bielidlo ako dezinfekčný prostriedok, môže sa tiež použiť 2 % bielidlo ako roztok (1 000 ppm chlóru). Bieliace roztoky sa musia pripravovať každý deň.

i.) Ako môžem posúdiť, aký typ dezinfekčného prostriedku je možné použiť v určitých oblastiach?

Odporúčame pripraviť zoznam dostupných dezinfekčných prostriedkov a zhromaždiť určité informácie ako v Tabuľke 8 a skontrolujte štítok, aby ste sa uistili, že registrácia EPA zahŕňa aktivitu proti SARS-CoV-2 (zoznam EPA N) alebo je zahrnutý prostriedok v pokynoch CDC pre dezinfekciu proti SARS-CoV-2.

Tabuľka č. 8 Zoznam dostupných dezinfekčných prostriedkov

Produkt	Typ povrchu
ProKureV 100 ppm kvapalina (hmla)	Nepórovité - kľučky dverí, koľajnice v spoločných priestoroch
PDI Sani-Cloth Bleach (utierky)	Neporézny - vozidlo
Dezinfekcia Clorox (utierky)	Neporézne - kúpeľne
Značka lyzolu (sprej)	Neporézne - stôl, stoličky
70% etanolu * (utrite)	Elektronika - smartfóny, diaľkové ovládače
Mydlo (a voda)	Mäkké povrchy - koberec

j.) Ďalšie informácie o mechanizme účinku dezinfekčných prostriedkov, obchodné názvy vzoriek, účinné látky či aktivitu proti rôznym organizmom nájdete v tabuľke rôznych dezinfekčných prostriedkov

*Spoločnosť ABSA International nepodporuje žiadny komerčný produkt uvedený v týchto častých otázkach - názvy produktov sa používajú iba ako príklady.

4.1.2 Čistenie a dezinfekcia povrchov životného prostredia v súvislosti s COVID-19

Vírus COVID-19 sa prenáša hlavne fyzickým kontaktom, a to kvapôčkami sekréту pri kašli, kýchaní a rozprávaní. Ohrozuje osoby, ktoré sú v blízkom alebo dlhšie trvajúcim kontakte s nakazeným. V dostupných štúdiách nebolo zistené jednoznačné spojenie prenosu vírusu COVID-19 so znečistenými povrchmi. Avšak tento predbežný dokument je dôkazom o povrchovej kontaminácii v prostredí zdravotnej starostlivosti spolu s minulými skúsenosťami s povrchovou kontamináciou, s ktorou bol následne spojený aj prenos iných koronavírusov. Cieľom usmernenia je obmedziť akýkoľvek vplyv kontaminovaných povrchov v zdravotníckom prostredí. Je pravdepodobné, že v zdravotníckom prostredí, kde sa vykonávajú určité lekárske zákroky, najmä tam, kde sa nachádzajú pacienti nakazení koronavírusom COVID-19, budú povrchy kontaminované vírusom COVID-19, a preto je nutné povrchy v danom prostredí riadne vydezinfikovať, aby sa zabránilo ďalšiemu prenosu tohto ochorenia. Prenos vírusu bol spojený s blízokým kontaktom medzi osobami v rámci uzavretých prostredí, ako napr. v domácnosti, v zdravotníckych zariadeniach alebo v rámci bývania v prostredí inštitúcií. Rovnako ako iné

koronavírusy, tak aj SARS-CoV-2 je obalený vírus s krehkým vonkajším lipidovým obalom, ktorý je viac citlivý na dezinfekčné prostriedky v porovnaní s neobalenými vírusmi, ako je napr. rotavírus, norovírus a poliovírus. Jedna štúdia vyhodnotila, že vírus COVID-19 zostal životaschopný po dobu jedného dňa na dreve, dvoch dní na skle, štyroch dní na nehrdzavejúcej oceli a až siedmich dní na vonkajšej vrstve lekárskeho rúška. Účelom tohto dokumentu je poskytnúť usmernenie k čisteniu a dezinfikovaniu povrchov v súvislosti s COVID-19.

Čistenie pomáha odstraňovať patogény alebo ich významne obmedziť na kontaminovaných predmetoch, a práve preto je čistenie prvoradým krokom v procese dezinfekcie. Čistenie vodou, mydlom a tiež niektoré formy mechanického čistenia, ako napr. kefovanie, odstraňujú nečistoty a iné organické látky, ako krv či sekréty, avšak nezabíjajú mikroorganizmy. Organické látky môžu brániť priamemu kontaktu dezinfekčného prostriedku s povrchom a inaktivovať germicídne vlastnosti alebo spôsob účinku dezinfekčných prostriedkov. Pre účinnú dezinfekciu povrchu je okrem použitej metodiky rozhodujúca aj koncentrácia dezinfekčného prostriedku a čas kontaktu. Dezinfekčné roztoky sa musia pripravovať a používať podľa odporúčaní výrobcu pre objem a dobu kontaktu. Koncentrácie s neprimeraným zriedením môžu znížiť ich hladinu efektívnosti. Na odstránenie patogénov by sa podľa odporúčaní výrobcu mal dezinfekčný roztok aplikovať tak, aby povrch zostal dostatočne mokry a taktiež nedotknutý dostatočne dlhú dobu.

Výber dezinfekčného prostriedku by mal spĺňať požiadavky miestnych orgánov na povolenie a uvedenie na trh vrátane akýchkoľvek predpisov vzťahujúcich sa na špecifické odvetvia, napr. zdravotníctvo a potravinársky priemysel. Čistenie životného prostredia je komplexnou prevenciou proti infekcii a vyžaduje si viacnásobný prístup, ktorý môže zahŕňať školenie, monitorovanie, audit a spätnú väzbu, pripomienky a zobrazovanie štandardných pracovných postupov (SOP) v kľúčových oblastiach. Školiaci program by mal obsahovať pokyny na hodnotenie rizika a poskytnúť správne postupy bezpečnej prípravy dezinfekčného prostriedku, mechanického čistenia a používania zariadení a štandardného bezpečnostného opatrenia. Čistenie by malo prebiehať od najmenej znečistených po najviac znečistené oblasti a od vyšších po nižšie úrovne, aby mohli odpady spadnúť na podlahu, ktorá je vyčistená ako posledná. Čistiace vybavenie (napr. vedrá) by malo byť dobre udržiavané. Vybavenie používané v izolovaných oblastiach pre pacientov s COVID-19 by malo byť farebne odlíšené a oddelené od ostatného vybavenia. Pre COVID-19 sa neodporúča vo vnútorných priestoroch nanášanie dezinfekčných prostriedkov na povrchy striekaním alebo zahmlievaním. Jedna štúdia ukázala, že postrek ako primárna dezinfekčná stratégia je pri odstraňovaní kontaminantov neúčinná mimo zón priameho postreku. Navyše postrekom nanášané dezinfekcie môžu nepriaznivo vplyvať na oči, dýchacie cesty alebo pokožku, z čoho vyplývajú nežiadúce účinky na zdravotný stav. V prípade, že sa použije bezdotyková dezinfekčná technológia na povrchy v prostredí, je nutné pred jej aplikáciou manuálne vyčistiť dané povrchy kefovaním kvôli odstráneniu organických látok. Čistenie a dezinfekcia životného prostredia v klinických netradičných zariadeniach a domácich zariadeniach zdravotnej starostlivosti by sa malo riadiť podrobnými SOP s jasným vymedzením zodpovednosti, pokiaľ ide o typ povrchov a frekvenciu čistenia (Tabuľka 9). Osobitná pozornosť by sa mala venovať čisteniu často dotýkaných predmetov a povrchov, ako sú spínače svetiel, kľučky dverí, stoly, džbány na vodu, podnosy, mobilné vozíky alebo umývadlá. Čistiace postupy by mali byť monitorované. Mal by sa napláňovať počet pracovníkov upratovania a mali by sa optimalizovať čistiace postupy. Zdravotníci by mali byť informovaní o harmonogramoch čistenia a dokončení čistenia.

Tabuľka č. 9 Odporúčaná frekvencia čistenia povrchov prostredia podľa oblastí pacienta s podozrením alebo potvrdeným ochorením COVID-19.

Patient area	Frequency ^a	Additional guidance
Screening/triage area	At least twice daily	<ul style="list-style-type: none"> Focus on high-touch surfaces, then floors (last)
Inpatient rooms / cohort – occupied	At least twice daily, preferably three times daily, in particular for high-touch surfaces	<ul style="list-style-type: none"> Focus on high-touch surfaces, starting with shared/common surfaces, then move to each patient bed; use new cloth for each bed if possible; then floors (last)
Inpatient rooms – unoccupied (terminal cleaning)	Upon discharge/transfer	<ul style="list-style-type: none"> Low-touch surfaces, high-touch surfaces, floors (in that order); waste and linens removed, bed thoroughly cleaned and disinfected
Outpatient / ambulatory care rooms	After each patient visit (in particular for high-touch surfaces) and at least once daily terminal clean	<ul style="list-style-type: none"> High-touch surfaces to be disinfected after each patient visit Once daily low-touch surfaces, high-touch surfaces, floors (in that order); waste and linens removed, examination bed thoroughly cleaned and disinfected
Hallways / corridors	At least twice daily ^b	<ul style="list-style-type: none"> High-touch surfaces including railings and equipment in hallways, then floors (last)
Patient bathrooms/ toilets	Private patient room toilet: at least twice daily Shared toilets: at least three times daily	<ul style="list-style-type: none"> High-touch surfaces, including door handles, light switches, counters, faucets, then sink bowls, then toilets and finally floor (in that order) Avoid sharing toilets between staff and patients

- a:** Povrchy životného prostredia by sa mali tiež čistiť a dezinfikovať vždy, keď sú viditeľne znečistené alebo kontaminované telesnými tekutinami (napr. krv),
- b:** Frekvencia môže byť raz denne, ak chodby nie sú často využívané.

Environmentálne čistiace techniky a čistenie by mali dodržiavať tieto zásady. Povrchy by sa mali vždy čistiť mydlom a vodou alebo saponátom, čím sa najskôr odstránia organické látky a potom by mala nasledovať dezinfekcia. V zdravotníckych zariadeniach by sa mal použiť chlórnan sodný (bielidlo) v odporúčanej koncentrácii 0,1 % (1 000ppm). Alternatívne môže byť použitý na povrchovú dezinfekciu alkohol so 70 % - 90 % koncentráciou.

Čistiaci pracovníci by mali nosiť ochranné prostriedky a taktiež musia byť vyškolení na prácu v miestach, kde sú podozriví alebo potvrdení pacienti s COVID-19. Mali by mať na sebe plášť, nepriepustné gumene rukavice, respirátor, okuliare a uzavreté pracovné obuv. Dezinfekčné roztoky by sa mali vždy pripravovať na dobre vetraných miestach. V iných zariadeniach, ako sú tie zdravotnícke, je odporúčané nosiť nepriepustné gumené rukavice, zástery a uzavreté topánky. Ochrana očí a lekárske rúško môžu byť tiež potrebné na ochranu v prípade, ak existuje riziko postriekania.

Je veľmi dôležité znižovať potenciál kontaminácie vírusom COVID-19 aj v iných zariadeniach nielen v zdravotníckych, ale aj v domácnostiach, kanceláriách, školách, telocvičniach či reštauráciách. V týchto zariadeniach je tiež nutné čistiť primárne často dotýkané povrchy, ako kľučky dverí, povrchy kúpeľní, toalety, osobné zariadenia s dotykovou obrazovkou, osobné počítače a klávesnice a taktiež pracovné plochy. Dezinfekčný prostriedok a jeho koncentrácia by sa mala starostlivo zvoliť, aby sa zabránilo poškodeniu povrchov, pričom by sa mali minimalizovať toxické účinky na zamestnancov, členov domácnosti alebo užívateľov verejných priestranstiev.

4.1.3 Informácie o bezpečnosti používání chemickej dezinfekcie v boji proti COVID-19

Táto kapitola poskytuje všeobecné informácie o dezinfekčných prostriedkoch registrovaných na EPA a taktiež aj informácie ako sú potenciálne riziká pre zdravie a odporúčania osobných ochranných prostriedkov pre bežne používané dezinfekčné prostriedky na University of Washington (UW).

Tieto dezinfekčné prostriedky možno zaradiť do kategórií:

- Alkoholy (Etylalkohol, Izopropylalkohol)
- Aldehydy (Metalán, Paraformaldehydy, Glutaraldehyd, ...)
- Chlórové zlúčeniny (Chlórdioxid, Chlórnan vápenatý, Chlórnan sodný, ...)
- Oxidačné činidlá (Peroxid vodíka, Kyselina peroxyoctová)
- Fenoly (Krezol, Tymol, Hexachlórfén)
- Kvartérne amoniaky (Alkyl Dimethyl Benzyl Amónium Chloridy)
- A iné (Etylénoxid,) nepovolené !

Potenciálne nebezpečenstvo:

- Alkoholy
 - Veľmi horľavý a mohol by vytvárať výbušné zmesi pár so vzduchom.
 - Môže prudko reagovať so silnými oxidantmi.
 - Alkoholy môžu odtučniť pokožku a spôsobiť dermatitídu.
- Aldehydy
 - Mal by sa používať iba na dobre vetraných miestach.
 - Chemikálie sú pre človeka dráždivé, toxické pri kontakte alebo pri vdýchnutí vysokých koncentrácií.
 - Formaldehyd je známy karcinogén.
- Chlórové zlúčeniny
 - Môže spôsobiť vážne podráždenie očí.
 - Reagujte výbušne s amoniakom, amínmi alebo redukčnými činidlami.
 - Zmiešanie chlórnanu so silnými kyselinami môže mať za následok prudké chemické reakcie, ktoré by mohli uvoľniť toxické plyny.
- Oxidačné činidlá
 - Koncentrované roztoky peroxidu sú reaktívne a výbušné.
 - Dráždivé látky - pri koncentrovaní môže spôsobiť chemické popáleniny kože a očí.
- Fenoly
 - Fenoly môžu spôsobiť podráždenie pokožky a očí.
 - Pri vdýchnutí, požití alebo aplikácii fenolových zlúčenín na pokožku vo vysokých koncentráciách sú chemikálie škodlivé pre človeka.

- Kvartérne amoniaky
 - Môže vyvolať astmu.
 - Poranenia úst a gastrointestinálneho traktu v dôsledku prehltnutia roztokov

Vzhľadom na možné nebezpečenstvá je potrebné pri aplikácii spomenutých dezinfekčných prostriedkov dodržiavať odporúčané opatrenia:

- Alkoholy
 - Jednorazové nitrilové rukavice.
 - Používajte v dobre vetraných priestoroch mimo horľavých predmetov.
- Aldehydy
 - Stredne silné alebo ťažké nitrilové, neoprénové, prírodné gúmy alebo PVC rukavice pre koncentrované roztoky.
 - Ochranný odev na minimalizáciu kontaktu s pokožkou.
- Chlórové zlúčeniny
 - Nemiešajte s čistiacimi alebo dezinfekčnými prostriedkami na báze amoniaku.
 - Vykonajte sekundárne opláchnutie vodou, aby ste minimalizovali poškodenie povrchu.
- Oxidačné činidlá
 - Tričko s dlhým rukávom a dlhé nohavice.
 - Ochranný kryt alebo ochranné okuliare, pri ktorých existuje potenciál kontaktu s očami.
- Fenoly
 - Ochranný odev na minimalizáciu kontaktu s pokožkou
 - Ochranný kryt alebo ochranné okuliare pri fenoloch, pri ktorých existuje potenciál kontaktu s očami.
- Kvartérne amoniaky
 - Nemiešajte s čistiacimi prostriedkami na báze bielidla alebo inými roztokmi chlóru.
 - Po použití nejedzte/nepite bez umývania rúk.

Ako vyplýva z posledného rozdelenia, tak viac-menej pri každom chemickom dezinfekčnom prostriedku je potrebné si chrániť pokožku, ideálne nitrilovými rukavicami, zrak okuliarmi či krytom a celkovo chrániť pokožku na celom tele bežným oblečením alebo špeciálnym úborom.

Kapitola informuje najmä o použití dezinfekčných prostriedkov fyzickou osobou a tieto prostriedky nie sú najvhodnejšou voľbou pri návrhu riešenia pre automatickú dezinfekciu vzhľadom na ich potenciálne nebezpečenstvo pri užívaní.

4.1.4 Monitorovanie životného prostredia a kontrola infekcií

Na začiatku prepuknutia nového koronavírusového zápalu pľúc sociálna panika spôsobila, že pacienti infikovaní novým koronavírusom a pacienti s podobnými príznakmi sa hrnuli do nemocnice. Niektorí pacienti infikovaní novým koronavírusom navyše išli na ošetrovanie do iných oddelení nemocnice na začiatku epidémie kvôli osobnému zdravotníckemu personálu. Nedostatočné zásoby ochranných materiálov, nedostatočné ochranné povedomie spôsobilo, že niektorí zdravotnícki pracovníci boli infikovaní pri výkone svojej práce. Preto je potrebné prísne kontrolovať prostredie v nemocnici, aby sa znížila vzdialenosť medzi osobami. Je potrebné obmedziť frekvenciu medziľudského kontaktu, aby sa zabránilo šíreniu nového koronavírusu kvapôčkami, kontaktom a inými prostriedkami. Táto štúdia berie ako príklad pekinskú pamätnú nemocnicu Tsinghua Chang Gung pri Univerzite Tsinghua.

