Použitie chirurgického rúška spolu s vysoko-prietokovou nazálnou kanylou (HFNC) vedie k zlepšeniu oxygenácie u pacientov s COVID-19: súbor kazuistík

Juraj Smaha, Martin Kužma, Kristína Brázdilová, Peter Jackuliak, Juraj Payer

V. interná klinika LF UK a UNB, Bratislava

Nový koronavírus SARS-CoV-2 je zodpovedný za rozvoj akútneho infekčného ochorenia COVID-19. Zatiaľ čo u väčšiny ľudí má toto ochorenie mierny priebeh, u signifikantnej menšiny sa rozvinie určitá miera respiračnej insuficiencie, vyžadujúca hospitalizáciu. V prípade zlyhania konvenčnej oxygenoterapie je metódou voľby u pacientov s respiračnou insuficienciou ventilácia s vysoko-prietokovou nazálnou kanylou (HFNC). V snahe o zmiernenie disperzie infekčného aerosolu pri liečbe s HFNC, sa na mnohých pracoviskách nazálna kanyla u ventilovaného pacienta prekrýva chirurgickým rúškom. Podľa recentných pozorovaní by aplikácia chirurgického rúška u týchto pacientov mohla mať aj pozitívny efekt na parametre oxygenácie bez klinicky relevantných nežiaducich účinkov. Na predkladanom súbore kazuistík demonštrujeme tento efektívny, jednoduchý a dostupný spôsob ako zlepšiť oxygenáciu u pacientov s ochorením COVID-19 a hypoxemickým respiračným zlyhaním liečených s HFNC.

Kľúčové slová: COVID-19, hypoxemická respiračná insuficiencia, vysoko-prietoková nazálna kanyla.

Application of surgical mask with high-flow nasal cannula (HFNC) leads to improved oxygenation in patients with COVID-19: a set of case reports

The new coronavirus SARS-CoV-2 is responsible for the development of acute infectious illness named COVID-19. While most people have a mild course of the disease, a significant minority of patients will develop some degree of respiratory insufficiency requiring hospitalization. In case of failure of conventional oxygen therapy, the method of choice in patients with respiratory insufficiency is ventilation with high-flow nasal cannula (HFNC). In order to reduce the dispersion of infectious aerosol during HFNC treatment, nasal cannula is often covered with a surgical mask in many hospitals. According to recent observations, the application of a surgical mask in these patients could also have a positive effect on oxygenation parameters without clinically relevant side effects. In the present set of case reports, we demonstrate this effective, simple and affordable way how to improve oxygenation in patients with COVID-19 and hypoxemic respiratory failure treated with HFNC.

Key words: COVID-19, hypoxemic respiratory failure, high-flow nasal cannula.

Úvod

Ochorenie COVID-19 spôsobené vírusom SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2), môže viesť k akútne a rýchlo sa zhoršujúcemu stavu v dôsledku hypoxemickej respiračnej insuficiencie, ktorá je spôsobená typicky obojstranným vírusovým zápalom pľúc,

často postihujúcim až 20 % objemu pľúc (1). Výsledkom je globálna hypoxia, ktorá môže viesť k multiorgánovému poškodeniu a následne smrti. Štandardná liečba ťažkej formy ochorenia COVID-19 zahŕňa oxygenoterapiu, špecifickú antivírusovú liečbu, imunomodulačnú terapiu a podpornú liečbu. Na základe posledných štúdií sa u 14 % pacientov

