

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală

Admis la susținere
Șef interimar departament:
dr. conf.univ. Serghei RAILEAN

„_” _____ 2022

Metode și tehnici de monitorizare a fluxului de gaze pentru PGA

Teză de master

Student: _____ D. Cebanu

Conducător: _____ S. Railean
dr. conf.univ.

Chișinău 2022

REZUMAT

la teza de master cu tema „**Metode și tehnici de monitorizare a fluxului de gaze pentru PGA**”

Teza cuprinde: Introducerea, 3 capitole, 46 figuri, 2 tabele, concluzii, 32 surse bibliografice și 0 anexe.

Cuvinte-cheie: Aerosoli, senzor presiune, boxa, proceduri medicale generatoare de aerosoli.

Domeniul de cercetare îl constituie aspectele teoretice și practice a infectării cu virusul SARS-CoV-2 în timpul procedurilor generatoare de aerosoli. Infecția se răspândește de la persoană la persoană prin contact (direct cu o persoană infectată, indirect cu suprafețele infectate) picături (tuse, strănut, vorbire) și aerosoli (în timpul procedurilor generatoare de aerosoli). Conform ghidului OMS, „Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care”, procedurile generatoare de aerosoli prezintă un risc înalt de infectare a personalului medical.

Scopul lucrării constă în studierea metodelor de monitorizare a fluxului de aer cu sisteme proprii de dezinfectare și asigurarea accesului la pacient pentru efectuarea procedurilor curative..

Metodologia cercetării științifice constă în proiectarea și elaborarea în baza senzorilor de presiune a unui boxe cu monitorizarea fluxului de aer evacuat .

Noutatea și originalitatea constă în monitorizarea fluxului de aer și izolarea pacientului cu asigurarea accesului dispozitivelor de monitorizare, ventilare și tratament la efectuarea procedurilor curative asupra unui pacient infectat cu SARS-CoV-2.

Semnificația teoretică a lucrării o constituie contribuția la metodele de efectuare a procedurilor generatoare de aerosoli în condiții sigure decât saloanele nu sunt dotate cu presiune negativă, sau cu o rată de ventilație de 160 l / s / pacient sau cel puțin 12 schimbări de aer pe oră.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în faptul că boxa va permite circulația continuă a fluxului de aer cu dezinfectarea acestuia la ieșire, protejând personalul medical de SARS-CoV-2 și alți agenți patogeni cu transmitere aeriană, previne re-inhalarea agentului de către pacient prevenind suprainfectarea.

SUMMARY

to the master's thesis "**Gas flow monitoring methods and techniques for AGP**"

The thesis includes: Introduction, 3 chapters, 46 figures, 2 tables, conclusions, 32 bibliographic sources and 0 annexes.

Keywords: Aerosols, pressure sensor, speaker, aerosol generating medical procedures.

The field of research is the theoretical and practical aspects of SARS-CoV-2 virus infection during aerosol-generating procedures. The infection spreads from person to person through contact (directly with an infected person, indirectly with infected surfaces), drops (coughing, sneezing, speech) and aerosols (during aerosol-generating procedures). According to the WHO guideline, "Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care", aerosol-generating procedures present a high risk of infection of medical personnel.

The aim of the thesis is to study the methods of monitoring the air flow with their own disinfection systems and to ensure access to the patient for the performance of curative procedures.

The methodology of scientific research consists in the design and elaboration based on the pressure sensors of a speaker with the monitoring of the exhaust air flow.

The novelty and originality consists in monitoring the air flow and isolating the patient with ensuring the access of the monitoring, ventilation and treatment devices when performing curative procedures on a patient infected with SARS-CoV-2.

The theoretical significance of the thesis is the contribution to the methods of performing aerosol-generating procedures in safe conditions if the wards are not equipped with negative pressure, or with a ventilation rate of 160 l / s / patient or at least 12 air changes per hour. .

The applicative value of the thesis consists in the fact that the box will allow the continuous circulation of the air flow with its disinfection at the exit, protecting the medical staff from SARS-CoV-2 and other pathogens with airborne, prevents re-inhalation of the agent by the patient.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1 PROCEDURI MEDICALE GENERATOARE DE AEROSOLI	11
1.1 Dispozitive și aparate pentru obținerea aerosolilor	11
1.2 Condiții de calitate și control a aerosolilor.....	16
1.3 Proceduri medicale generatoare de aerosoli (non COVID-19)	18
2 METODE ȘI TEHNICI DE IZOLARE A AEROSOLILOR	24
2.1 Proceduri generatoare de Aerosoli și coronavirusul SARS-CoV-2.....	24
2.2 Dispozitive de izolare a aerosolilor.....	25
2.3 Metode de dezinfectare.....	34
2.4 Oportunitățile utilizării lămpii OSRAM HNS 15W G13	35
3 ELABORAREA SISTEMULUI DE MONITORIZARE A FLUXULUI DE AER	37
3.1 Telemonitorizarea	37
3.2 Proiectarea sistemului de telemonitorizate	39
3.3 Protocoalele nivelului de sesiune și de transport al sistemului.....	45
3.4 Implementarea aplicației de transmisiune a datelor	53
CONCLUZII	59
BIBLIOGRAFIE	60

INTRODUCERE

Terapia cu aerosoli este o modalitate revoluționară de tratare a multor condiții, inclusiv boli obstructive ale căilor respiratorii.