Na základe monitorovania koncentrácie oxidu uhličitého (CO²) v reálnom čase bola zavedená kontrola prostredia s cieľom posúdiť ventiláciu a riedenie vzduchu a varovať pred rizikom prenosu medzi pacientmi na klinike pre liečbu horúčky. Podľa limitu počtu osôb v čakacej miestnosti kliniky pre horúčky, ošetrovateľskej stanice a lekárskej ordinácie a predpísaného objemu čerstvého vzduchu sa počíta koncentrácia oxidu uhličitého vo vyššie uvedenej oblasti. Počas obdobia monitorovania životného prostredia prijal zdravotnícky personál sekundárnu ochranu a nedošlo k žiadnej infekcii lekára a pacienta; celkovo bolo potvrdených 5 nových koronavírusových zápalov pľúc. Potvrdení pacienti zostávajú na klinike pre liečbu horúčky a majú nasadené masky.

Koncentrácia oxidu uhličitého na chodbách čakárne, ošetrovateľskej stanice a lekárskej ordinácie je nižšia ako v lekárskej ordinácii. Na hornej hranici a pod kontrolovanou hodnotou 609, 654 a 711 ppm (1 ppm = 10⁻⁶ mol/mol) nedochádza medzi pacientmi k žiadnej krížovej infekcii. Táto skúsenosť a metóda sú k dispozícii pre návrh a renováciu kliník proti horúčke vo všeobecných nemocniciach rovnakého typu.

4.1.5 Priestorové zmeny rozpusteného organického dusíka v povrchových vodách Wu-chanu: Korelácia s výskytom vedľajších produktov dezinfekcie počas pandémie COVID-19

Zintenzívnené sanitačné postupy počas nedávnej koronavírusovej choroby (COVID-19) viedli k úniku dezinfekčných prostriedkov na báze chlóru do povrchových vôd, čo potenciálne v prítomnosti spúšťa tvorbu dezinfekčných vedľajších produktov (DBP) rozpusteného organického dusíka (DON). Teda komplexné vyšetrenie spoločnosti DON's, priestorové rozdelenie a jeho súvislosť s výskytom DBP v povrchovej vode je nutne potrebné.

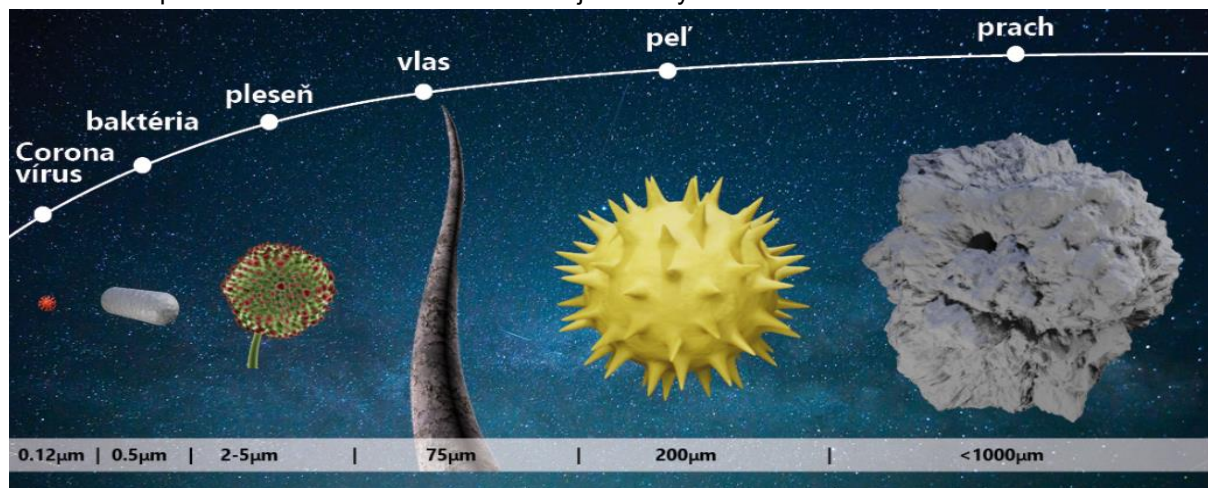
V tejto štúdii bolo celkovo odobratých 51 vzoriek vody z dvoch riek a štyroch jazier v máji 2020 vo Wu-chane, aby boli preskúmané regionálne rozdiely medzi dusíkatými (N) druhmi, zloženie DON a tri triedy výskytu DBP. Rast populácie a antropogénne aktivity veľkého rozsahu zvýšili vypúšťanie exogénneho DON, ako sú chemické hnojivá, živočíšne a ľudské exkrementy, splašky a množstvo odpadu do povrchových vôd (rieky a jazerá). Naším hlavným cieľom je: charakterizovať priestorové a kompozičné zmeny DON v povrchových vodách, skúmať výskyt DBP v povrchových vodách, preskúmať vzťah medzi koncentráciou DON, vlastnosti a výskyt DBP. Vzorky vody sa zbierali z 51 miestach vzorkovania. Celkovo skúmanie obsahovalo 10, resp. 6 miest vzorkovania. Počet miest odberu vzoriek v jazere Tangxun, jazierách Dong, Liangzi a Hou boli 10, 8, 11, respektíve 6. Vzorky boli zabalené do fliaš z jantárového skla a okamžite schladené. Neskôr boli vzorky privedené do laboratória, filtrované pomocou nylonových membránových filtrov Whatman (pór veľkosti 0,2 μm; Priemer 47 mm; Nemecko) a skladované pri teplote 4 °C pre následnú analýzu.

Výsledky preukázali významnú koreláciu medzi komponentami DON a DBP zdôrazňujúc, že DON môže slúžiť ako efektívny ukazovateľ na sledovanie tvorby DBP. Humifikovaný DON bol rozhodujúcim predchodcom tvorby THM, zatiaľ čo amínové štruktúry v DON hrali zásadnú úlohu pri tvorbe N-

nitrozamínov. Táto štúdia zdôrazňuje, že kontaminácia DON v povrchovej vode skutočne zvýšila tvorbu DBP, čo ohrozovalo kvalitu vody. Rutinné hodnotenie kvality povrchovej vody by mala obsahovať DON a DBP ako nevyhnutné parametre, najmä pre formulovanie efektívnych postupov počas COVID-19.

4.2 Jadro

Čistenie vzduchu prebieha na niekoľkých úrovniach, od viditeľných nečistôt až po mikroskopické. Donedávna sa čistil vzduch najmä kvôli prachu či alergénom, ale v poslednej dobe sa začalo akútnejšie dezinfikovať proti vírusom a baktériám. Veľkosti jednotlivých nečistôt sú zobrazené na Obr. č.52.



Obr. č. 52 Rôzne veľkosti jednotlivých nečistôt

Niekoľko štúdií potvrdilo závislosť medzi znečisteným vzduchom a rýchlosťou šírenia COVID-19. Z čoho vyplýva, že vírusy a baktérie sú maličké, ale môžu cestovať na väčších časticach. Skúsenosti z boja proti COVID-19 poukazujú na priamočiaru vzťah medzi týmto vírusom a výskytom väčších pevných častíc. Vzhľadom na daný fakt je potrebné vzduch aj mechanicky čistiť.

Vzduch sa najčastejšie dezinfikuje, resp. čistí použitím:

- Ozónu,
- Filtra alebo HEPA filtra,
- Ionizátorov,
- Rozprašovačov,
- UV-C.

Najväčšou prednosťou ozónu (O₃) je, že oslabuje bunkovú stenu baktérie alebo bielkovinový obal vírusu, čo spôsobí, že jeho genetický materiál (alebo „DNA“) sa ocitne v priamom kontakte so vzduchom a následkom toho uhynie. Jednou z nevýhod je, že ozón nie je možné uskladniť, práve naopak je potrebné ho vytvárať priamo na mieste požadovaného použitia. Ďalším problémom je, že vo vyššej koncentrácii je škodlivý, môže spáliť pľúca alebo krv nebude schopná poskytnúť organizmu dostatok kyslíka. Kritická hranica ozónu je 50 až 70 mikro g/m³, pri expozícii do 10 minút. Túto hodnotu dokáže väčšina ozónových generátorov vyprodukovať behom niekoľkých minút v závislosti od veľkosti miestnosti. Preto nie je možné dezinfikovať ozónom za prítomnosti ľudí či zvierat a rovnako má neblahý vplyv aj na rastliny.

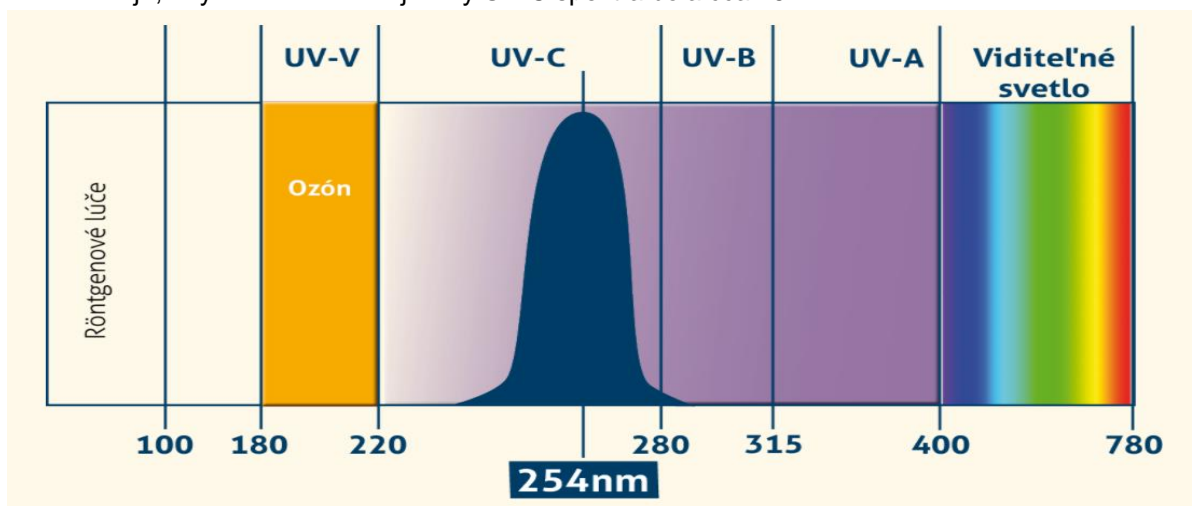
Hrubé nečistoty väčšie ako 10 mikro metrov, ako prach, peľ a podobne, je možné zachytiť bežnými filtrami, napr. triedy G3 a menšie častice až do 0,3 mikro metrov HEPA filtrami, ktoré sa ďalej delia na dve triedy, a to H11 (zachytí < 95 %) a H13 (< 99,95 %). Avšak ich nevýhodou je, že nedokážu hubiť vírusy a baktérie, čiže sú výhradne ochranou pred mechanickými časticami.

Čističky na báze ionizácie nabíjajú častice prítomné vo vzduchu (aerosol), čím sú tieto častice priťahované opačnou polaritou navzájom alebo sa rovnakou polaritou odpudzujú. Tieto častice sa potom zhlukujú alebo zachytávajú na povrchoch v miestnosti. Používajú sa na elimináciu baktérií a plesní. Avšak počet aniónov výrazne klesá so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od zariadenia.

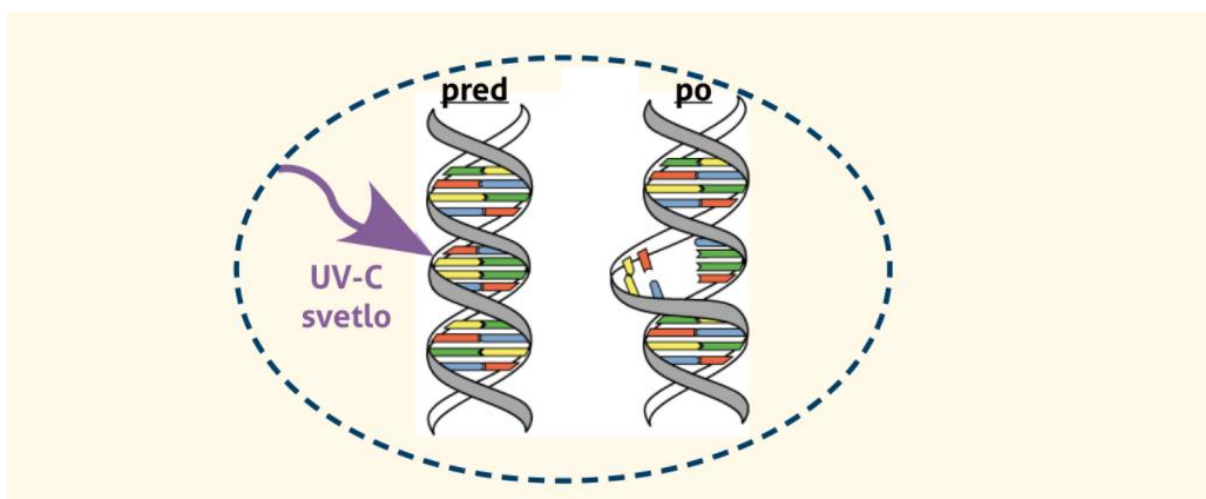
Napr. vo vzdialenosti 0,5 metra je koncentrácia 400 000 na cm^3 a pri vzdialenosti 2,5 metra len 300 aniónov na cm^3 . Preto je ich použitie na rýchlu a účinnú dezinfekciu nedostatočné. Výhodou je že, sa dajú použiť za prítomnosti ľudí.

Rozprašovače nachádzajú svoje využitie skôr pri dezinfekcii povrchov ako priestorov. Napr. pri dezinfekcii vagónov, vstupných hál atď. Ich markantná nevýhoda je pri dezinfekcii využívajú roztok, ktorý je rozprášený na aerosol, čo je vlastne vodná para. Preto tieto zariadenia nie sú vhodné na kontinuálne čistenie, ale skôr na jednorazové.

S dezinfekciu vzduchu využitím UV-C sa možno stretnúť pravidelne. UV-C žiarenie je jedno zo spektra UV. Dokáže narušovať DNA vírusov či baktérií pri ich vzájomnej expozícii, čo spôsobuje ich úhyn. Avšak UV-C je škodlivé pre zrak a pokožku (nie do takej miery ako ozón). Využitie UV-C pri dezinfekcii vzduchu za prítomnosti ľudí je možné len s uzatvoreným čističom vzduchu. Takéto zariadenie vzduch vťahne, precirkuluje ho okolo žiarivacej trubice s UV-C a ideálne je, ak ho ešte zachytí HEPA filtrami. V takomto prípade zo zariadenia na strane výstupu vychádza čistý a najmä zdravotne nezávadný vzduch. Podstatné je, aby hodnota vlnovej dĺžky UV-C spektra bola cca 254 nm.



Obr. č. 53 Vlnové dĺžky vyžarovaného UV žiarenia



Obr. č. 54 Vplyv UV-C žiarenia na štruktúru vírusu

	Ozón	Filtre a HEPA filter	Ionizácia	Rozprašovač	UV-C
Výhody	Vysoká schopnosť dezinfekcie	Odstraňuje malé nečistoty	Osviežuje vzduch	Dezinfekcia povrchov	Vysoká schopnosť dezinfikovať - bez vedľajších zlúčenín - bez chemikálií
Nevýhody	Relatívna vysoká spotreba energie Nemožnosť dezinfikovať za prítomnosti ľudí	Nedezinfikuje	Nízka schopnosť dezinfekcie	Nemožnosť kontinuálne dezinfikovať za prítomnosti ľudí	UV-C musí byť uzatvorené v prístroji a tak dezinfikuje len vzduch, nie povrchy

Obr. č. 55 Výhody a nevýhody jednotlivých dezinfekčných prostriedkov

V neposlednom rade je veľmi dôležitý samotný nominálny výkon UV-C trubíc v germicídnom prístroji. Na trhu sú dostupné rôzne „domáce“ čističky vzduchu, vyzerajú krásne, pekne blikajú a svietia. Keď sa však pozrieme na ich technickú špecifikáciu, tak zistíme, že používajú UV-C trubicu pochybného zdroja o výkone 8W. Je to ako uvariť nedeľný obed na malej trieske dreva. Ničenie vírusov je funkcia dávky UV-C a času, teda akým výkonom a ako dlho ožaruje čistička vírus. Čím vyššia dávka a dlhší čas, tým zahubí viac vírusov. Samozrejme, bavíme sa o zariadení, ktoré je určené na dezinfekciu za prítomnosti ľudí, a teda nemôže mať gigantické rozmery s hlučným fungovaním. Potrebujeme niečo dostatočne silné a zároveň tiché. Preto sme v Microwelli stavili na vysokú dávku UV-C (90W) a špeciálne navrhnutú dezinfekčnú komoru so spomaľovačmi vzduchu. Dávka 90W patrí medzi najväčšie, vysoko prevyšuje malé domáce čističky a taktiež táto dávka prevyšuje bežné nemocničné alebo lekárske UV-C žiariče (30-60W).