KORESPONDENČNÁ ADRESA AUTORA: MUDr. Juraj Smaha, jurajsmaha@gmail.com

V. interná klinika LF UK a UNB

Ružinovská 6, 826 06 Bratislava, Slovenská republika

Cit. zkr: Vnitř Lék 2021; 67(e2): e29–e33

Článek přijat redakcí: 9. 2. 2021

Článek přijat po recenzích k publikaci: 15. 3. 2021

rozvinie respiračné zlyhanie s nutnosťou hospitalizácie a oxygenoterapie, ťažká respiračná insuficiencia sa rozvinie približne u 5 % pacientov (2). Adekvátne oxygenácie sa dá dosiahnuť viacerými spôsobmi: konvenčnou oxygenoterapiou (nazálnymi okuliarmi, tvárovou kyslíkovou maskou, **kyslíkovou maskou s rezervoárom**) alebo vysoko-prietokovou oxygenáciou (High-Flow Oxygen – HFO) typicky prostredníctvom vysoko-prietokovej nazálnej kanyly (High-Flow Nasal Cannula – HFNC). V najťažších prípadoch, spravidla po zlyhaní predchádzajúcich postupov sa pristupuje k neinvazívnej alebo invazívnej mechanickej ventilácii. Cieľová hodnota saturácie krvi kyslíkom (SpO₂) pre dospelých bola stanovená na ≥ 92% (3). V uvedenom článku sa venujeme opisu prípadov 4 pacientov, ktorí boli prijatí na naše oddelenie pre bilaterálnu pneumóniu spôsobenú COVID-19 s akútnou hypoxemickou respiračnou insuficienciou a nutnosťou HFNC.

Opis prípadov

Pacienti zaradení do súboru boli prijatí na V. internú kliniku LF UK a UNB v rozmedzí 17. 1.–26. 1. 2021. Ide o troch mužov (72–77 rokov) a jednu ženu (76 rokov), ktorých základná diagnóza pri prijatí bola bilaterálna pneumónia spôsobená SARS-CoV-2. Infekcia SARS-CoV-2 bola diagnostikovaná na základe vyšetrenia RT-PCR v komerčnom

Obr. 1. RTG vyšetrenie pľúc pacientov zaradených do súboru

laboratóriu. Diagnóza bilaterálnej pneumónie bola stanovená na základe RTG snímky pľúc (obrázok č. 1), klinického stavu a laboratórnych vyšetrení. U každého pacienta sa počas hospitalizácie rozvinula ťažká

Tab. 1. Charakteristika klinických prejavov u pacientov v súbore pri prijatí

		Pacient 1	Pacient 2	Pacient 3	Pacient 4
Antropometria a pridružené ochorenia	Vek (roky)	77	72	72	76
	Hmotnosť (kg)	85	93	85	80
	Výška (cm)	176	180	178	160
	BMI (kg/m ²)	27,4	28,7	26,8	31,3
	Artériová hypertenzia	Áno	Áno	Áno	Áno
	Koronárna choroba srdca	Áno	Nie	Áno	Nie
	Diabetes mellitus	Nie	Áno	Nie	Nie
	Chronické ochorenie obličiek	Nie	Áno	Áno	Nie
	Iné	M. Alzheimer	Astma bronchiale	-	Fibrilácia predsiení
Klinické prejavy	Trvanie príznakov (dní)	4	5	4	3
	Dĺžka hospitalizácie v čase testu (dní)	1	1	0	0
	RTG nález	Bilat. infiltráty	Bilat. infiltráty	Bilat. infiltráty	Bilat. infiltráty
	Dyspnoe	Áno	Áno	Áno	Áno
	GIT príznaky	Nie	Nie	Nie	Nie
	Kašeľ	Áno	Áno	Áno	Áno
	Febrilita	Áno	Áno	Áno	Nie
	Iné:	Celková slabosť	-	-	Strata čuchu, slabosť
Vitálne funkcie	SpO ₂ (%) bez oxygenoth.	80	86	84	89
	TK (mmHg)	120/60	180/100	103/63	117/74
	SF(min)	70	93	68	125

Tab. 3. Hodnoty vitálnych funkcií a vybraných parametrov oxygenácie počas realizácie testu

	Pacient č. 1			Pacient č. 2			Pacient č. 3			Pacient č. 4		
	HFNV 0. minúta	HFNV+ rúško 30. minúta	HFNV bez rúška 60. minúta	HFNV 0. minúta	HFNV+ rúško 30. minúta	HFNV bez rúška 60. minúta	HFNV 0. minúta	HFNV+ rúško 30. minúta	HFNV bez rúška 60. minúta	HFNV 0. minúta	HFNV+ rúško 30. minúta	HFNV bez rúška 60. minúta
TK (mmHg)	115/60	120/65	120/60	160/70	165/75	158/80	120/80	115/75	134/80	118/90	115/85	125/85
pulz (/min)	78	75	73	90	90	93	100	98	118	105	110	100
dychová frekvencia (/min)	18	14	14	25	14	21	16	16	33	14	14	18
pCO ₂ (kPa)	4,21	4,47	4,41	4,27	4,58	4,56	3,42	3,55	3,41	4,85	5,03	5,00
pO ₂ (kPa)	6,89	14,93	8,86	5,44	9,73	6,13	6,62	8,12	5,02	7,21	8,11	7,79
SpO ₂ (%)	88,5	98,6	93,9	81,30	95,6	84,9	86,0	91,5	74,1	89	91,6	90,2