Această formă de tratament implică introducerea medicamentelor în căile respiratorii inferioare prin intermediul aerosolilor, pentru a se obține un efect topic sau sistemic.

Cel mai mare avantaj al acestei terapii este că utilizează doze mai mici de substanțe medicamentoase, iar efectele adverse sistemice sunt reduse, în timp ce răspunsul la tratament este unul rapid.

Dimensiunea particulelor este foarte importantă întrucât administrarea medicamentelor depinde de aceasta într-o mare măsură.

Aerosolii sunt preparate farmaceutice lichide destinate aplicării la nivelul căilor respiratorii, pe piele sau pe mucoasa, sub formă de picături fine, dispersate în aer cu ajutorul unor dispozitive speciale.

Din punct de vedere fizic, potrivit clasificării sistemelor disperse eterogene aerosolii sunt sisteme în care mediul de dispersare poate fi atât lichidă cât și solidă în stare fin divizată. În primul caz sistemele sunt fumuri, respectiv aerosuspensii. Gradul de dispersie al majorității aerosolilor este mai mic decât al sistemelor coloidale: $D=10^3-10^5 \text{ cm}^{-1}$. Aerosolii medicamentoși au o mărime a particulelor disperse de la 0,01-1 μ până la câteva zeci de microni.

Ideea utilizării unor medicamente sub această formă este foarte veche; menționăm fumigațiile antiastmatice cunoscute din timpul lui Hipocrate și Galien, mai târziu în epoca modernă inhalatiile introduse de Cl. Bernas, după 1920, se semnalează din nou posibilitatea utilizării unei medicații pe cale transpulmonară, această cale de administrare câștigă o importanță crescândă. La aceasta au contribuit, de asemenea, datele experimentale pozitive obținute prin utilizarea aerosolilor de dezinfecție în clinici, industrie, săli de spectacole, etc.

Dezvoltarea formei farmaceutice reprezentată de aerosoli se datorește următoarelor avantaje pe care le prezintă:

- aerosoli destinați aplicării la nivelul arborelui respirator asigură o administrare mai comodă, mai acceptată de pacienți, comparativ cu administrarea medicamentelor pe cale digestivă sau parenterală;
- substanțe active nu sunt supuse acțiunii sucurilor digestive, evită bariera ficatului;
- absorbția medicamentelor la nivelul aparatului respirator sub formă de aerosoli este egală cu aceea obținută pe cale parentală; aceasta se datorește suprafeței mari a plămânilor - de circa 100 m² care vine în contact cu medicamentul, iar grosimea foarte redusă a pereților alveolelor pulmonare - de circa 0,007 mm - permite o penetrație ușoară a substanțelor

medicamentoase cu care acestea vin în contact.

După R. Triffeneau absorbția medicamentelor de către mucoasa aparatului respirator este mai intensă decât pe cale intravenoasă:

- administrarea medicamentelor pe cale transpulmonară sub formă de aerosoli permite utilizarea unor doze reduse comparativ cu alte căi de administrare;
- prin utilizarea unor dispozitive corespunzătoare prin aerosolizare se poate asigura o dozare exactă a medicamentelor administrate;
- prin asigurarea unui anumit grad de dispersie al substanțelor active se poate dirija acțiunea acestora la diferite nivele ale căilor respiratorii.

În toate cazurile, administrarea medicamentelor prin aerosoli se face fără contact manual și fără risc de contaminare; este practică, rapidă.

Dezavantajele pe care le implică utilizarea aerosolterapiei se referă la:

- necesitatea utilizării unei aparaturi încă costisitoare și a întreținerii atente a acesteia; de asemenea, manipularea unor tipuri de aparate necesită personal specializat;
- cerința unei dozări atente a aerosolilor mai ales în cazul unor tratamente comune în camere de aerosolizare.

Ce ține de clasificarea aerosolilor, ea se poate face ținând seama de diferite criterii și anume - după modul de aplicare sunt aerosoli de uz intern și de uz extern. Aerosolii de uz intern sunt cei mai inhalați și își exercită acțiunea la nivelul căilor respiratorii, în funcție de diametrul particulelor fazei dispersate. Aerosolii de uz extern sunt aceia aplicați pe mucoasa nazală, auriculară ca și prin piele.