4.2.1 Vývoj a vylepšenie efektívnej metódy dezinfekcie vzduchu ozónom - Plyn ako dekontaminačný prostriedok

V roku 1982 bol ozón uznaný ako bezpečný plyn, ktorý sa má používať ako dezinfekčný prostriedok v kontaminovanom prostredí s baktériami, vírusmi či mikróbmi, ako napr. hmyzom. Ozón je vynikajúcim dezinfekčným prostriedkom vďaka svojim chemickým vlastnostiam na zničenie a oxidáciu všetkých typov organických a anorganických zlúčenín s antiseptickou účinnosťou podobnou fluóru. Môže byť použitý ako bezpečný a efektívny prostriedok na zlepšenie hygienickej kvality prostredia vďaka úplnému odstraňovaniu znečisťujúcich látok vo vzduchu a inaktivácii druhov prítomných na ťažko dostupných povrchoch. V literatúre bol ozónový plyn uvádzaný ako účinná zlúčenina pri dekontaminácii FFP (Filtering Face Piece) respirátorov bez ich poškodenia, aj keď to predstavuje riziko pre bezpečnosť a zdravie pracovníkov, ktorí proces vykonávajú, ak s ním nie je zaobchádzané správne.

Plynný ozón je účinný v dekontaminačných procesoch bez poškodenia povrchu, hoci predstavuje riziko pre bezpečnosť a zdravie pracovníkov, ktorí vykonávajú proces, ak s ním nezaobchádzajú korektným spôsobom. Vdychovanie pár ozónu predstavuje najvyššie zdravotné riziko.

Ozón je navyše silné oxidačné činidlo, ktoré reaguje prudko s organickými zlúčeninami, ako sú benzén, etylén, diény a alkány, preto je počas jeho používania potrebné prijať primerané bezpečnostné opatrenia, a to konkrétne:

- Cyklus dezinfekcie ozónom používajte iba v neprítomnosti ľudí;
- Nepoužívajte v prítomnosti horľavých látok, ako je alkohol, benzín, uhľovodíky, bróm, kyselina bromovodíková, oxidy dusíka a nitroglycerín;
- Chráňte pred UV žiarením produkovaným žiarivkami;
- Pred použitím ozónu utesnite dvere a okná prostredia.

Zdravotnícke zariadenia, ako sú nemocnice, špecializované nemocnice pre seniorov, zariadenia starostlivosti o seniorov a centrá pre popôrodnú starostlivosť, majú pacientov veľmi citlivých na znečisťovanie ovzdušia, a preto je potrebné naplánovať presnú analýzu koncentrácie ozónu v interiéri a je potrebné uviesť si aj jej vzťah k ostatným faktorom vnútorného prostredia. S cieľom využiť merateľné výsledky na vyšetrenie čistenia nemocníc ako vedeckého procesu, sa mikrobiologické analýzy robili v dvoch rôznych prostrediach (kancelárska a všeobecná chirurgická jednotka) podľa medzinárodnej normy UNI EN 13098: 2002 pre odber vzoriek vzduchu a UNI EN ISO 14698-1 pre povrch. Referenčné parametre k štandardnému dezinfekčnému testu podľa mikrobiálnej záťaže pri 30 °C UNI EN ISO 13098: 2002, UNI EN ISO 14698-1 sú uvedené v tabuľke 10.

Tabuľka č. 10 Referenčné parametre pre štandardný dezinfekčný test

Hygienic Surface Performance	Good	Satisfying	Unsatisfying	
CFU/plate	0–25	26–50	over 50	
Hygienic Air Performance	A	B	C	D
CFU/m ³	<1	10	100	200

Analýzy sa uskutočňovali na platni Rodac (Replicate Organism Direct Agar Contact) s veľkosťou 24 cm² s dvoma rôznymi substrátmi, PCA (analýza hlavných komponentov) a SABOURAUD DEXTROSE AGAR, ktorý je špecifický pre monitorovanie hygieny prostredia. Pre povrchové analýzy bol kontaktný čas dosiek na povrchu približne desať sekúnd, aby sa získal rovnomerný a konštantný tlak v celej oblasti. Doštičky sa inkubovali za aeróbnych podmienok pri 30°C po dobu 48 hodín. Počet mikroorganizmov na doštičku, a teda kolónií tvoriacich jednotku (CFU), sa vypočítal z počtu kolónií získaných na doštičkách obsahujúcich menej ako 300 kolónií na jednu doštičku. Všetky vzorky sa odobrali pred a po dezinfekčných procesoch na vyhodnotenie účinnosti čistenia ozónom na nemocničných oddeleniach. Protokol k štúdiu zahŕňal výber reprezentatívnych prostredí zdravotnej starostlivosti, ako sú vysoké, stredné a nízkorizikové miestnosti, a príklady nemocničného nábytku. Pre každú izbu boli vybrané povrchy na posúdenie čistoty, napr. kľučky dverí, nábytok, postel' a podobne. Upratovací personál nebol o odbere vzoriek informovaný. Každá analyzovaná chirurgická miestnosť mala asi 36 m² s objemom 120 m³, pričom kancelárska miestnosť mala asi 26 m² s objemom 90 m³. V chirurgickej miestnosti bolo nastavených 15 výmen vzduchu za hodinu s ventiláciou 0,24 m/s. Teplota bola medzi 24 a 25°C a relatívna vlhkosť vzduchu medzi 40 a 50 %. Vzorky vzduchu boli zhromaždené systémom SAS 180 S (SURFACE AIR SYSTEM monitorovacie prístroje) na mikrobiologické monitorovanie životného prostredia používané v kombinácii s kontaktnými doštičkami. Merania sa uskutočňovali pred, počas a po ošetrovaní. Účinnosti ozónu ako sanitačného systému sú uvedené v tabuľkách 11 a 12, ktoré sumarizujú výsledky sterov a vzoriek vzduchu vykonaných v zdravotníckych zariadeniach.

Tabuľka č. 11 Celkové mikrobiálne zaťaženie odhadované pri odbere vzoriek vo vzduchu (CFU/m³) a na rôznych povrchoch (CFU / doštička) v kancelárii (výsledky sú spriemerované z 10 meraní).

AIR and Surface Analysed	Sabouraud Pre-Treatment	SD	Sabouraud Post Treatment	SD	(PCA) Pre-Treatment	SD	(PCA) Post Treatment	SD
AIR (CFU/m ³)	0		0		105	±4	1	±1
DESK (CFU/plate)	10	±1	5	±1	35	±3	5	±1
TABLE (CFU/plate)	10	±2	5	±1	18	±2	2	±2
PRINTER (CFU/plate)	14	±1	7	±2	10	±1	3	±1
Air-conditioning (CFU/plate)	10	±1	7	±1	12	±2	4	±1
White coats (CFU/plate)	0		0		36	±1	1	±1

Tabuľka č. 12 Celkové mikrobiálne zaťaženie odhadované pri odbere vzoriek vo vzduchu (CFU/m³) a na rôznych povrchoch (CFU / platnička) v chirurgickom sále (výsledky sú spriemerované z 10 meraní)

AIR and Surface Analysed	Sabouraud Pre-Treatment	Sabouraud Post Treatment	(PCA) Pre-Treatment	(PCA) Post Treatment
AIR (CFU/m ³)	0	0	5	1
DESK (CFU/plate)	0	0	2	0
TABLE (CFU/plate)	0	0	0	0
Furniture (CFU/plate)	0	0	1	0

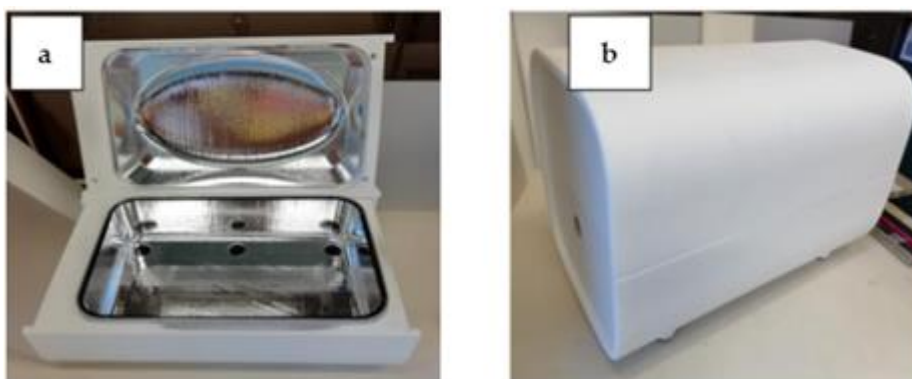
Významné zníženie počtu mikróbov, ktoré vždy klesne pod prahovú hodnotu, preukázal účinnosť systému.

Ošetrovanie ozónom by teda mohlo byť pre nemocnicu užitočným sanitačným procesom na kontrolu infekcie. Čistenie ozónom je veľmi efektívna metóda a umožňuje zvýšiť bezpečnostné štandardy z Infekčného hľadiska zdravotníckych štruktúr. Existuje veľa výhod tohto zariadenia. Avšak čistiace mechanické postupy s čistiacimi prostriedkami sú povinný krok pred každou úpravou ozónom, aby sa úplne odstránili organické látky z povrchov.

4.2.2 Vznikajúca inovatívna technológia UV dezinfekcie

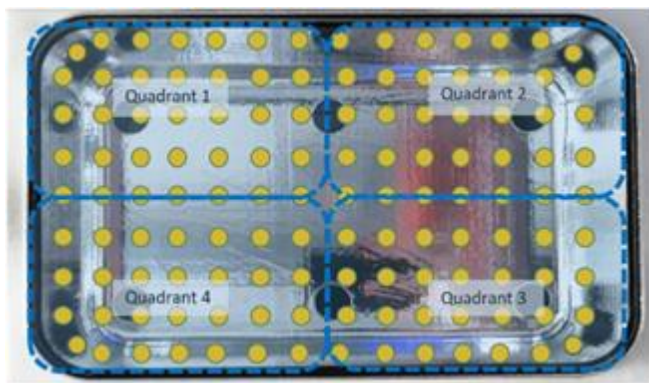
UVC svetlo sa už používa na kontrolu infekcie v nemocniciach a laboratóriách. Inovatívna technológia UV čipov, opísaná v tejto štúdií, sa nedávno ukázala ako schopná prekonať hranice starých žiaroviek a je navrhovaná ako platná alternatíva k LED. Táto štúdia bola navrhnutá na testovanie virucidnej aktivity na zariadení SARS-CoV-2 na základe novej technológie UV čipov. Potvrdzujú to dôkazy preukazujúce, že SARS-CoV-2 môže prežiť až 3 hodiny v aerosóloch, až 4 hodiny na medi, až 24 hodín na kartóne a až 3 dni na plastoch a nehrdzavejúcej oceli a za určitých podmienok môže prežiť až týždne. Životaschopnosť závisí od materiálu, parametrov mikroklímy prostredia, média, v ktorom je vírus uložený, a počiatkovej vírusovej záťaže. UV svetlo (200–280 nm) má lepšie germicídne vlastnosti ako UVA (315–380 nm) alebo UVB (280–315 nm). UVC lúče sú absorbované bázami nukleových kyselín, čo vedie k molekulárnemu štruktúrnemu poškodeniu prostredníctvom fotodimerizácie, ktoré vedie k inaktivácii vírusu a k znemožneniu replikácie. Táto štúdia si kladie za cieľ určiť virucidnú aktivitu boxu s UV čipmi proti SARS-CoV-2.

Všetky UV ošetrenia sa uskutočňovali v dezinfekčnom boxe vyvinutom spoločnosťou Light Lab Sweden pomocou novo vyvinutej technológie UV čipov. Do spodnej časti UVC ošetrovacieho boxu bolo umiestnených šesť UV zdrojov, z ktorých každý poskytoval 10 mW UV sily. Ožarovacia plocha UV čipov je kruh s priemerom približne 1,3 cm (achip má veľkosť asi 2-eurovej mince). Predmety na dezinfekciu je možné umiestniť na kremeň, ktorý je umiestnený približne v polovici výšky škatule. Veko bráni výstupu svetla. Vnútro krabice je starostlivo navrhnuté a pokryté vysoko reflexnou UV farbou, aby sa zabezpečilo, že UV žiarenie odráža a čo najviac zasahuje objekty umiestnené na povrchu kremeňa. Zariadenie je zobrazené na Obr. č. 56.



Obr. č. 56 a) Podstavec a veko bieleho dezinfekčného boxu; V spodnej časti sú viditeľné UV čipy. b) Škatuľka so zatvoreným vekom.

Priama ožiarenosť čipov bola vyhodnotená na 126 bodoch umiestnených na úrovni vnútornej roviny (žltá časť). Aby sme správne zmerali body, vytvorili sme 3D tlačenu masku (modrá časť), pomocou tlačiarne s vysokým rozlíšením, ktorá bola štvrtinou veľkosti roviny kryštálu. Na maske bolo umiestnených 35 otvorov presnej veľkosti sondy s kosínovým korektorom, aby sa zlepšila presnosť meraní a štandardizovali sa merania a umiestnenie; všetko je znázornené na Obr. č. 57.



Obr. č. 57 Znáozornenie prípravy experimentu

Následne boli vybrané 2 pozície na kryštáli, ktoré nečelia priamo UV čipom. Tieto polohy boli naočkované 100 ul vírusovej suspenzie SARS-CoV-2, ktorá mala koncentráciu 107,2 infekčnej dávky tkanivovej kultúry 50 % (TCID₅₀ %)/ml. Každý experiment sa uskutočňoval v troch opakovaniach, s vekom zariadenia a bez neho, pričom sa testovali 2 rôzne polohy na kremennej poličke a 3 nastavenia času (3, 6 a 10 minút). 3 vzorky boli naočkované, ale neboli ošetrené UV, aby sa určil vírusový ošetrovateľ po zotavení, a boli vyšetrené ihneď po naočkovaní. Odoberaté suspenzie sa použili na naočkovanie 48-jamkovej doštičky, na ktorú sa zafixovali bunkové kultúry VEROE6. Doštičky sa inkubovali 3 dni pri 37°C ± 2°C pri 5 % CO₂ vo zvlhčenej atmosfére. Na analýzu údajov a grafov bol použitý program Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). Popisné štatistiky boli usporiadané pomocou verzie STATA 16 SE (StataCorpLLC, College Station, TX, USA). Predbežné údaje z fotometrickej analýzy boli spracované pomocou AvaSoft 8.11 (Avantes, Apeldoorn, Holandsko).

Maximálna merateľná redukcia Log₁₀ rovná 5,7 (99,9998 %) bola dosiahnutá s dobou ožarovania 10 minút pri všetkých opakovaniach bez ohľadu na prítomnosť alebo neprítomnosť veka (tj. bez ohľadu na to, či UV svetlo prichádzalo priamo z UV čipov pri základni, alebo či sa UV svetlo odrazilo iba od reflexných vrstiev skrinky). Znížením času vystavenia UV žiarenia na 3 minúty boli dosiahnuté mierne nižšie hodnoty útlmu Log₁₀, ktoré boli stále vyššie ako 3,2 (99,94 %). Po 6 minútach expozície bola priemerná hodnota útlmu Log₁₀ vyššia ako 5 (99,999 %). Teda maximálnu redukciu dosiahnuteľnú pri experimente (5,7 logov) bolo možné dosiahnuť pri dobách ožarovania kratších ako 10 minút a pravdepodobne iba niečo málo cez 6 minút. Malo by sa tiež vziať do úvahy, že dané testované zariadenie má tiež vrcholy v rozmedzí UVA a UVB, ktoré prispievajú k virucidnému účinku, i keď v menšej miere. Rovnako treba uvážiť, že štúdia bola vykonaná v laboratórnych podmienkach na kontaminovanej kvapke a nie na objektoch odoberáť v skutočnom verejnom alebo nemocničnom prostredí, avšak naočkovaný vírusový titer bol veľmi vysoký a pravdepodobne vyšší ako ten, ktorý sa dá nájsť v skutočných podmienkach. Na dezinfekciu masky FFP možno použiť UVC, je však potrebná vyššia dávka žiarenia kvôli pórovitosti materiálu a možnej prítomnosti substrátov.

4.2.3 Účinok kontinuálneho a prerušovaného ožarovania a fluktuáčnej odozvy 222 nm ultrafialového žiarenia na kontamináciu SARS-CoV-2

Posledné správy ukazujú účinnosť ožarovania ultrafialovým svetlom (UV) na inaktiváciu SARS-CoV-2.

V predchádzajúcich štúdiách bolo použité UVC emitujúce zariadenie Care222™ (Ushio Inc., Tokio, Japonsko; rozmery: 205 mm x 150 mm x 50 mm), s ktorým sa skúmali doby ožarovania na povrchoch kontaminovaných SARS-COV-2. Na použitie v obývanom priestore sa Care222™ používa s režimom prerušovaného ožarovania on-off s nízkym UV žiarením alebo s režimom pohybového senzora na ožarovanie 222 nm UVC iba vtedy, ak v miestnosti nie sú žiadne osoby.

Nie sú však publikované žiadne údaje o požadovanom účinku a trvaní 222 nm UVC žiarenia s nízkou intenzitou ožiarovania pre SARS-CoV-2. Ďalej neexistujú žiadne údaje o rozdieloch medzi kontinuálnym a prerušovaným ožarovaním 222 nm UVC pri inaktivácii SARS-CoV-2.