Tab. 2. Charakteristika pacientov – vstupný laboratórny nález

		Pacient 1	Pacient 2	Pacient 3	Pacient 4
Krvný obraz	Leukocyty ($\times 10^9/l$)	5,8	11,8↑	16,4↑	8,3
	Erytrocyty ($\times 10^{12}/l$)	4,1	4,3	4,94	4,5
	Hemoglobín (g/l)	121↓	135	161	140
	Hematokrit	0,37↓	0,4	0,48	0,43
	Trombocyty ($\times 10^9/l$)	210	335	348	160
Biochémia sérum	Glykémia (mmol/l)	6,1↑	10,29↑	8,07↑	7,49↑
	Urea (mmol/l)	7,2	13,6↑	23,4 ↑	12,4 ↑
	Kreatinín (umol/l)	75,2	125↑	201,1 ↑	201,1↑
	Glomerulárna filtrácia CKD-EPI (ml/s)	1,39	0,81↓	0,46↓	0,71↓
	Kys. močová (umol/l)	306	131	435	459
	Celkové bielkoviny (g/l)	58,6	58	67	64,6
	Albumín (g/l)	35,1	31,5	35,1	33,7
	Bilirubín celkový (umol/l)	8,5	9,7	8,3	9,6
	Bilirubín konjugovaný (umol/l)	6,12↑	7,6	-	6,37↑
	AST ukat/l	0,93	1,19↑	2,8↑	0,88
	ALT ukat/l	0,35	0,45	1,05↑	0,46
	GMT ukat/l	0,53	0,47	-	0,24
	ALP ukat/l	0,76	0,97	-	1,05
	Hs-cTnT (ug/l)	-	20,5	268↑	39,1
	Laktátdehydrogenáza (ukat/l)	7,96↑	10,5↑	19,8↑	-
	Sodík (mmol/l)	141	143	135,2	135
	Draslík (mmol/l)	3,5	4,3	5,1	4,23
	Vápnik (mmol/l)	1,94	1,98	2,1	-
	Fosfor (mmol/l)	0,78	-	1,34	-
	Osmolalita (mmol/kg)	286	302	323↑	302↑
	CRP (mg/l)	197,6↑	227↑	169↑	137,5↑
	PCT (ug/l)	0,075	19,3↑	1,27↑	0,412↑
	TSH (mIU/l)	1,5	-	0,95	0,63
	Vitamin D (ug/l)	5,7↓	30,4	45,8	12,5↓
Koagulácia	Fibrinogén (g/l)	5,98↑	6,2↑	6,2↑	4,89
	D-Dimer (mg/l)	0,96↑	0,78↑	3,1↑	4,82 ↑
	Quick-INR	1,26↑	1,14	1,07	1,1
	APTT-ratio	1,3↑	1,21↑	1,04	0,9

↑↓ označuje hodnoty nad (↑) resp. pod (↓) referenčným rozmedzím pre daný parameter

hypoxemická respiračná insuficiencia s nutnosťou HFNC. Charakteristika klinického stavu, pridružených ochorení a laboratórnych parametrov pacientov pri prijatí je zhrnutá v tabuľke 1 a 2.