În cazul aerosolilor din prima categorie se utilizează substanțe active, antiastmatice, antituberculoase, antibiotice, antiinflamatoare, expectorante, etc. Iar aerosolii destinați tratării pielii și mucoaselor conțin ca principii active, substanțe antiseptice, sicative, antimicotice, antibiotice, dezodorizante.

Stabilirea aerosolilor este mult mai mică decât a hidrosolilor. Aceasta se datorește în primul rând proprietăților mediului de dispersiune gazos care de cele mai multe ori este aerul, care are o vâscozitate mult mai mică decât a apei.

Datorită vâscozității mici a mediului de dispersiune, gazos, particulele dispersate se găsesc antrenate într-o mișcare intensă care are ca rezultat ciocniri frecvente și o agregare rapidă în particule mai mari care sunt mai puternic solicitate de forța gravitațională. În acest proces este vorba de coagulare pericinetică. Particulele în sedimentarea lor pot întâlni alte particule pe care le antrenează în sedimentare prin procesul de coagulare ortocinetică.

Cele două tipuri de coagulare se petrec în aerosoli ca și în alte sisteme dispersate studiate dar într-un interval de timp scurt.

Există mai multe tipuri de dispozitive care pot genera aerosoli:

- nebulizatoare;
- dispozitive de inhalare cu pudră uscată;
- dispozitive de inhalare presurizate cu doze determinate.

Utilizarea fiecăruia dintre aceste dispozitive are avantaje și dezavantaje care trebuie înțelese pentru a se optimiza beneficiile pentru sănătate.

Terapia cu aerosoli poate fi utilizată și în cazul ventilației mecanice ca parte a terapiei bronhodilatatoare, a medicației antiinflamatorii și uneori pentru instilarea antibioticelor sau mucoliticelor.

Cunoașterea principiilor și situațiilor în care poate fi aplicată terapia cu aerosoli sunt esențiale pentru utilizarea efectivă a acestora în cazul diferitelor afecțiuni.

BIBLIOGRAFIE

- 1 KONDILI, E. and D. GEORGOPOULOS, Aerosol medications. *Respir Care Clin N Am*, 2002. 8(2): p. 309-334, viii-ix;
- 2 DHAND, R. and E. MERCIER, Effective inhaled drug administration to mechanically ventilated patients. *Expert Opin Drug Deliv*, 2007. 4(1): p. 47-61;
- 3 Ordinul Ministerului Sănătății al Republicii Moldova nr.861 din 30 iulie 2013. [citată 02.09.2021]. Disponibil: <http://89.32.227.76/files/14368-PCS%2520in%2520anestezie-aprobat%2520prin%2520Ordinul%2520MS%2520nr.861%2520din%252030.07.2013.pdf>
- 4 Anestezia în funcție de tipul intervenției chirurgicale. Management perioperator. <https://atimures.ro/wp-content/uploads/2018/10/Alice-Dragoescu-Particularit%C4%83%C8%9Bile-anesteziei-%C3%AEn-chirurgia-tumorilor-cu-localizare-oro-maxilo-faciala.pdf>
- 5 [https://doslovno.com/publications/meditsinskaya-entsiklopediya-3/chto-delat-esli-bolit-gorlo-970_Percutaneous tracheostomy: a comprehensive review](https://doslovno.com/publications/meditsinskaya-entsiklopediya-3/chto-delat-esli-bolit-gorlo-970_Percutaneous%20tracheostomy%3A%20a%20comprehensive%20review) ASHRAF O. RASHID, SHAHEEN ISLAM, <https://jtd.amegroups.com/article/view/15647/html>
- 6 Resuscitarea cardiorespiratorie și cerebrală adulți (SVAC, Ghidul ILCOR 2015-2020) Gh.CIOBANU <https://urgente.usmf.md/wp-content/blogs.dir/96/files/sites/96/2018/06/RCR-siC-adul%C8%9Bi.pdf>
- 7 Cardiopulmonary resuscitation (CPR): First aid Intervenția chirurgicală pentru abcesul retrofaringian. <https://www.mayoclinic.org/first-aid/first-aid-cpr/basics/art-20056600>
- 8 ResMed AirTouch F20 CPAP Mask Review. <https://www.healthsqyre.com/education/best-cpap-masks-machines-supplies/best-cpap-full-face-masks/airtouch-f20-cpap-mask-review/>
- 9 Вам предстоит бронхоскопия. К чему готовиться? <https://doctor.kz/health/news/2012/03/29/13033>
- 10 Ультразвуковая технология проведения ФГС. https://hightech.fm/2019/06/20/fgs?is_ajax=1
- 11 Ghidul de supraveghere și control în infecțiile nosocomiale a fost aprobat de către Consiliul de Experți al Ministerului Sănătății al Republicii Moldova, proces-verbal nr. 5 din 28 noiembrie 2008.
- 12 GRALTON J, TOVEY E, MCLAWS ML, RAWLINSON WD. The role of particle size in aerosolised pathogen transmission: a review. *Journal of Infection* 2011; 62: 1–13.
- 13 LOCKHART SL, DUGGAN LV, WAX RS, SAAD S, GROCCOTT HP. Personal protective equipment (PPE) for both anesthesiologists and other airway managers: principles and practice