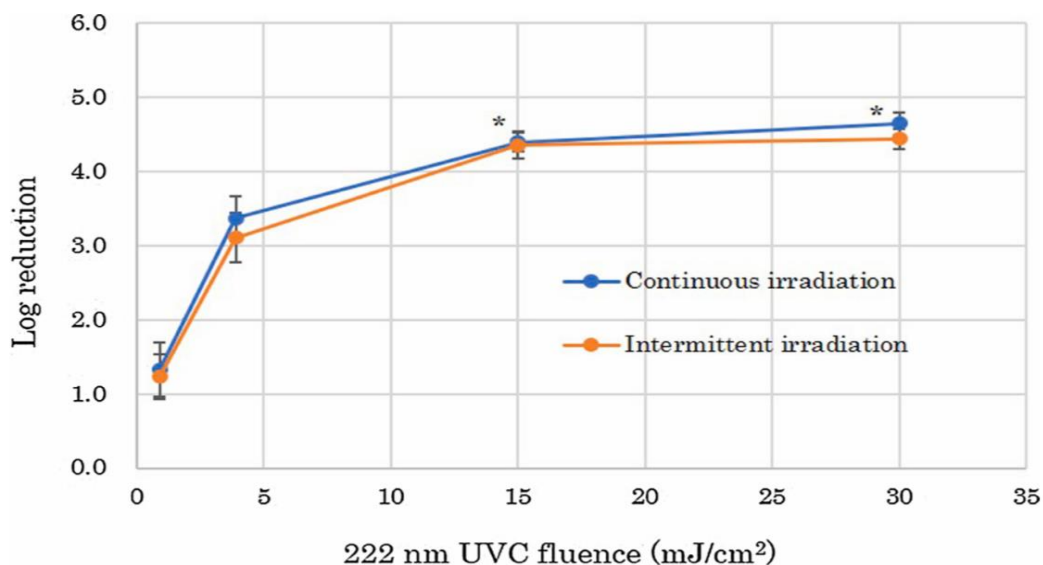
Zariadenie emitujúce UVC Care222™ (Ushio Inc., Tokio, Japonsko) použité v tejto štúdii bolo 222 nm Kr-Cl modul excimerovej žiarovky. Lampa obsahuje optický filter, ktorý obmedzuje svetlo emitujúce spektrá v rozmedzí od 200 do 230 nm. Na vyhodnotenie rozdielov v účinku kontinuálneho a prerušovaného ožarovania 222 nm UVC na inaktiváciu SARS-CoV-2 sa experimentovalo s 5 minútami nepretržitého a prerušovaného ožarovania pre 0,1, 0,05, 0,013 a 0,003 mW/cm² 222 nm UVC. Care222™ bol umiestnený 24 cm nad povrch dosiek s radiáciou na povrchu do 0,1 mW / cm², meranú pomocou UV metra S-172 / UIT250 (Ushio Inc., Tokio, Japonsko). Na uskutočnenie týchto experimentov v skrini na biologickú bezpečnosť bolo ožarovacie okno pokryté teflónovým krytom, aby sa znížilo ožarovanie. Vzdialenosť sa upravila na 0,05, 0,013 a 0,003 mW/cm. Na 5 minút prerušovaného ožarovania bolo na základe predbežných experimentov zvolené zloženie cyklov ožarovania - vypínania (ožarovanie 10 s nasledované intervalom 380 s). V predbežných pokusoch sa testovali časy 10, 30 a 60 s a ich inaktivačný účinok na SARS-CoV-2 bol takmer rovnaký. Preto bola zvolená doba 10 s ako čas na vyhodnotenie inaktivačného účinku prerušovaného ožarovania s väčším počtom cyklov zapnutia a vypnutia, pretože čas vypnutia neovplyvňuje inaktiváciu, bolo pre pohodlie experimentu ako čas vypnutia vybraných 380 s.

Na vyhodnotenie fluenčnej odpovede SARS-CoV-2 na 222 nm UVC ožarovanie sa vyhodnotili účinky 0,1, 0,013 a 0,003 mW/cm² 222 nm UVC žiarenia na kontamináciu SARS-CoV-2 podľa časov popísaných v tabuľke 13: UV vplyvy 1, 2 a 3 mJ/cm² pri každom ožarení. Pre každý experiment sa kontrolná doštička uchovávala pri izbovej teplote až do konca vystavenia UV žiareniu. Všetky experimenty sa uskutočňovali vo viditeľnom svetle. Všetky experimentálne výsledky boli hlásené ako priemerné hodnoty v troch replikátoch.

Tabuľka č. 13 Čas ožarovania na vyhodnotenie závislosti od ožiarovania 222 nm UVC ožarovaním na deaktiváciu SARS-CoV-2.

Irradiance (mW/cm ²)	Fluence (mJ/cm ²)		
	1	2	3
0.1	10 s	20 s	30 s
0.013	77 s	154 s	231 s
0.003	334 s	667 s	1000 s

Obr. č. 58 a tabuľka 14 ukazujú porovnanie výsledkov testu TCID50 kontinuálneho a prerušovaného ožarovania 222 nm UV svetlom na SARS-CoV-2 po dobu 5 minút. Pri každom ožarení sa nepozoroval žiadny významný rozdiel v znížení logaritmu SARS-CoV-2. Obr. č.59 a tabuľka 15 zobrazuje výsledky testu TCID50 na hodnotenie účinku ožarovania UVC 222 nm na SARS-CoV-2 pre hodnoty ožiarovania 1, 2 a 3 mJ/cm² pri rôznych intenzitách. Pri každom UV žarení nebol významný rozdiel v logaritmickom znížení SARS-CoV-2 medzi tromi rôznymi úrovňami ožiarovania (0,1 oproti 0,013, 0,1 oproti 0,003 a 0,013 oproti 0,003 mW/cm²) (tabuľka 16)



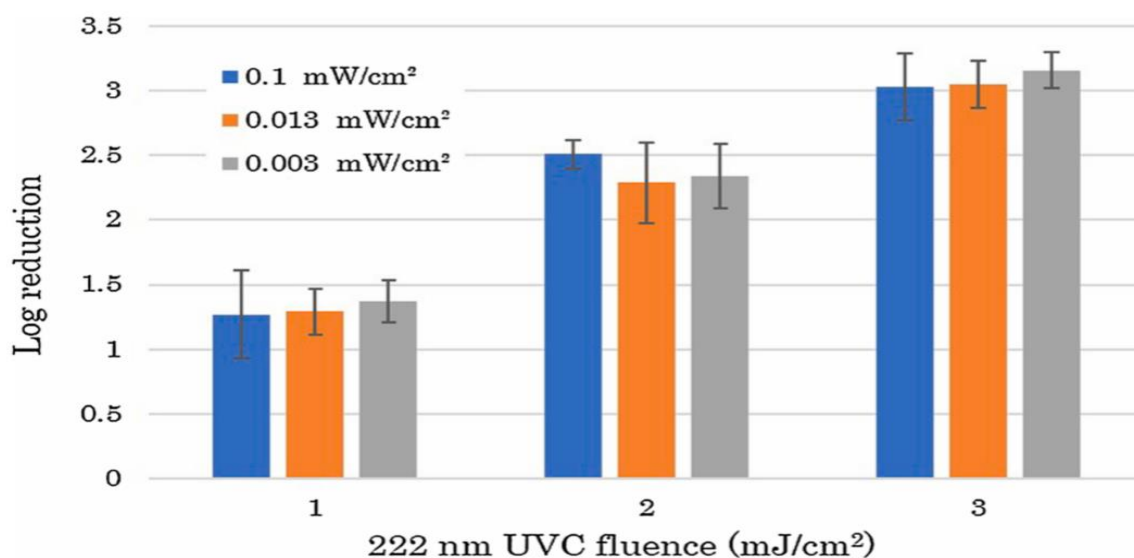
Obr. č. 58 Porovnanie nepretržitého a prerušovaného ožarovania 222 nm UVC svetlom na SARS-CoV-2 po dobu 5 minút

Titre SARS-CoV-2 v ošetrujúcich doštičkách boli na základe testu TCID₅₀ nedetegovateľné.

Tabuľka č. 14 Podrobné porovnanie kontinuálneho a prerušovaného ožarovania 222 nm UVC svetlom na SARS-CoV-2 po dobu 5 minút.

Irradiance (mW/cm ²)	Fluence (mJ/cm ²)	Log reduction				Mean difference (95 % CI)	P-value
		Continuous irradiation		Intermittent irradiation			
		Mean (SD)	95 % CI	Mean (SD)	95 % CI		
0.1	30	>4.65 (0.36) *	N/A	>4.40 (0.30) *	N/A	N/A	N/A
0.05	15	>4.40 (0.30) *	N/A	>4.36 (0.33) *	N/A	N/A	N/A
0.013	3.9	3.37 (0.13)	3.11–3.63	3.11 (0.19)	2.84–3.37	0.26 (-0.62–0.11)	0.119
0.003	0.9	1.33 (0.15)	1.09–1.57	1.23 (0.14)	0.99–1.46	0.10 (-0.43–0.23)	0.441

SD, standard deviation; CI, confidence interval; N/A, not available.



Obr. č. 59 Stanovenie TCID₅₀ na hodnotenie účinku ožarovania UVC 222 nm na SARS-CoV-2 pre 1, 2 a 3 mJ/cm² pri rôznych ožiareníach

Tabuľka č. 15 Podrobné údaje testu TCID50 na hodnotenie účinku 222 nm UVC ožarovania na SARS-CoV-2 pre 1, 2 a 3 mJ/cm² pri rôznych ožiareníach.

Irradiance (mW/cm ²)	Fluence (mJ/cm ²)					
	1		2		3	
	Mean (SD)	95 % CI	Mean (SD)	95 % CI	Mean (SD)	95 % CI
0.1	1.27 (0.34)	0.43–2.12	2.51 (0.11)	2.22–2.80	3.03 (0.26)	2.40–3.67
0.013	1.29 (0.18)	0.82–1.76	2.29 (0.31)	1.51–3.08	3.05 (0.18)	2.60–3.50
0.003	1.37 (0.16)	0.98–1.77	2.34 (0.25)	1.71–2.97	3.16 (0.14)	2.81–3.52

SD, standard deviation; CI, confidence interval.

Tabuľka č. 16 Výsledky štatistickej analýzy troch rôznych úrovní ožarovania každého fluóru UVC.

	Fluence (mJ/cm ²)					
	1		2		3	
	Mean difference (95 % CI)	P-value	Mean difference (95 % CI)	P-value	Mean difference (95 % CI)	P-value
0.1 vs. 0.013	0.017 (-0.61–0.64)	0.94	0.19 (-0.75–0.32)	0.33	0.18 (-0.48–0.51)	0.93
0.1 vs. 0.003	0.22 (-0.50–0.70)	0.67	0.16 (-0.61–0.27)	0.36	0.17 (-0.34–0.61)	0.48
0.013 vs. 0.003	0.14 (-0.31–0.48)	0.59	0.05 (-0.60–0.70)	0.84	0.12 (-0.25–0.49)	0.43

% CI, 95 % confidence interval.

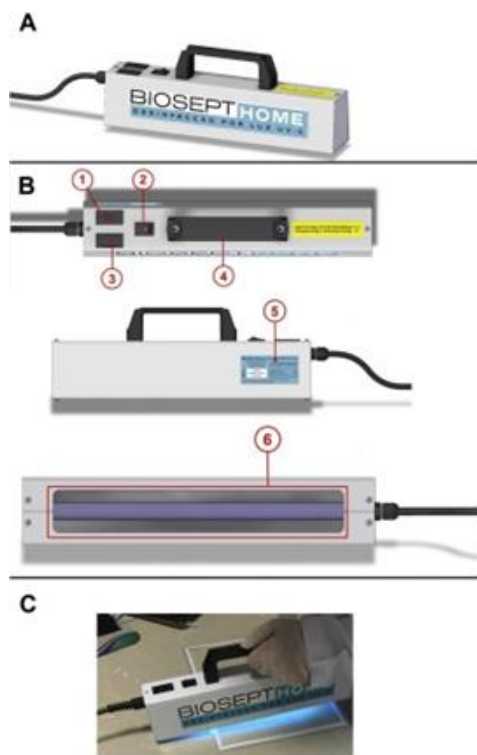
Výsledky tejto štúdie naznačujú, že prerušované ožarovanie s nízkym ožarením 222 nm UVC a kontinuálne ožarovanie s vysokým ožarením 222 nm UV môže inaktivovať SARS-CoV-2, keď je celková fluencia UV rovnaká. Na záver bolo demonštrované, že nebol žiadny významný rozdiel v inaktivačnom účinku kontinuálneho a prerušovaného ožarovania 222 nm UVC na SARS-CoV-2. Okrem toho 222 nm UVC inaktivuje SARS-CoV-2 spôsobom závislým od fluencie. Účinnosť ožarovania UVC 222 nm pri znižovaní kontaminácie SARS-CoV-2 je potrebné ďalej hodnotiť v skutočnom prostredí.

4.2.4 Vyhodnotenie prenosného ultrafialového zariadenia C (UV-C) na dekontamináciu povrchu nemocnice

Povrchová dekontaminácia nemocničného prostredia je nevyhnutná na zaistenie bezpečnosti zdravotníckych pracovníkov a pacientov. Cieľom tejto štúdie je teda vyhodnotiť účinnosť prenosného UV-C svetelného zariadenia na životaschopnosť štandardných patogénnych kmeňov a iných mikroorganizmov izolovaných z rôznych povrchov nemocnice verejného zdravotníctva.

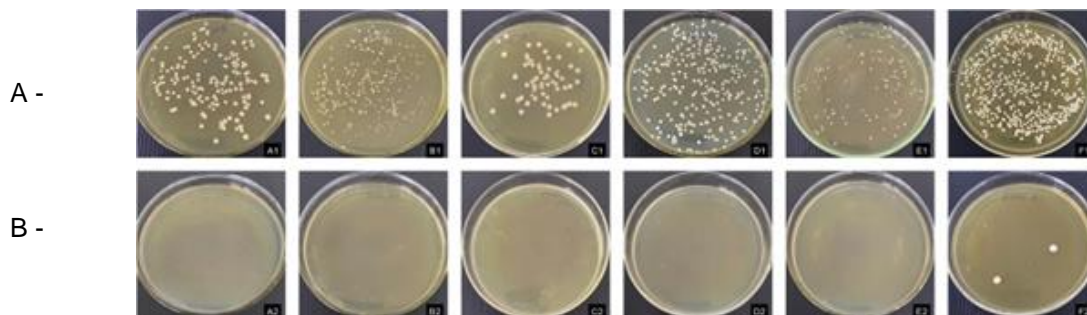
Proces dekontaminácie sa zvyčajne vykonáva prostredníctvom účinných chemikálií. Použitie ultrafialového (UV) žiarenia na dekontamináciu, prvýkrát opísané v roku 1910, sa čoraz viac používa ako účinná alternatívna metóda na inaktiváciu patogénov na nemocničných povrchoch, čím sa zabezpečuje bezpečnosť zdravotníckych pracovníkov. Štruktúra povrchu je ďalším faktorom, ktorý môže ovplyvniť účinnosť procesu dekontaminácie a pre UV-C dekontamináciu sú jednoznačne najideálnejšie tvrdé hladké povrchy. Generačná výroba bioaerozolov a kontaminácia nemocničných povrchov a nástrojov sa pripisuje vysokému podielu infekcie COVID-19 v zdravotníctve. Dezinfekčný potenciál UV-C na nemocničných povrchoch má niekoľko výhod, vrátane účinnej sterilizácie bioaerozolov, zariadenia na použitie, skrátenia času expozície a manipulácie s užívateľmi. Inaktivácia vírusu a široká škála mikroorganizmov, vrátane baktérií a húb, je účinnou alternatívou, ktorá sa má aplikovať v bežných dekontaminačných protokoloch na nemocničných a klinických povrchoch.

Biosept Home© má ultrafialovú (UV-C) lampu pre dekontamináciu povrchov vhodnú na mikrobiologickú kontrolu (61-A). Toto UV svetlo vyžaruje UV-C pri 254 nm. Nastavenie lampy použité na vykonanie experimentov bolo 8 W celkového svetelného výkonu, 46,08 cm² použiteľnej plochy a 45,6mW/cm² intenzity žiarenia (61-B). Kompaktný a prenosný dizajn bol vyvinutý pre povrchovú dekontamináciu zdravotníckeho prostredia.



Obr. č. 60 Biosept Home©

- A. Pred dezinfekciou biosept home© UV-C.
- B. Po dezinfekcii biosept home© UV-C.



Obr. č. 61 Účinnok aplikácie Biosept Home© UV-C na mikrobiálny rast

Všetky testy spočívali v ožarení mikroorganizmov šírených v Petriho miskách s kultivačným médiom a kvantifikácii životaschopnej populácie po ožarovaní. Testy boli vykonané v dvoch vyhotoveniach pre každý mikroorganizmus; prvá sa týka kontroly (pred biosept home© UV-C aplikáciou) a druhá sa týka ošetrenia, pri ktorom sa Biosept Home© UV-C aplikoval pomaly v celej oblasti platne počas 20 s vo vzdialenosti 1 cm. Za týchto podmienok bola dávka svetla 0,912 J/cm². Kultúry sa uchovávali v peci pri teplote 37 °C počas 24 hodín a odhadla sa CFU/ml. Experiment sa vykonal trikrát nezávisle od seba a vykonalo sa šesť kvantifikácií pre každý typ mikroorganizmu. Po dekontaminácii bola CFU kvantifikovaná a výsledky sa porovnali s kontrolnou skupinou, ktorá nedostala aplikáciu Biosept Home© UV-C. Rozdiely sa považovali za štatisticky významné pri $p \leq 0,05$. Údaje boli

analyzované pomocou softvéru GraphPad Prism 6.01. Povrchy boli vybrané pre biosept home© UV-C aplikáciu.