Priebeh testu

Test bol vykonaný u každého pacienta v čase medzi 8,00–12,00 hod do 24 hodín od prijatia. Každý pacient súhlasil s testom a podpísal informovaný súhlas. Každý pacient bol napojený na vysoko-prietokovú oxygenoterapiu nazálnou kanylou (Fisher And Paykel Airvo 2 HFNV High Flow Oxygen Therapy, Nový Zéland). Prietok vzduchu na zariadení bol nastavený na maximálnu hodnotu 60 l/min. **Prietok kyslíka na prietokomeri zo zdroja kyslíka bol nastavený na 50 litrov.** Teplota vzduchu sa pohybovala v rozmedzí 32–37 °C. **Nastavené parametre sa počas celého testu nemenili.** Všetci pacienti ležali počas testu na lôžku v Semi-Fowlerovej polohe. Počas celého testu bola kontinuálne monitorovaná saturácia krvi kyslíkom prostredníctvom štandardného pulzného oxymetra napojeného na externý monitor. Prvý odber artériovej krvi bol realizovaný najmenej 30 minút po napojení pacienta na HFNC. Následne bolo vyšetrujúcim lekárom pacientovi nasadené chirurgické rúško tak, aby prekryvalo nos, ústa a bradu. **Pacient s HFNC a nasadeným**

chirurgickým rúškom je na obrázku č. 2. Druhý odber artériovej krvi bol realizovaný minimálne 30 minút po aplikácii chirurgického rúška. Po druhom odbere artériovej krvi bolo chirurgické rúško opätovne zložené. Tretí odber artériovej krvi bol realizovaný minimálne 30 minút po zložení chirurgického rúška. Odbery artériovej krvi boli realizované štandardným odberovým setom (Roche MICROSAMPLER PROTECT) z a. radialis. Vzorky krvi boli analyzované v komerčnom laboratóriu. Počas celého testu bol v miestnosti prítomný vyšetrujúci lekár, ktorý kontroloval stav pacienta a správnu aplikáciu a polohu chirurgického rúška. Počas každej fázy vyšetrenia bol pacientovi meraný krvný tlak, srdcová frekvencia a počet dychov za minútu (tabuľka 3). Ani jeden z pacientov pri úvodnom vyšetrení krvných plynov nedosahoval hodnotu SpO₂ 90% (tabuľka 3). Po 30 minútach oxygenoterapie s prekrytím nosa a úst chirurgickým rúškom došlo u každého sledovaného pacienta k vzostupu SpO₂ nad 90%, u dvoch pacientov k vzostupu nad 94% (graf 1). Rovnako sme pozorovali aj vzostup pO₂ (graf 2). 30 minút po zložení chirurgického rúška sme u všetkých pacientov pozorovali pokles SpO₂ aj pO₂ (graf 1, resp 2). U všetkých pacientov sme počas testu po aplikácii chirurgického rúška pozorovali iba minimálny vzostup hodnôt pCO₂ (graf 3). Každý pacient HFNC s nasadeným chirurgickým rúškom

Obr. 1. Pacient s HFNC a nasadeným chirurgickým rúškom počas testu. Chirurgické rúško prekryva nos, ústa a bradu. Pacient leží v semi-Fowlerovej polohe – hlavová časť postele je elevovaná 30° až 45°

dobre toleroval. Hodnoty tlaku krvi a pulzu sa u pacientov výraznejšie nemenili. Pacient č. 2 bol pred aplikáciou aj po zložení chirurgického rúška tachypnoický. Pri aplikovanom chirurgickom rúšku bola dychová frekvencia v medziach normy. Pacient č. 3 začal byť krátko po zložení chirurgického rúška výrazne tachypnoický a hypoxemický, po opätovnom nasadení chirurgického rúška došlo prakticky okamžite k zníženiu dychovej frekvencie, zníženiu dychovej práce a k zlepšeniu oxygenácie krvi kyslíkom. 4. odber artériovej krvi bol u pacienta č. 3 realizovaný cca o 5–10 minút po opätovnom nasadení chirurgického rúška. Vo výsledkoch vidieť opätovný vzostup SpO₂ ako aj vzostup pO₂ (graf 4).