- during the COVID-19 pandemic. Canadian Journal of Anesthesia 2020. Epub 4 June. <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01673-w>.
- 14 LOCKHART SL, DUGGAN LV, WAX RS, SAAD S, GROCOTT HP. Personal protective equipment (PPE) for both anesthesiologists and other airway managers: principles and practice during the COVID-19 pandemic. Canadian Journal of Anesthesia 2020. Epub 4 June. <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01673-w>.
- 15 TRAN K, CIMON K, SEVERN M, PESSOA-SILVIA CL, CONLY J. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: a systematic review. PLoS One 2012; 7(4): e35797;
- 16 GREIG PR, CARVALHO C, EL-BOGHADLY K, RAMESSUR S. Safety testing improvised COVID -19 personal protective equipment based on a modified full-face snorkel mask. Anaesthesia 2020; 75: 970–1;
- 17 EVERINGTON K. Taiwanese doctor invents device to protect US doctors against coronavirus. Taiwan News 23 March 2020. <https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3902435> (accessed 28/04/2020).
- 18 Colasimone D. Australian doctors design and make life-saving equipment needed for coronavirus pandemic. 6 April 2020. <https://www.abc.net.au/news/2020-04-06/doctors-designing-medical-equipment-to-face-coronavirus-covid-19/12120588> (accessed 29/04/2020).
- 19 Adir Y, Segol O, Kompaniets D, et al. Covid19: minimising risk to healthcare workers during aerosol producing respiratory therapy using an innovative constant flow canopy. European Respiratory Journal 2020; 55: 2001017.
- 20 Au Yong PS, Chen X. Reducing droplet spread during airway manipulation: lessons from the COVID-19 pandemic in Singapore. British Journal of Anaesthesia 2020; 125(1): e176–e178.
- 21 CANELLI R, CONNOR CW, GONZALEZ M, NOZARI A, ORTEGA R. Barrier enclosure during endotracheal intubation. New England Journal of Medicine 2020; 382: 1957–8.
- 22 MTC develops intubation shield to protect NHS staff <https://www.instrumentation.co.uk/mtc-develops-intubation-shield-to-protect-nhs-staff/>
- 23 AGP Shield CFD Study of Droplets and Aerosol Airpaths http://www.the-mtc.org/_literature_158266/Arup_CFD_Study_of_Droplets_and_Aerosol_Airpaths
- 24 AGP Shield CFD Study of Droplets and Aerosol Airpaths <https://www.the-mtc.org/media/ua5pxzql/agp-shield-results-v5-2.pdf>
- 25 Potential Portable Individual Biocontainment Unit to Reduce COVID-19 Transmission <https://mirm-pitt.net/medical-devices/potential-portable-individual-biocontainment-unit-to-reduce-covid-19-transmission/>

- 26 Badger Boxes. <https://making.engr.wisc.edu/box/>
- 27 РУДЫЙ Юлия, Ультрафиолетовый свет уничтожает коронавирус за несколько секунд. 25 июня 2020 19:20. <https://www.vesti.ru/nauka/article/2422202#/photo/0>
- 28 Signify: UV light could be gamechanger in virus fight. Original article from Bloomberg. June 17, 2020. <https://www.bu.edu/neidl/2020/06/signify-uv-light-could-be-gamechanger-in-virus-fight/>
- 29 Лампа OSRAM HNS 15W G13 <https://mik.tv/meditsinskie-lampy/hns-15w-g13/>
- 30 J. P. SIMPSON , D. N. WONG, L. VERCO , R. CARTER, M. DZIDOWSKI and P. Y. CHAN, Measurement of airborne particle exposure during simulated tracheal intubation using various proposed aerosol containment devices during the COVID-19 pandemic, *Anaesthesia* 2020, 75(12):1587-1595. doi: 10.1111/anae.15188
- 31 GREIG PR, CARVALHO C, El-BOGHADLY K, RAMESSUR S. Safety testing improvised COVID -19 personal protective equipment based on a modified full-face snorkel mask. *Anaesthesia* 2020; 75: 970–1.
- 32 TERCEK K. KEUSCH Glass Inc. creates intubation boxes for medical personnel. 14 News 1 April 2020. <https://www.14news.com/2020/04/02/keusch-glass-inc-creates-intubation-boxes-medical-personnel/> (accessed 29/04/2020).