Na ošetrovanie bolo vybraných celkovo 8 povrchov nemocnice, napr. kreslo na krvný test, nemocničná kuchyňa, miestnosť na liečbu JIS či pracovný stôl na liečbu moču. Tieto miesta boli vybrané vzhľadom na veľký počet ľudí, ktorí ich denne používajú, čo predstavuje vysoký faktor kontaminácie.

Rovnaké aplikačné protokoly boli použité pre všetky povrchy. Vzorky boli odobraté z povrchu s plochou 260 cm², následne boli rozdelené približne do dvoch častí pomocou sterilných tampónov. Vykonala sa nová zbierka a vzorky boli namontované na inej Petriho miske obsahujúcej Agar BHI bez riedenia. Tento experiment sa uskutočnil v dvoch rôznych oblastiach každého povrchu v troch rôznych dňoch. Kultúry sa uchovávali v peci pri teplote 37 °C počas 48 hodín a potom sa analyzoval rast CFU.

Spočítali sa kolónie ožiarených a neožiarených plakov. Každá ožiarená relácia bola porovnaná so zodpovedajúcou kontrolou, ktorá nebola liečená biosept home© UV-C. Všetky pokusy sa vykonali v troch rôznych dňoch a kvantifikovali sa dvojmo, čo viedlo k šiestim kvantifikáciám na skupinu. Rozdiely sa považovali za štatisticky významné pri $p \leq 0,05$. Údaje boli analyzované pomocou softvéru GraphPad Prism 6.01

- Účinky biosept home© UV-C na štandardné referenčné mikroorganizmy.

Po dekontaminácii UV-C svetlom sa kolónie všetkých baktérií znížili na 0, čo preukázalo dezinfekčný účinok na tieto mikroorganizmy.

- Účinok Biosept Home© UV-C na nemocničných povrchoch

Ako je uvedené v tabuľke 17, Biosept Home© UV- C významne znížil počet mikrobiálnych kolónií ($p \leq 0,05$) na všetkých nemocničných povrchoch. Najviac kontaminované povrchy pred aplikáciou Biosept-Home© UV-C boli nemocničná kuchyňa a pracovný stôl JIS.

Povrch	Pred biosept domácou UV-C dekontamináciou			Po biosept domácej UV-C dekontaminácii			
	znamenat'	Medián	najnižšia najvyššia	znamenat'	Medián	najnižšia najvyššia	S.
Stolička na odber krvi (1)	44,40	30	11–73	3,8	3	0–6	0,037
Ordinácia lekára (dospelá osoba) (2)	65,25	49	36–91	2,6	1	0–8	0,006
Ordinácia lekára (dieťa) (3)	16	18	11–19 rokov	3	3	2–4 (2–4)	0,022
Nemocničná kuchyňa (4)	192	168	81–300 rokov	16,67	8,5	0–50	0,002
ICU záves na posteľ (5)	36	33	12–66 rokov	0,25	0	0–1 (0–1)	0,049
ICU medikačná izba (6)	53	50	6–99	0,4	0	0–2	0,046
Pracovný stôl ICU (7)	177	168	34–275 rokov	1,75	2	0–3	0,042
Pracovný stôl na analýzu moču (8)	65,75	80	6–97	0,5	0	0–2	0,049

Výsledky tejto štúdie preukázali, že Biosept Home© UV-C je účinný pri znižovaní mikroorganizmov v zdravotníckom prostredí. V súčasnom svetovom scenári pandémie COVID-19 sú zdravotnícki pracovníci vo vysokom riziku krížovej infekcie vírusom SARS-COV-2, najmä personál zubnej ambulancie, z dôvodu ich blízkosti úst a dýchacích ciest pacientov počas procedúr. Alternatívou môže byť dekontaminácia rôznych povrchov nemocníc a zubných ambulancií UV-C svetlom. Dekontaminácia povrchov biosept home© UV-C má výhodu, pretože je to prenosné zariadenie; čas expozície potrebný na dekontamináciu je krátky; UV-C svetlo nezanecháva žiadne zvyšky v životnom prostredí a zároveň je to krok vpred v porovnaní s chemikáliami s vysokou toxicitou pre ľudí a životné prostredie. Je dôležité poznamenať, že vystavenie UV-C žiareniu predstavuje riziko pre ľudské zdravie, najmä pre pokožku a oči.

Aplikácia UV-C svetla počas 20 s pomocou Biosept Home© UV-C bola účinná pri *znižovaní rastu mikroorganizmov* zapojených do infekcií spojených so zdravím. Toto zariadenie tiež dosiahlo vysoké zníženie mikrobiálnej záťaže na nemocničných povrchoch. Celkovo je Biosept Home© UV-C sľubnou alternatívou implementácie dezinfekčných protokolov v nemocniciach a tiež na klinikách (lekárske, zubné či estetické), čím by sa znížilo riziko prenosu infekcie.

4.3 Autonómne roboty pomáhajú zabíjať koronavírusy v nemocniciach.

Roboty môžu účinne dezinfikovať nemocnice pomocou UV svetla a spomaliť koronavírusové infekcie. Najrizikovejšie miesta, ktorým sa momentálne treba vyhnúť sú nemocnice, pretože tam chodia všetci skutočne chorí ľudia. Ale pre zdravotníckych pracovníkov a samotných chorých ľudí neexistuje iná možnosť. Aby sa zabránilo šíreniu koronavírusu v nemocniciach, je nesmierne dôležité udržiavať povrchy dezinfikované, a to je ideálna úloha pre autonómnych robotov.



Obr. č. 62 UVD robot

UVD Robots je dánska spoločnosť vyrábajúca roboty, ktoré sú schopné dezinfikovať izby pacientov a operačné sály v nemocniciach. Sú schopné dezinfikovať takmer všetko, na čo ich nasmerujete - každý robot má mobilné pole výkonných ultrafialových svetiel s krátkou vlnovou dĺžkou C (UVC), ktoré vyžarujú dostatok energie na to, aby doslova skartovali DNA alebo RNA akýchkoľvek mikroorganizmov. UV lampy sú umiestnené na vozíku, ktorý môže človek premiestňovať z miesta na miesto a dezinfikovať určité oblasti. Pre veľké prostredia, ako je nemocnica s desiatkami miestností, môže byť manuálne prevádzkovanie UV systémov nákladné a so zmiešanými výsledkami, pretože ľudia sa môžu niektorým oblastiam nechcane vyhnúť alebo ich nevystavia dostatočne dlho dezinfekčnému účinku žiarenia. UVD Robots strávili štyri roky vývojom robotického UV dezinfekčného systému, ktorý začali predávať v roku 2018. Robot sa skladá z mobilnej základne vybavenej viacerými senzormi a UV žiarovkami. Ak chcete robota využiť, tak pri jeho prvom použití s ním musíte jazdiť pomocou počítača. Robot pri tejto činnosti skenuje prostredie pomocou svojich senzorov a vytvára digitálnu mapu. Potom anotujete mapu označujúcu všetky miestnosti a body, v ktorých by sa mal robot zastaviť pri vykonávaní dezinfekčných úloh. Následne sa robot pri navigácii spolieha na simultánnu lokalizáciu a mapovanie (SLAM) a pracuje úplne sám. Cestuje z nabíjacej stanice, cez chodby, v prípade potreby hore a dole výťahmi a pred návratom na nabíjanie vykoná dezinfekciu bez ľudského zásahu. Kvôli bezpečnosti robot pracuje vtedy, keď sa nenachádzajú ľudia v okolí. Pomocou senzorov deteguje pohyb a vypína UV

svetlá, ak do oblasti vnikne osoba. Dezinfekcia miestnosti trvá 10 až 15 minút, pričom robot strávi 1 alebo 2 minúty v piatich alebo šiestich rôznych pozíciách po miestnosti, aby maximalizoval počet povrchov, ktoré dezinfikuje. UV pole robota emituje 20 joulov na meter štvorcový za sekundu (vo vzdialenosti 1 metra) na 254 nanometrov, čo za pár minút úplne zničí 99,99 percent mikróbov. Proces je konzistentnejší ako v prípade procesu čistenia človekom. Roboty boli pôvodne vyvinuté na riešenie infekcií v nemocniciach, ktoré sú globálnym problémom. Podľa spoločnosti Nielsen získa 5 až 10 percent nemocničných pacientov na celom svete novú infekciu, keď sú v nemocnici, a každoročne na tieto infekcie zomrú desaťtisíce ľudí. Cieľom robotov UVD bolo v prvom rade pomôcť nemocniciam predchádzať týmto infekciám, ale postupom času sa ukazuje, že by mohli byť užitočné aj v iných priestoroch ako sú školy, rôzne pracoviská i relatívne štruktúrované priestory.

4.3.1 Aitheon

Aitheon Yezhik UVD sa používa ako súčasť bežného čistiaceho cyklu, ktorý zabraňuje a obmedzuje šírenie infekčných chorôb, baktérií, vírusov a iných druhov škodlivých organických mikroorganizmov rozkladom ich štruktúry DNA.

Roboty majú po obvode zabudované senzory, ktoré analyzujú svoje okolie a umožňujú robotom vyhnúť sa prekážkam a v prípade potreby zmeniť trasu bez prerušenia úloh robota.

Jednou z charakteristických vlastností robotov Aitheon je ich jedinečná modulárna konštrukcia umožňujúca používateľom nastaviť robota na rôzne účely jednoduchou výmenou vymeniteľného príslušenstva: nástavec na dezinfekciu sprejom, ktorý dezinfikuje úpravou parami peroxidom vodíka.



Obr. č. 63 Yezhik UVD

4.3.2 Dimer UVC Innovation

UVHammer vyvinul zariadenie zamerané na znižovanie infekcií u pacientov elimináciou patogénov na operačných sálach, zotavovacích sálach a nemocničných izbách.

Tradičné vertikálne vzory UVC nie sú dobre vybavené na dezinfekciu vodorovných povrchov. UVHammer bol navrhnutý na boj proti tejto kritickej otázke, ktorá bráni súčasným riešeniam UVC. Patentovaná technológia žiarovky s variabilným uhlom umožňuje UVHammeru dezinfikovať vysoko dotykové povrchy v akejkolvek orientácii alebo polohe pomocou vysokých dávok UVC svetla zabíjajúcich mikroorganizmy.



Obr. č. 64 UVHammer

4.3.3 Sherpa Mobile Robotics

Spoločnosť Sherpa Mobile Robotics (SMR), spoločnosť v inováčnej divízii spoločnosti NORCAN, uzavrela partnerstvo so spoločnosťou Devea s cieľom vyvinúť mobilný autonómny robotický dezinfekčný systém. Systém Devea, známy ako Phileas, rozprašuje dezinfekčný prostriedok pomocou svojej technológie odstreďovania v dokonale kalibrovaných mikrokvapôčkach s veľkosťou 5 až 10 μm . Robot je vybavený rozprašovacím zariadením, ktoré generuje suchú hmlu v rozprašovaní, ktorá sa dostane na všetky typy povrchov - dokonca aj na vnútorné povrchy zásuviek.

Pretože je to suchý virucid, nezanecháva žiadne zvyšky a nepredstavuje žiadne riziko korózie alebo poškodenia povrchov a zariadení.

Zariadenie na povrchovú dezinfekciu vyhovuje norme NFT 27-281. Virucid na báze peroxidu vodíka získal schválenie trhu, čo zaručuje účinnosť systému pre 99,99 percent vírusov.



Obr. č. 65 SHERPA-B

4.3.4 Metralabs GmbH

STERYBOT používa UV dezinfekčné žiarovky s koncentrovaným germicídny UV-C svetlom. Ultrafialové germicídne ožarovanie (UVGI) eliminuje až 99,99 % všetkých vírusov a baktérií - citlivé povrchy a lekárske vybavenie zostávajú nedotknuté. Robot je prevádzkovaný úplne autonómne v nemocniciach a lekárskech centrách.

Integrovaný funkčný bezpečnostný a navigačný softvér zaisťuje spoľahlivú lokalizáciu a vyhýbanie sa ľuďom a prekážkam. Kryt z nehrdzavejúcej ocele s antimikrobiálnym povlakom zabraňuje prenosu choroboplodných zárodkov samotným robotom.

Inštaláciu robota môže vykonať aj sám používateľ. Jednoducho použijete telefón na konfiguráciu dezinfekčných oblastí a prevádzkových časov. Po dokončení práce sa STERYBOT vráti do svojej nabíjacej stanice a po 2-3 hodinách je pripravený na ďalšie spustenie.



Obr. č. 66 STERYBOT

4.3.5 University of Illinois Urbana-Champaign

V rámci interdisciplinárnej spolupráce vyvinuli vedci z The Grainger College of Engineering na University of Illinois Urbana-Champaign Health Care Engineering Systems Center UVBot robota, ktorého je možné zostaviť z ľahko prístupných objektov a naprogramovať na čistenie priestorov pomocou UV svetla.

UVBot je vyrobený z robota Roomba, UV lampy a 3D tlačenej časti. Robot môže autonómne naplánovať svoju cestu alebo ho možno ovládať na diaľku pomocou smartfónu. Môže byť ovládaný mobilnou aplikáciou cez Wi-Fi alebo Bluetooth a naprogramovaný môže byť tak, aby autonómne čistil mnoho rôznych typov priestorov. Má dokonca schopnosť zaznamenávať a vytvárať knižnicu miestností.



Obr. č. 67 UVB

4.3.6 Fraunhofer IPA

Fraunhoferov inštitút pre výrobné inžinierstvo a automatizáciu IPA vyvinul „DeKonBot“, Obr. č. 68, prototyp mobilného čistiaceho a dezinfekčného robota, v krátkom čase. Jedná sa o riešenie automatizácie, ktoré nezávisle čistí a dezinfikuje potenciálne kontaminované oblasti, ako sú kľučky dverí, spínače svetiel alebo tlačidlá výťahov.

Aby mohol program DeKonBot úspešne fungovať, je najskôr zaškolený v novom operačnom prostredí pomocou tabletu, ktorý je možné ovládať bez odborných znalostí robotiky. 3D senzor rozpozná objekty, ktoré sa majú čistiť, a ich polohu v miestnosti lepšie ako iné senzory dostupné na trhu, aj keď majú tieto predmety kovový reflexný povrch.



Obr. č. 68 DeKonBot

4.4 Air Cleaner – profesionálna sterilizácia vzduchu

Zariadenie za pomoci ventilátora nasáva vzduch z okolia do špeciálnej komory vybavenej UV-C germicídnym zdrojom svetla. UV-C žiarenie potom ožaruje vírusy, baktérie a plesne v prúdiacom vzduchu, čím sú úplne zničené. Použitie germicídnej výbojky patrí medzi najúčinnnejšie metódy dezinfekcie. Tieto zariadenia emitujú žiarenie UV-C s dĺžkou vlny 253,7 nm, ktoré má najsilnejšie degradačné vlastnosti pre baktérie, vírusy, plesne a iné rôzne mikroorganizmy. Kvôli veľkej účinnosti germicídnej výbojky sú potrebné všade tam, kde je kladená vysoká požiadavka na mikrobiologickú čistotu.



Obr. č. 69 Air Cleaner profiSTERIL 300

Tabuľka č. 18 Parametre zariadenia AirCleaner profiSTERIL 300

Podlahová výmera	180 m ²
Prietok vzduchu	cca 50 m ³ / hod
Výkon UV-C	200-280 nm, 16 W
Príkion zdroja UV-C	4 x 16 W
Životnosť UV-C zdroja	8 000 hod
Hlučnosť ventilátorov	37 dBA
Napájacie napätie	230 V / 50 Hz
Spotreba	52 W
Pracovná teplota	+10°C - +35°C
Pracovná vlhkosť	< 80 %
Skladovacia teplota	0°C - +45°C
IP krytie	IP20
Povrchová úprava	práškové lakovanie RAL9003
Rozmery (D x Š x V):	75 x 20 x 9 cm
Hmotnosť	5,7 kg

Air Cleaner profiSteril:

- ničí vírusy vo vzduchu, baktérie, plesne a pele
- účinnejší ako Ionizer, ktorý neodstraňuje patogény
- bezúdržbová prevádzka, jednoduché pripojenie do 230V zásuvky
- možnosť uchytenia na stenu, nábytok, stojan či zavesenia na strop

Air Cleaner profiSteril je určený na likvidovanie mikróbov, baktérií a vírusov vo vzduchu. Teda všade, kde je potreba rýchla a efektívna dezinfekcia vzduchu, ale aj v prostredí, kde sa pracuje s biologickými materiálmi (farmácie, laboratória, veterinárne zariadenia, chemický a potravinársky priemysel).

UV-C žiarenie má silný germicídny a embryocídny účinok. Môže spôsobiť pálenie kože a zápal spojiviek.

UV-C žiarenie môže byť produkované v germicídnych lampách prechodom elektrického oblúka nízkotlakovou ortuťovou parou. Žiarenie s vlnovou dĺžkou pod 200 nm vytvára ozón vo vzduchu. To je škodlivý jav. Aby sa tomuto škodlivému účinku zabránilo, sú germicídne lampy certifikácie TÜV používané v daných zariadeniach uzavreté v obálke vyrobenej zo špeciálneho kremičitého skla, ktoré má vysoký koeficient priepustnosti pre germicídne žiarenia. Rovnako absorbuje nežiadúce UV žiarenie s vlnovou dĺžkou pod 200 nm.

4.5 Generátor Ozónu

Generátor ozónu **Airthereal MA 5000** využíva vysoko oxidačné a dezinfekčné vlastnosti ozónu, ktoré sa využívajú po celom svete k boju proti baktériám, vírusom a ďalším mikroorganizmom. Ozónový generátor sa používa pre údržbu klimatizačných zariadení, dezinfekciu automobilov, autobusov, kancelárií, ordinácií a obytných miestností. Generátor ozónu Airthereal MA 5000 je vhodný aj pre priemyselné použitie. K výrobe ozónu dochádza pomocou korona výbojov premenou molekúl kyslíka O₂ na nestabilné molekuly ozónu O₃.



Obr. č. 70 Airthereal MA 5000

Tabuľka č. 19 Parametre zariadenia Airthereal MA 5000

Napájacie napätie	230 VAC
Spotreba energie	50 W
Spôsob výroby ozónu	Koronový výboj
Napájací plyn	Okolité vzduch
Rozmer krabice	17,3 x 18,8 x 17,3
Hmotnosť	1,6 kg
Púzdro	kovové
Použitie	Ordinácie, hotelové izby, automobily
Pracovné režimy	Mechanické nastavenie v rozmedzí 1 – 120 min
Pracovné prostredie	vzduch
Výnos ozónu	5000 mg/h
Certifikácia	CE
Doba životnosti	~ 5000 h

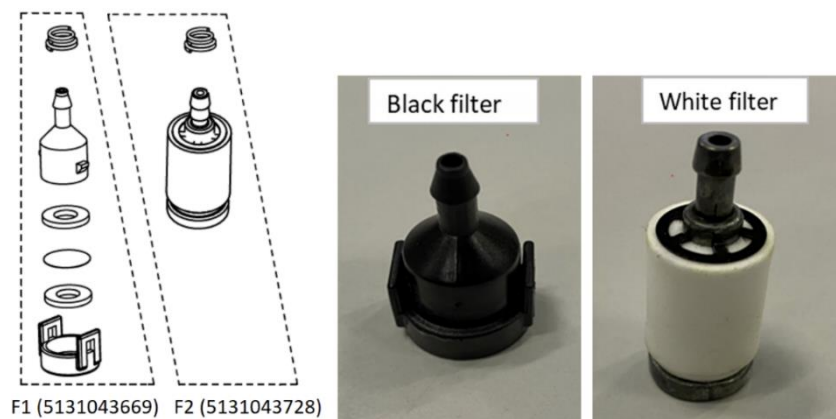
4.6 Analýza možnosti dezinfekcie povrchov pomocou prenosných hmlovín v ére epidémie SARS-CoV-2

Vážnym problémom, ktorý sa objavil v súvislosti s prebiehajúcou epidémiou vírusu SARS-CoV-2, je aspekt povrchovej dekontaminácie. Ako jeden z najefektívnejších prostriedkov na boj proti šíreniu koronavírusu (SARS-CoV-2) sa odporúča práve povrchová dezinfekcia. Dezinfekcia povrchu je obzvlášť dôležitá, pretože tento vírus môže prežiť na miestach, ako sú dverové kľučky, stôl alebo lavice na autobusovej zastávke, od 2 hodín do 9 dní. Ide o priemerné hodnoty, ktoré ovplyvňujú mnohé vonkajšie faktory, vrátane teploty alebo vlhkosti vzduchu. Dezinfekcia však súvisí s problémami, ako je napr. vystavenie chemikáliám. Existuje niekoľko spôsobov dezinfekcie miestností a plochých povrchov: fyzikálny, chemický a tepelno-chemický. Fyzickú dezinfekciu povrchov je možné vykonať pomocou pary pri teplote 100 - 105 °C za zníženého tlaku alebo pomocou UV lúčov s vlnovou dĺžkou 256 nm. Pri chemickej dezinfekcii sa používajú kvartérne amónne soli, etylalkohol a mnoho iných. Chemická dezinfekcia však nezničí všetky mikróby. Tepelno-chemická metóda kombinuje chemickú metódu s pôsobením vysokej teploty. Najpopulárnejší typ dezinfekcie je založený na použití biocídov a obvykle ide o prípravky na báze alkoholu, ktoré vykazujú najväčšiu účinnosť pri jeho obsahu 60 %-90 % vo vodnom roztoku. Účinnosť dezinfekčného prostriedku závisí od jeho štruktúry. Pórovité materiály, ako je napr. drevo, majú veľkú tendenciu absorbovať dezinfekčný prostriedok, čo môže viesť k neúplnému pokrytiu povrchu, a tým aj k nedostatočnej dezinfekcii. V prípade polymérov, ktoré vykazujú nízku povrchovú energiu, je ťažké rovnomerne distribuovať kvapôčky dezinfekčného prostriedku, čo môže taktiež viesť k nedostatočnej dezinfekcii. V miestnostiach, ktoré majú navyše antibakteriálne povrchy, treba brať do úvahy, že tieto povrchy často pozostávajú z tzv. oligodynamických kovov. Takéto materiály majú schopnosť samočinnej dezinfekcie, ktorá je dôsledkom emisie katétrov z ich povrchov. Použitie dezinfekčných prostriedkov v nadmernom množstve a nevhodným spôsobom môže mať nepriaznivé účinky, a to priamo na ľudské zdravie a na riziká pre životné prostredie. Preto je potrebné neustále hľadať optimálne dezinfekčné zloženie, ktoré by umožnilo ekologické nakladanie s vytvorenými odpadmi a použitie primeraného množstva prípravku vo vhodnej a účinnej forme. Objemové a číselné rozdelenie priemerov kvapiek a hodnoty vybraných náhradných priemerov pre hmlovinu by sa určili v závislosti od použitého filtra a vzdialenosti od výstupu zariadenia.



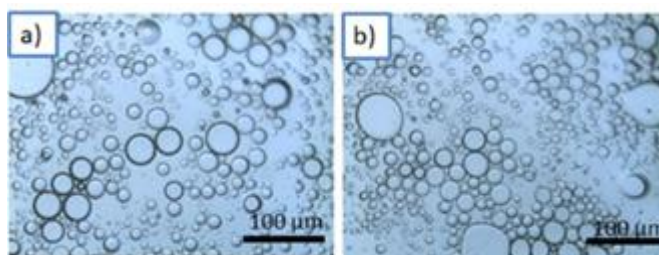
Obr. č. 71 Hmlové svetlo RY18FGA-0

Merania sa uskutočňovali na špeciálne pripravenom testovacom stanovišti, ktorého hlavným prvkom je optická jednotka - analyzátor veľkosti kvapiek Spraytec. Pri príprave analyzátor veľkosti častíc Spraytec bola pre merania vybraná 300 mm šošovka, ktorá je vhodná na použitie s aerosólmi s priermi v rozmedzí 0,5–600 μm . Bol zvolený kontinuálny režim merania s frekvenciou zberu dát 1 Hz. Trvanie merania bolo definované ako 60 sekúnd. Merania sa opakovali 10-krát. Pričom sa uskutočňovali v 3 rôznych vzdialenostiach medzi výstupom testovaného zariadenia a laserovým lúčom, a to konkrétne 10 cm, 20 cm a 100 cm. Počas testov boli použité dva filtre znázornené na Obr. č. 72. Plastový (F1; čierny filter; číslo dielu 5131043669; materiály: PC + PBT, FKM F170B, nehrdzavejúca oceľ) a keramický (F2; biely filter; číslo dielu 5131043728; materiály: sintrovaný porézny, zliatina zinku, uhlíková pružinová oceľ). Filter bol umiestnený v nádrži na kvapalinu.



Obr. č. 72 Použité filtre

Rozprašovacím médiom bola destilovaná voda. Na meranie poklesu tlaku sa filter ponoril do vodnej nádrže do hĺbky 10 cm. V prípade keramického filtra boli získané hodnoty poklesu tlaku prakticky dvakrát vyššie ako hodnoty plastového filtra. Z toho vyplýva, že čím menej kvapaliny je v pomere k objemovému prietoku rozprašovacieho plynu, tým vyššia je kinetická energia plynu na jednotku objemu striekanej kvapaliny. To má za následok lepšie rozdelenie lúča kvapaliny na kvapôčky, čo priamo ovplyvňuje zmenšenie veľkosti produkovaných kvapôčok. Na základe meraní je možné určiť, že všetky zaznamenané kvapky mali priemer menší ako 150 μm . Podstatný číselný podiel mal kvapôčky s priemerom menším ako 10 μm . Podľa číselného rozdelenia je zrejmé, že asi 90 % tvoria kvapky s priemerom 2–10 μm . Na stanovenie veľkosti vytvorených kvapôčok sa tiež uskutočňovali merania pomocou mikroskopickej metódy. Metóda spočíva v zachytení kvapôčok umiestnením sklenenej platne pokrytej animačnou kvapalinou do cesty prúdu kvapaliny. Potom bola platňa umiestnená pod mikroskop Nikon Eclipse 50i vybavený kamerou OptaTech a bola urobená séria fotografií pomocou programu MultiScanBase od spoločnosti Computer Scanning Systems II. Obr. č. 73 zobrazuje vzorové fotografie z analýzy získanej pri rozprašovaní kvapaliny vo vzdialenosti 1 m od meracieho bodu pre filtre F1 a F2. Výsledný atomizačný efekt je podobný. Pričom a) je pri použití plastového filtra a b) keramického.



Obr. č. 73 Vzorové fotografie z analýzy získanej pri rozprašovaní kvapaliny vo vzdialenosti 1 m od meracieho bodu pre filtre F1 a F2

Tabuľka 20 a Tabuľka 21 sumarizujú hodnoty porovnávaných charakteristických veľkostí pre čiernobiele filtre v závislosti od vzdialenosti od meracieho lúča, v ktorom tekutina bola nastriekaná. Je preukázané, že prenosný hmlový prístroj RY18FGA-0 umožňuje nepretržité postrekovanie s dosahom až 4,5 m.

Tabuľka č. 20 Výsledky získané pri meraniach pre plastový filter F1

Parameter	x = 0.2 m	x = 0.5 m	x = 1 m
$D_p(10)$ (µm)	14.2 ± 0.4	18.0 ± 0.4	19.3 ± 0.5
$D_n(10)$ (µm)	2.30 ± 0.04	2.61 ± 0.04	2.93 ± 0.04
$D_p(50)$ (µm)	40.6 ± 0.5	48.6 ± 0.6	50.2 ± 0.7
$D_n(50)$ (µm)	3.35 ± 0.04	3.82 ± 0.03	4.37 ± 0.04
$D_p(90)$ (µm)	93.6 ± 0.9	102.4 ± 0.9	103.6 ± 0.8
$D_n(90)$ (µm)	9.8 ± 0.2	11.3 ± 0.2	14.6 ± 0.3
D_{32} (µm)	29.1 ± 0.3	35.1 ± 0.4	36.7 ± 0.5
%N < 50 µm (%)	99.79	99.56	99.39

Tabuľka č. 21 Výsledky získané pri meraniach pre keramický filter F2.

Parameter	x = 0.2 m	x = 0.5 m	x = 1 m
$D_p(10)$ (µm)	15.1 ± 0.4	16.3 ± 0.4	15.7 ± 0.4
$D_n(10)$ (µm)	2.26 ± 0.03	2.41 ± 0.03	2.63 ± 0.03
$D_p(50)$ (µm)	41.7 ± 0.6	45.6 ± 0.5	44.7 ± 0.7
$D_n(50)$ (µm)	3.30 ± 0.05	3.58 ± 0.07	4.11 ± 0.06
$D_p(90)$ (µm)	94.5 ± 1.1	99.9 ± 0.9	99.2 ± 1.2
$D_n(90)$ (µm)	9.4 ± 0.6	10.9 ± 0.6	11.5 ± 0.4
D_{32} (µm)	30.5 ± 0.6	32.7 ± 0.5	31.8 ± 0.6
%N < 50 µm (%)	99.79	99.67	99.72

V tejto práci bol analyzovaný vplyv filtra a vzdialenosti na distribúciu kvapôčok v prúde postreku a priemerný priemer kvapky. Hmlový prístroj RY18FGA-0 sa môže použiť na postrekovanie dezinfekčných prostriedkov, čistiacich prostriedkov, pesticídov, insekticídov, fungicídov atď. Hlavnou úlohou filtra je filtrovať kvapalinu privádzanú do atomizačného systému. Pre plastový filter boli v porovnaní s keramickým filtrom dosiahnuté menšie hodnoty stredných priemerov kvapiek vo vzdialenosti 0,2 m. Keď sa však kvapalina nastriekala zo vzdialenosti 0,5 a 1 m, dosiahli sa pre keramický filter menšie stredné priemery. Napr. Sauterov stredný priemer sa vo vzdialenosti 1 m rovnal 36,7 µm pre plastový filter a 31,8 µm pre keramický filter. Pokiaľ ide o opatrenia zamerané na COVID-19, lepším riešením je použiť keramický filter, ktorý generuje menšie kvapôčky ako plastový filter.

4.6.1 Dezinfekcia „suchou hmlou“

Tento typ dezinfekcie prebieha bez zmáčania povrchov a umožňuje celoplošne dezinfikovať všetky povrchy a predmety aj vo veľmi špecifických priestoroch bez nutnosti vypratávania. Bezdotyková dezinfekcia - bez oplachovania - bez utierania. Žiadna krížová kontaminácia.

Sanosil® S010:

Sanosil® sú patentom chránené, bezchlórové, dezinfekčné a dezinfekčno-čistiace prostriedky, ktoré sa celosvetovo predávajú už od roku 1982. Jedná sa o ekologický produkt, ktorý nevytvára karcinogénne, mutagénne ani toxické rozpadné zlúčeniny, neohrozuje životné prostredie a hlavne nie je škodlivý pre ľudí a zvieratá. Ide o ekologickú dezinfekciu, ktorá je kombináciou peroxidu vodíka a koloidného striebra. Reakciou sa peroxid vodíka rozloží na vodu a kyslík a koloidné striebro ostáva na povrchu, aby ho dlhodobo chránilo. Sanosil® S010 bezpečne likviduje 99,9999 % baktérií, vírusov a plesní, účinne likviduje COVID-19 a aj iné vírusy. Sanosil® S010 - je zárukou dlhodobého efektu dezinfekcie vďaka prítomnosti stopového množstva častíc koloidného striebra, ktoré ako jediné po aplikácii ostávajú na povrchoch bez ovplyvnenia senzorických vlastností. Tento systém je schválený na kontakt s potravinami bez nutnosti oplachovania a bez neutralizácie.



Obr. č. 74 Sanosil® S010

4.6.2 Mobilná dezinfekčná jednotka Sputnik

Mobilná dezinfekčná jednotka Sputnik je prenosné zariadenie na výrobu aerosólovej hmly na dezinfekciu všetkých priestorov. Automaticky premieňa certifikovaný dezinfekčný prostriedok (odporúčame Sanosil a Dezanol) na ionizované častice pomocou patentovanej trysky a kompresorového vzduchového systému. Aby sa dosiahla perfektná veľkosť kvapôčok, Sputnik je vybavený presným vzduchovým kompresorom a patentovanou tryskou. Funguje na princípe tzv. suchej hmly bez nebezpečenstva zmáčania, skondenzovania na povrchoch, čím sú chránené všetky plochy, predmety, elektronika, dokumenty a nepoškodzuje rastliny ani potraviny. Nezanedáva na nich žiadne usadeniny, takže ich netreba dodatočne umývať, utierať alebo neutralizovať. Ošetrovaná oblasť je zahmlená v priebehu niekoľkých minút. Jemný aerosól sa po rozprášení vznáša v ovzduší. Elektricky nabité ióny celkom vyplnia priestor, pri následnom spáde sa účinné látky dostanú na všetky povrchy (kľučky, stoly, klávesnice a pod.) a vydezinfikujú ich.



Obr. č. 75 Mobilná dezinfekčná jednotka Sputnik

4.6.3 DEZINFEKČNÁ BRÁNA

Do vymedzeného priestoru vstupujú osoby jednotlivo a zotrávajú v bráne 5 sekúnd (avšak dobu je možné zmeniť nastavením časovača). Pri vstupe do priestoru brány bezdotykový senzor automaticky spustí dezinfekčný proces, počas ktorého je za pomoci 8 trysiek aplikovaný dezinfekčný prostriedok na osobu nachádzajúcu sa v priestoroch brány. V priestore brány je k dispozícii integrovaná tryska na dezinfekciu rúk. Dezinfekčná brána negarantuje dokonalú ochranu pred vírusom. Služi výlučne ako spôsob znižovania rizika prenosu infekcie.



Obr. č. 76 Dezinfekčná brána

Technická špecifikácia:

- Materiál vstupného zariadenia, opláštenie: nerezová oceľ
- Rozmer vrátane spodného roštu a schodov (v x š x h): 1580 x 1500 x 1800 mm
- Výška schodu: 100 mm (je možná aj verzia bez bariéry)
- Šírka vstupného otvoru: 800 mm
- Vysokotlakové čerpadlo s prevádzkovým tlakom: 5 bar
- Ovládanie: bezdotykové výškové senzory
- Elektrické napájanie: 220 V
- Trysky: 8 ks + 1ks integrovaná tryska na dezinfekciu rúk
- Zásobník na dezinfekciu: 28l
- Dezinfekčný prostriedok: UNIDEZ
- Spotreba dezinfekcie: 0,11 – 0,14 l/min v závislosti od nastaveného tlaku

- Kapacita: cca 700 osôb/hodina
- Hmotnosť produktu: 180 kg
- Celková hmotnosť dezinfekčnej brány aj s plošinami je 200 kg.

4.6.4 Dezinfekčný tunel *EmiControls*

Umožňuje ľuďom dezinfikovať po celej dĺžke tela. Dezinfekčný prostriedok sa rozpráši na jemnú hmlu vytvorenú z malých kvapiek. Táto jemná hmla sa potom usadí na všetkých povrchoch. Dezinfekčný prostriedok ničí vírusy, baktérie a huby rýchlo a efektívne a je stopercentne neškodný pre ľudí, zvieratá a životné prostredie. Dezinfekčný prostriedok je účinný až 18 hodín po použití.

DEZINFEKČNÁ KVAPALINA

Kvapalina nie je horľavá, toxická a je stabilná pri každej teplote. Teoreticky je možné ju aj vypiť, avšak neodporúča sa to. Používa sa na lekárske účely a účinok je vynikajúci, pokiaľ zostane aktívna na povrchoch.

VÝHODY

- Spoľahlivo ničí vírusy, baktérie a huby vo veľmi krátkom čase
- Doba následného účinku je najmenej 18 hodín
- Je úplne neškodná pre ľudí, zvieratá a životné prostredie

4.7 Zhrnutie

Germicídne ultrafialové žiarenie (GUV) - odkazuje na ultrafialové žiarenie s krátkou vlnovou dĺžkou (žiarivá energia), o ktorom sa ukázalo, že ničí baktérie a deaktivuje vírusy. Je dokázané, že vlnové dĺžky vo fotobiologickom ultrafialovom spektrálnom pásme známe ako „UV-C“, od 200 do 280 nanometrov (nm), sú najúčinnnejšie na dezinfekciu. Vlnové dĺžky UV-C obsahujú fotóny (častice svetla), ktoré sú v optickom spektre najúčinnnejšie (obsahujúce UV, viditeľné a infračervené žiarenie), a preto sú najviac fotochemicky aktívne. UV-C môže efektívne deaktivovať vírus SARS-CoV-2, ak je vírus priamo ožiarený UV-C žiarením v dostatočnej dávke.

Dezinfekcia prostredia UV-C žiarením sa javí ako sľubná metóda, ktorú možno aplikovať v našej problematike. Dezinfekcia priestorov by mohla prebiehať jednak použitím prenosných ručných kompaktných zariadení generujúcich UV-C žiarenie, ako aj použitím autonómnych robotov ovládaných na diaľku, ďalej použitím prípravkov UV-C v hornej časti miestnosti, ktorá sa považuje za najbezpečnejšiu a najúčinnnejšiu aplikáciu UV-C za predpokladu dodržania prísnych bezpečnostných opatrení a v neposlednom rade použitím UV-C zariadení vo vzduchotechnických jednotkách, pomocou ktorých možno výrazne znížiť počet mikroorganizmov.

Avšak pri použití UV-C zariadení je nutné dbať aj na bezpečnosť a zdravie personálu. Pred začatím dezinfekcie by mali byť umiestnené dočasné výstražné značky na prístupových miestach k dezinfikovanému priestoru. Počas dezinfekcie by mali priestor opustiť všetky osoby. Ak sa vyžaduje, aby boli v týchto priestoroch počas dezinfekcie prítomné osoby a expozíciám sa nedá vyhnúť, tak všetky prítomné osoby musia použiť osobné ochranné prostriedky.

Jedným zo zariadení, ktoré by boli vhodné pre aplikáciu sú autonómne roboty. Tieto roboty môžu účinne dezinfikovať prostredie pomocou UV svetla, a tak môžu spomaliť koronavírusové infekcie. Ich výhodou je, že po prvotnom naskenovaní prostredia, vytvorení digitálnej mapy miest, kde je potrebná dezinfekcia, sú roboty schopné pracovať úplne sami. Pomocou senzorov detegujú pohyb a vypínajú UV svetlá, ak do oblasti vnikne osoba, čo je mimoriadne dôležitý aspekt bezpečnosti. Pre našu aplikáciu by bolo vhodné použiť zariadenie Yezhik UVD, ktorý používateľom umožňuje nastaviť robota na rôzne účely jednoduchou výmenou vymeniteľného príslušenstva.

Nevylučujeme ani použitie zariadenia Air Cleaner, ktoré spĺňa požiadavku na mikrobiologickú čistotu. Kompaktnosť tohto zariadenia, ako aj skutočnosť, že je možné ho aplikovať aj v prítomnosti ľudí z neho robia významného adepta na vyriešenie našej problematiky.

Kombináciou týchto zariadení budeme vedieť spoľahlivo dezinfikovať pracovné prostredie, či už v prítomnosti, alebo neprítomnosti zamestnancov na pracovisku.

5 SUMÁRNY ZÁVER

V tomto dokumente predkladaného mílnika sa venujeme trom základným oblastiam. V balíku č. 1 – domáckej karanténe, v balíku č. 2 automatickej testovacej bunky a v balíku č. 3 automatickej dezinfekcii. Na základe analýzy dostupných dokumentov a vykonaného prieskumu dostupných zariadení sme zhrnuli danú problematiku.

V balíku č. 1 sme zistili, že na trhu už existujú zariadenia, ktoré sa špecializujú na telemedicínu. Tieto zariadenia sledujú určité životné funkcie a zozbierané informácie, ktoré zdieľajú s mobilným zariadením. Počas analýzy sme zistili, že dané zariadenia vyhovujú našim požiadavkám iba sčasti. Kvôli aktuálnej pandemickej situácii a časovej tiesni sme prišli k záveru, že najefektívnejším spôsobom ako môžeme poskytnúť konkrétne riešenie je modifikovať už existujúce zariadenia na základe špecifických požiadaviek pre danú problematiku. Zistili sme, že je možná implementácia jednotlivých požiadaviek na zber dát, ktorá by bola kompatibilná s hardvérovým zariadením a s požiadavkou na zmenu softvéru. Zároveň našou snahou bude využitie umelej inteligencie na pomoc pri vyhodnocovaní výstupných informácií z daného zariadenia.

V balíku č. 2 sme sa venovali analýze dokumentov zameraných na automatickú testovaciu bunku. Po spracovaní analytických dokumentov sme prišli k záveru, že daná tematika je rozpracovaná a publikovaná len sčasti, a aj to len zväčša v teoretickej rovine. Príklady robotických testovacích staníc boli prevádzkované ako ukážky s minimálnou aplikáciou v reálnom použití. Výhody využitia automatickej robotickej testovacej bunky jasne prevyšujú možné komplikácie pri aplikovaní v reálnom prostredí. Na základe daných požiadaviek sme identifikovali možné potenciálne robotické zariadenia, ktoré vyhovujú našim daným požiadavkám. V analýze sme sa zamerali na porovnanie kladov a záporov pri porovnaní kolaboratívneho robota s priemyselným robotom. Zistili sme, že výhody kolaboratívneho robota neprevyšujú jeho zápor, ktorým je jeho vyššia vstupná investícia a zároveň pri tejto mobilnej odbernej jednotke budeme využívať uzavretý priestor, ktorý zabezpečí ochranu pracovníka pred možným zranením zapríčineným pohybom robotického ramena, ako aj eliminuje možnosť kontaktu osoby s biologickým nebezpečným materiálom. Taktiež sme rozpracovali tematiku vizuálnej kontroly a vyhodnotenia testov s použitím kamerového systému. Toto riešenie má nesporné výhody v porovnaní s inými formami vyhodnocovania výsledkov testov. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli využiť naše dlhoročné skúsenosti s výrobou výrobných liniek pre následnú aplikáciu s využitím optických systémov. V danej problematike sme jasne pomenovali technické riešenia, ktoré budeme aplikovať pri vývoji tejto testovacej stanici.

V balíku č. 3 sme sa zamerali na zhrnutie dostupných dokumentov a ich analytický výstup pre vývoj samostatnej automatickej dezinfekcie. V daných úsekoch tejto časti dokumentu sme analyzovali jednotlivé spôsoby možnej dezinfekcie priestorov. Zamerali sme sa na analýzu výhod jednotlivých spôsobov a zároveň sme pomenovali ich nedostatky. Analýzou trhu sme identifikovali zariadenia, ktoré by bolo možné využiť pre tento projekt. Taktiež sme zistili, že väčšina dostupných zariadení využíva len jeden typ možnej formy dezinfekcie. Z tohto dôvodu dané zariadenia neboli schopné vykonať dezinfekciu v požadovanej kvalite. Preto sme sa po zozbieraní dostatočného množstva informácií k danej téme rozhodli, že najlepšie možným riešením je kombinácia minimálne dvoch spôsobov dezinfekcie. Jedným z riešení, na ktoré sa chceme zamerať je kombinácia výhod dezinfekcie pomocou UV žiarenia a dezinfekcie pomocou ozónu. Zariadenie, ktoré bude kombinovať tieto formy dezinfekcie má nesporné výhody v oblasti aplikácie a cenovej dostupnosti.

Vyššie uvedené časti dokumentu sa môžu aplikovať ako samostatné časti, ktoré prinášajú nesporné benefity. Uvedomujeme si však, že najlepším možným variantom je ich vzájomné prepojenie, ktoré umožňuje zdieľanie dát a ich vyhodnocovanie s možným využitím výhod umelej inteligencie. Toto prepojenie nám poskytlo ucelený obraz o možných miestach nákazy, presných počtoch vyhodnotených testov a zároveň nám dodalo informácie o priebehu ochorenia v domácej karanténe v reálnom čase. Tieto informácie je možné využiť na efektívny boj nielen počas tejto pandemickej situácie, ale zároveň sú tieto informácie efektívnym nástrojom, ktorý je možné využiť pri akomkoľvek type epidémie alebo pandémie.

6 ZDROJE

Použitá literatúra:

1 Úvod

Pandémia ochorenia COVID-19, [online]. Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Pand%C3%A9mia_ochorenia_COVID-19

2 Domáca karanténa

Detecting COVID-19 infection hotspots in England using large-scale self-reported data from a mobile application: a prospective, observational study, [online]. Dostupné z: [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(20\)30269-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(20)30269-3/fulltext)

Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2, [online]. Dostupné z: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)00869-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00869-2/fulltext)

Expansion of a direct-to-patient telemedicine abortion service in the United States and experience during the COVID-19 pandemic, [online]. Dostupné z: [https://www.contraceptionjournal.org/article/S0010-7824\(21\)00091-3/fulltext](https://www.contraceptionjournal.org/article/S0010-7824(21)00091-3/fulltext)

THE BENEFITS OF TELEMEDICINE DURING A PANDEMIC, [online]. Dostupné z: <https://prohealthware.com/sk/the-benefits-of-telemedicine-during-a-pandemic/>

The virtual reality of pediatric weight management in pandemic times, [online]. Dostupné z: https://zenodo.org/record/4543438#.YK_dBahKhPY

Oxymeter a covid-19, [online]. Dostupné z: <https://www.mojalekaren.sk/clanok/oxymeter-a-covid-19/>

An emergency system for monitoring pulse oximetry, peak expiratory flow, and body temperature of patients with COVID-19 at home: Development and preliminary application, [online]. Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0247635>

Pulzometer na prst - oxymeter, [online]. Dostupné z: https://www.extrashop.sk/dezinfekcia/pulzometer-na-prst-oximeter/?qclid=CjwKCAjwv_iEBhASEiwARoemvDLoRDA1_WRktD9AoghoXYydfW-TdYpPO0tUt6fnPLeAAFNbxquomhoCTu0QAvD_BwE

iHealth AIR PO3 chytrý pulzný oxymeter, [online]. Dostupné z: <https://www.pilulka.sk/ihealth-air-po3-chytr-pulzn-oximetr>

World's Smallest Cardiovascular Tester - iCARE! , [online]. Dostupné z: https://www.indiegogo.com/projects/world-s-smallest-cardiovascular-tester-icare?utm_source=fb&utm_medium=cpc&fbclid=IwAR0pznU0AFHim1EKPi0DshPC52WvSVqV9rMILI2jy188M7elmZhUTm8k8pw%23/#/

PM 100 connect, [online]. Dostupné z: <https://www.medisana.com/en/Health-control/Pulsoximeter/PM-100-connect-Pulse-oximeter.html>

BS 444 connect, [online]. Dostupné z: https://www.medisana.com/en/Health-control/Personal-scales/BS-444-connect-Body-analysis-scale.html?force_sid=oue8lphstefomqh1aaah5bn029#video

Medisana BS444 Connect Bluetooth, [online]. Dostupné z: <https://www.alza.sk/medisana-bs444-connect-bluetooth-d4842603.htm>

ViFit connect, [online]. Dostupné z: <https://www.medisana.com/en/Accessories/ViFit-connect-Wristband-green.html>

Medisana ViFit Touch Activity Tracker modrý, [online]. Dostupné z: <https://www.mall.sk/monitory-aktivit/medisana-vifit-touch-activity-tracker-modry?tab=description>

Medisana TM 750 connect digitales 6in1 Fieberthermometer Ohrthermometer für Baby, Kinder und Erwachsene, Stirnthermometer mit visuellem Fieberalarm, Speicherfunktion und Bluetooth, [online]. Dostupné z: <https://www.amazon.de/Medisana-76145-TM-750-Infrarot-Thermometer-Bluetooth-Funktion/dp/B01EYQYLDM>

Medisana Tlakomer na pažu BU540 s bluetooth, [online]. Dostupné z: <https://www.mall.sk/tlakomery/medisana-tlakomer-na-pazu-bu540-s-blueooth-100013828446?tab=description>

VitaDock+ App 2.0, [online]. Dostupné z: <https://www.medisana.com/VitaDock-App-2-0.html?lang=1>

VitaDock+ für Connect Geräte, [online]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.medisana.vitadockplus&hl=de>

M880 Handheld Capnograph & Pulse Ox, [online]. Dostupné z: <https://www.photonsurgicalsystems.co.uk/product/m880-handheld-capnograph-pulse-ox/>

Checkmehealth monitor, [online]. Dostupné z: <https://www.healthmonitor.eu/index.html>

Checkme™ Doctor, [online]. Dostupné z: <https://getwellue.com/pages/checkme-pro-vital-signs-monitor>

CheckMeCheckmeLite, [online]. Dostupné z: <https://www.mall.sk/zdravotne-pomocky/checkme-checkmelite-100002246183?tab=parameters>

CheckmeProHolter, [online]. Dostupné z: <https://www.prezdravie.sk/zdravie/checkmepro-holter.html>

OrderCheckme, [online]. Dostupné z: <https://www.healthmonitor.eu/order.html>

NEW: AIRBP BLOOD PRESSURE MONITOR, [online]. Dostupné z: <https://www.healthmonitor.eu/>

3 Automatická testovacia bunka

COVID-19 – Possible interrelations with respiratory comorbidities caused by occupational exposure to various hazardous bioaerosols. Part II. Clinical course, diagnostics, treatment and prevention, [online]. Dostupné z: <http://www.aaem.pl/COVID-19-Possible-interrelations-with-respiratory-comorbidities-caused-by-occupational.133896.0.2.html>

Policy for Diagnostic Tests for Coronavirus Disease-2019 during the Public Health Emergency Immediately in Effect Guidance for Clinical Laboratories, Commercial Manufacturers, and Food and Drug Administration Staff, [online]. Dostupné z: <https://www.regulations.gov/docket/FDA-2020-D-0987>

COVSACK: an innovative portable isolated and safe COVID-19 sample collection kiosk with automatic disinfection, [online]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41403-020-00139-1>

Evaluation of the practicability of a finger-stick whole-blood SARS-Cov-2 self-test adapted for the general population, [online]. Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0245848>

CDC 2019-Novel Coronavirus (2019-nCoV) Real-Time RT-PCR Diagnostic Panel, [online]. Dostupné z: <https://www.fda.gov/media/134922/download>

Long COVID hallmarks on [18F]FDG-PET/CT: a case-control study, [online]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00259-021-05294-3>

Global research on coronavirus disease (COVID-19), [online]. Dostupné z: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/global-research-on-novel-coronavirus-2019-ncov>

Diagnostic accuracy of rapid antigen tests for COVID-19 compared to the viral genetic test in adults: a systematic review protocol, [online]. Dostupné z: https://journals.lww.com/jbisrir/Fulltext/2021/05000/Diagnostic_accuracy_of_rapid_antigen_tests_for.8.aspx

Evaluation of the Abbott BinaxNOW rapid antigen test for SARS-CoV-2 infection in children: Implications for screening in a school setting, [online]. Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0249710>

The use of routine blood tests to assist the diagnosis of COVID-19 in symptomatic hospitalized patients, [online]. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0004563221999076>

Accuracy of four lateral flow immunoassays for anti SARS-CoV-2 antibodies: a head-to-head comparative study, [online]. Dostupné z: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.01.30.21250777v1>

COVID-19 – the challenge to treat a disease and not a positive RT-PCR test, [online]. Dostupné z: <https://pharmacia.pensoft.net/article/61906/>

ABB robots aid rapid automated testing for COVID-19 virus, [online]. Dostupné z: <https://new.abb.com/news/detail/75687/cstmr-abb-robots-aid-rapid-automated-testing-for-covid-19-virus>

Automated COVID-19 PCR-testing system launched, [online]. Dostupné z: <https://www.japantimes.co.jp/news/2021/04/08/national/automated-pcr-testing-aichi/>

Robot automates COVID-19 testing, [online]. Dostupné z: <https://healthcare-in-europe.com/en/news/robot-automates-covid-19-testing.html>

Automated Robot Takes Swabs for Safe Covid-19 Testing, [online]. Dostupné z: <https://www.medgadget.com/2020/06/automated-robot-takes-swabs-for-safe-covid-19-testing.html>

STRIP-1 test robot developed for COVID-19 testing, [online]. Dostupné z: <https://www.hubrecht.eu/strip-1-test-robot-for-covid-19-testing/>

Developing an Automated PCR Viral Testing Robot System, [online]. Dostupné z: <https://global.kawasaki.com/en/corp/sustainability/covid19/pcr.html>

Kolaboratívny robot: spojenie, ktoré sa denníku Wall Street Journal zapáčilo, [online]. Dostupné z: <https://www.abb-conversations.com/sk/2021/02/kolaborativny-robot-spojenie-ktore-sa-denniku-wall-street-journal-zapacilo/>

3 kľúčové vlastnosti kolaboratívnych robotov, [online]. Dostupné z: <https://www.automatizacia365.sk/2020/03/06/3-klucove-vlastnosti-kolaborativnych-robotov/>

Kedy použiť na automatizáciu kolaboratívne roboty? , [online]. Dostupné z: https://www.atpjournals.sk/rubriky/exkluzivne-clanky/kedy-pouzit-na-automatizaciu-kolaborativne-roboty.html?page_id=25927

Robotické riešenia ABB pre nemocnice budúcnosti, [online]. Dostupné z: <https://new.abb.com/news/sk/detail/38957/roboticke-riesenia-abb-pre-nemocnice-buducnosti>

LBR Med: Spolupracujúci robot pre medicínu, [online]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/sk-sk/odvetvia/starostlivost/C5%A5-o-zdravie/kuka-medical-robotics/lbr-med>

COBOTTA by DENSO Robotics for Lab Automation, [online]. Dostupné z: <https://www.roboticgizmos.com/cobotta-for-lab-automation/>

GET TO KNOW OUR UR3e ROBOT, [online]. Dostupné z: <https://www.universal-robots.com/products/ur3-robot/>

ABB's collaborative robot takes the strain out of sampling at Karolinska University Laboratory, [online]. Dostupné z: <https://new.abb.com/news/detail/70465/abbs-collaborative-robot-at-karolinska-university-laboratory>

Roboty Staubli pre náročné prostredia, [online]. Dostupné z: <https://www.plasticportal.sk/sk/roboty-staubli-pre-narocne-prostredia.html/c/4111/>

6 axis HE industrial robots, [online]. Dostupné z: <https://www.staubli.com/en/robotics/product-range/industrial-robots/sensitive-environments/hygienic-humid/6-axis-he-robots/>

PEKAT VISION® Smart Camera, [online]. Dostupné z: <https://www.pekatvision.com/cs>

Work Assistance Camera System RICOH SC-10A, [online]. Dostupné z: https://industry.ricoh.com/en/fa_camera_lens/work-assistance-camera-system/sc-10a/

MACHINE VISION AND INDUSTRIAL BARCODE READING PRODUCTS, [online]. Dostupné z: <https://www.cognex.com/products>

Deep Learning, [online]. Dostupné z: <https://www.cognex.com/products>

4 Automatická dezinfekcia

Covid-19 FAQs for Disinfection, [online]. Dostupné z: https://absa.org/wp-content/uploads/2020/03/200330ABSA-COVID_19_FAQs_for_Disinfection.pdf

Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19, [online]. Dostupné z: <https://www.paho.org/en/documents/cleaning-and-disinfection-environmental-surfaces-context-covid-19>

Evaluation of a portable Ultraviolet C (UV-C) device for hospital surface decontamination, [online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572100020305159?via%3Dihub>

Monitorovanie životného prostredia a kontrola infekcií, [online]. Dostupné z: <https://www.sciengine.com/publisher/scp/journal/CSB/66/4-5/10.1360/TB-2020-0969?slug=fulltext>

Spatial variation of dissolved organic nitrogen in Wuhan surface waters: Correlation with the occurrence of disinfection byproducts during the COVID-19 pandemic, [online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135421003365?via%3Dihub>

Ako na čistenie a dezinfekciu vzduchu? , [online]. Dostupné z: <https://athmoss.sk/blog/ako-na-%C4%8Distenie-a-dezinfekciu-vzduchu>

Development and Improvement of an Effective Method for Air and Surfaces Disinfection with Ozone Gas as a Decontaminating Agent, [online]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/journal/medicina>

An Emerging Innovative UV Disinfection Technology (Part II): Virucide Activity on SARS-CoV-2, [online]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/3873/htm>

Evaluation of a portable Ultraviolet C (UV-C) device for hospital surface decontamination,[online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572100020305159?via%3Dihub>

Evaluation of a portable Ultraviolet C (UV-C) device for hospital surface decontamination,[online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572100020305159?via%3Dihub>

Autonomous Robots Are Helping Kill Coronavirus in Hospitals,[online]. Dostupné z: <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/medical-robots/autonomous-robots-are-helping-kill-coronavirus-in-hospitals>

7 mobile disinfection robots for medical environments,[online]. Dostupné z: <https://tectales.com/bionics-robotics/mobile-disinfection-robots-for-medical-environments.html?fbclid=IwAR0VghKGwTWzgHAGXyOC77dZzidGnAmO6ra9OeSSqvVAG2Tuq9SOC8kduXw>

Air Cleaner profiSteril 300, UV sterilizátor vzduchu,[online]. Dostupné z: <https://shop.hdt.cz/p/air-cleaner-profisteril-300-uv-sterilizator-vzduchu>

Airthereal MA5000 5 g / h Ean: 7445030383380,[online]. Dostupné z: https://www.apautodily.cz/nabidka/airthereal-ma5000-airthereal-ma5000-5-g-h_9989217/eshop/dilenske-vybaveni-a-pripravky/klimatizace/generatory-ozonu/10334/

Analysis of the Possibility of Disinfecting Surfaces Using Portable Foggers in the Era of the SARS-CoV-2 Epidemic,[online]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/7/2019/htm>

Mobilná dezinfekcia,[online]. Dostupné z: <https://www.mobilnadezinfekcia.sk/otechnologii.c1.html>

Mobilna dezinfekčná jednotka Sputnik,[online]. Dostupné z: <https://www.detectair.sk/eshop/33-celopriestorova-povrchova-dezinfekcia-priestoru-od-10m2-do-50m2>

DEZINFEKČNÁ BRÁNA,[online]. Dostupné z: <https://shop.hauerland.sk/dezinfekcne-brany/dezinfekcna-brana>

Dezinfekčný tunel EmiControls,[online]. Dostupné z: <https://oltrade.sk/dezinfekcny-tunel-emicontrols/>

7 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. č. 1 Graf miesta nakazenia	9
Obr. č. 2 Štandardné kategórie podľa BMI	12
Obr. č. 3 BMI špecifikácie definovaných výsledkov	13
Obr. č. 4 Index telesnej hmotnosti	13
Obr. č. 5 Prstový pulzometer	15
Obr. č. 6 Zariadenie Pulse oximeter	16
Obr. č. 7 Ukážka používania zariadenia Pulse oximeter	17
Obr. č. 8 Konektivita iHealth AIR PO3 s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.	18
Obr. č. 9 Zariadenie iCare	20
Obr. č. 10 Konektivita iCare s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.....	20
Obr. č. 11 Najmenší kardiovaskulárny tester	20
Obr. č. 12 Indexy, ktoré možno merať týmto zariadením	21
Obr. č. 13 Mobilná aplikácia zobrazujúca namerané hodnoty v užívateľskom rozhraní	21
Obr. č. 14 Graf priebehu kyslíka v krvi.....	22
Obr. č. 15 Zobrazenie sledovanie stavov emočných indexov	22
Obr. č. 16 Zariadenie pulzný oxymeter PM 100	23
Obr. č. 17 Konektivita oxymetra PM 100 s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.	24
Obr. č. 18 Zariadenie osobná váha BS 444	25
Obr. č. 19 Konektivita osobnej váhy BS 444 s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.....	26
Obr. č. 20 Zariadenie ViFit Touch Activity Tracker	27
Obr. č. 21 Konektivita ViFit Touch Activity Tracker s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.....	28
Obr. č. 22 Zariadenie teplomer TM 750. Popis rozmerov a funkcionality zariadenia	29
Obr. č. 23 Konektivita teplomera s mobilnou aplikáciou. Zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt na mobilnej aplikácii.....	29
Obr. č. 24 Popis funkcionality teplomera TM 750.....	30
Obr. č. 25 Zariadenie tlakomer BU540	30
Obr. č. 26 Možnosti využitia aplikácie na jednotlivých platformách	32
Obr. č. 27 Aplikácia VitaDock+ a jej jednotlivé formy zobrazenia dát v rozličných grafických prevedeniach (grafy)	33
Obr. č. 28 Grafické zobrazenie vizualizácie z aplikácie VitaDock+	35
Obr. č. 29 Zariadenie M880 Handheld Patient Monitor Oximeter	36
Obr. č. 30 Režimy zobrazenia nameraných hodnôt	37
Obr. č. 31 Zariadenie Checkme	37
Obr. č. 32 Možnosti merania	38
Obr. č. 33 Možnosti používania zariadenia Checkme.....	39
Obr. č. 34 Možnosti pripojenia a zdieľania dát	40
Obr. č. 35 Popis zdieľania údajov medzi jednotlivými činiteľmi	40
Obr. č. 36 Technická špecifikácia Checkme	44
Obr. č. 37 Zariadenie AIRBP	45
Obr. č. 38 IRB 1200	61
Obr. č. 39 Automatický robotický systém	63
Obr. č. 40 Odoberanie vzoriek pomocou robota.....	63

<i>Obr. č. 41 Robot od ABB aplikovaný v laboratóriu.....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. č. 42 Univerzálna pripájacia príručka</i>	<i>66</i>
<i>Obr. č. 43 COBOTT od DENSO Robotics.....</i>	<i>68</i>
<i>Obr. č. 44 UR3e</i>	<i>69</i>
<i>Obr. č. 45 YuMi IRB 14000</i>	<i>70</i>
<i>Obr. č. 46 Stäubli robot HE</i>	<i>71</i>
<i>Obr. č. 47 PEKAT VISION SmartCamera.....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. č. 48 RICOH SC - 10A</i>	<i>73</i>
<i>Obr. č. 49 Cognex In – Sight 2000</i>	<i>74</i>
<i>Obr. č. 50 IS - 8000</i>	<i>75</i>
<i>Obr. č. 51 IS - 7000.....</i>	<i>75</i>
<i>Obr. č. 52 Rôzne veľkosti jednotlivých nečistôt</i>	<i>85</i>
<i>Obr. č. 53 Vlnové dĺžky vyžarovaného UV žiarenia</i>	<i>86</i>
<i>Obr. č. 54 Vplyv UV-C žiarenia na štruktúru vírusu</i>	<i>87</i>
<i>Obr. č. 55 Výhody a nevýhody jednotlivých dezinfekčných prostriedkov</i>	<i>87</i>
<i>Obr. č. 56 a) Podstavec a veko bieleho dezinfekčného boxu; V spodnej časti sú viditeľné UV čipy. b) Škatuľka so zatvoreným vekom.....</i>	<i>90</i>
<i>Obr. č. 57 Znázornenie prípravy experimentu</i>	<i>91</i>
<i>Obr. č. 58 Porovnanie nepretržitého a prerušovaného ožarovania 222 nm UVC svetlom na SARS-CoV-2 po dobu 5 minút</i>	<i>93</i>
<i>Obr. č. 59 Stanovenie TCID₅₀ na hodnotenie účinku ožarovania UVC 222 nm na SARS-CoV-2 pre 1, 2 a 3 mJ/cm² pri rôznych ožiareníach</i>	<i>93</i>
<i>Obr. č. 60 Biosept Home©.....</i>	<i>95</i>
<i>Obr. č. 61 Účinok aplikácie Biosept Home© UV-C na mikrobiálny rast.....</i>	<i>95</i>
<i>Obr. č. 62 UVD robot</i>	<i>98</i>
<i>Obr. č. 63 Yezhik UVD</i>	<i>99</i>
<i>Obr. č. 64 UVHammer.....</i>	<i>100</i>
<i>Obr. č. 65 SHERPA-B.....</i>	<i>101</i>
<i>Obr. č. 66 STERYBOT</i>	<i>101</i>
<i>Obr. č. 67 UVB</i>	<i>102</i>
<i>Obr. č. 68 DeKonBot</i>	<i>103</i>
<i>Obr. č. 69 Air Cleaner profiSTERIL 300</i>	<i>103</i>
<i>Obr. č. 70 Airthereal MA 5000</i>	<i>105</i>
<i>Obr. č. 71 Hmlové svetlo RY18FGA-0.....</i>	<i>106</i>
<i>Obr. č. 72 Použité filtre</i>	<i>107</i>
<i>Obr. č. 73 Vzorové fotografie z analýzy získanej pri rozprašovaní kvapaliny vo vzdialenosti 1 m od meracieho bodu pre filtre F1 a F2.....</i>	<i>107</i>
<i>Obr. č. 74 Sanosil® S010.....</i>	<i>109</i>
<i>Obr. č. 75 Mobilná dezinfekčná jednotka Sputnik.....</i>	<i>109</i>
<i>Obr. č. 76 Dezinfekčná brána.....</i>	<i>110</i>

8 ZOZNAM TABULIEK

<i>Tabuľka č. 1 Hlavné diagnostické kroky</i>	57
<i>Tabuľka č. 2 RT-PCR test, rýchly test, klinický obraz a sprievodné ochorenia</i>	58
<i>Tabuľka č. 3 Laboratórne testy: hematológia, markery zápalu, stav zrážania, chémia</i>	59
<i>Tabuľka č. 4 Zobrazovacie vyšetrenia pre pacientov: RTG hrudníka pri prijatí</i>	59
<i>Tabuľka č. 5 Zobrazovacie vyšetrenia pre pacientov: CT hrudníka</i>	59
<i>Tabuľka č. 6 Prehľad údajov robota LBR Med</i>	67
<i>Tabuľka č. 7 Technické údaje</i>	71
<i>Tabuľka č. 8 Zoznam dostupných dezinfekčných prostriedkov</i>	79
<i>Tabuľka č. 9 Odporúčaná frekvencia čistenia povrchov prostredia podľa oblastí pacienta s podozrením alebo potvrdeným ochorením COVID-19</i>	81
<i>Tabuľka č. 10 Referenčné parametre pre štandardný dezinfekčný test</i>	88
<i>Tabuľka č. 11 Celkové mikrobiálne zaťaženie odhadované pri odbere vzoriek vo vzduchu (CFU/m³) a na rôznych povrchoch (CFU / doštička) v kancelárii (výsledky sú priemerované z 10 meraní)</i>	89
<i>Tabuľka č. 12 Celkové mikrobiálne zaťaženie odhadované pri odbere vzoriek vo vzduchu (CFU/m³) a na rôznych povrchoch (CFU / platnička) v chirurgickom sále (výsledky sú priemerované z 10 meraní)</i>	89
<i>Tabuľka č. 13 Čas ožarovania na vyhodnotenie závislosti od ožarovania 222 nm UVC ožarovaním na deaktiváciu SARS-CoV-2</i>	92
<i>Tabuľka č. 14 Podrobné porovnanie kontinuálneho a prerušovaného ožarovania 222 nm UVC svetlom na SARS-CoV-2 po dobu 5 minút</i>	93
<i>Tabuľka č. 15 Podrobné údaje testu TCID50 na hodnotenie účinku 222 nm UVC ožarovania na SARS-CoV-2 pre 1, 2 a 3 mJ/cm² pri rôznych ožiareních</i>	94
<i>Tabuľka č. 16 Výsledky štatistickej analýzy troch rôznych úrovní ožarovania každého fluóru UVC</i>	94
<i>Tabuľka č. 17 Hodnoty účinnosti Biosept Home © UV- C na nemocničných povrchoch</i>	96
<i>Tabuľka č. 18 Parametre zariadenia AirCleaner profiSTERIL 300</i>	104
<i>Tabuľka č. 19 Parametre zariadenia Airthereal MA 5000</i>	105
<i>Tabuľka č. 20 Výsledky získané pri meraniach pre plastový filter F1</i>	108
<i>Tabuľka č. 21 Výsledky získané pri meraniach pre keramický filter F2</i>	108