Diskusia

Tradičná nazálna kanyla umožňuje oxygenoterapiu s nízkym prietokom kyslíka do 6 l/min a s frakciou vdychovaného kyslíka (Fraction of Inspired Oxygen – FiO₂) 0,4 u pacientov s normálnou minútovou ventiláciou (4). U tachypnoických pacientov však hodnota FiO₂ pri oxygenoterapii nízkoprietokovou nazálnou kanylou rýchlo klesá. Pokiaľ nie je možné zabezpečiť cieľovú hodnotu saturácie krvi kyslíkom pomocou konvenčnej oxygenoterapie, metódou prvej voľby je u pacientov s ochorením COVID-19 oxygenoterapia pomocou HFNC (3). HFNC zlepšuje oxygenáciu u pacientov s akútnym hypoxemickým respiračným zlyhaním a dokáže udržať stabilnú hodnotu FiO₂ aj pri vyššom inspiračnom úsilí tachypnoických pacientov. Dodáva zvlhčený, ohriaty vzduch podstatne vyšším prietokom než konvenčná oxygenoterapia, čím znižuje anatomický mŕtvý priestor a zvyšuje tlak v horných dýchacích

cestách (5). Medzi potenciálne benefity HFNC patrí udržiavanie konštantnej hodnoty FiO₂, zlepšenie mukociliárneho transportu, zníženie dychovej práce, či možné udržiavanie pozitívneho end-expiračného tlaku (Positive End-Expiratory Pressure – PEEP) (6). Zdá sa, že využitie HFNC u pacientov s ochorením COVID-19 a hypoxemickým respiračným zlyhaním znižuje potrebu eskalácie liečby, intubácie a invazívnej pľúcnej ventilácie (7). V úvode pandémie ochorenia COVID-19 sa využitie HFNC spájalo so zvýšeným rizikom generovania infekčného aerosolu. Recentné práce poukázali na fakt, že vysokoprietoková oxygenoterapia cez nosovú kanylu nepredstavuje zvýšené riziko tvorby infekčného aerosolu v porovnaní s konvenčnou oxygenoterapiou kyslíkovou maskou (8). Mnohé pracoviská z epidemiologických dôvodov štandardne nasadzujú pacientom s HFNC chirurgické rúško v snahe minimalizovať riziko tvorby infekčného aerosolu. Aplikácia obyčajného chirurgického rúška však môže mať u pacientov aj významný vplyv na samotnú oxygenáciu krvi kyslíkom. Montiel et al. pozorovali, že aplikácia chirurgického rúška (prekrytie nosa, úst a brady) u hypoxemických pacientov s ochorením COVID-19 napojených na HFNC vedie k zlepšeniu oxygenácie (9). Na súbore 21 pacientov preukázali, že aplikácia chirurgického rúška u hypoxemického pacienta na maximálnych prietokoch HFNC vedie k signifikantnému vzostupu SpO₂ aj pO₂, pričom hodnota pCO₂ zostáva nezmenená. Všetci pacienti v súbore aplikáciu chirurgického rúška dobre tolerovali a po jeho odstránení došlo k opätovnému poklesu v hodnotách SpO₂ aj pO₂, čo svedčí skôr pre pozitívny efekt chirurgického rúška, než spontánne zlepšenie stavu pacienta v čase. Tento efekt sme replikovali aj v súbore našich kazuistik. V porovnaní s prácou Montiel a kol. boli naši pacienti vstupne výraznejšie hypoxemickí a následný vzostup v SpO₂ aj

pO₂ bol ešte výraznejší. Možný mechanizmus účinku tohto postupu sa vysvetľuje tým, že pacient s akútnou hypoxemickou respiračnou insuficienciou relatívne často najmä v úvode výrazne hyperventiluje a dýcha ústami. Takýmto spôsobom si "zriedkuje" hodnotu FiO₂ a napriek HFNC desaturuje. Po prekrytí nosa, úst a brady chirurgickým rúškom možno predpokladať zvýšenie koncentrácie kyslíka v okolí chirurgického rúška a zníženie prívodu atmosférického vzduchu cez ústa pacienta (10).

Záver

Prolongovaná hypoxémia vedie u pacientov s akútnym respiračným zlyhaním k horšej prognóze (11). Pandémia ochorenia COVID-19 predstavuje obrovskú záťaž na personál aj materiálno-technologické zabezpečenie zdravotníckych systémov prakticky po celom svete. Preto sa hľadajú efektívne postupy, ktoré možno aplikovať aj v stave núdze a nedostatku zdrojov. Jedným z lacných, bezpečných a jednoduchých postupov by mohla byť aplikácia chirurgického rúška u pacientov s ťažkou hypoxemickou respiračnou insuficienciou napojených na maximálne prietoky cez HFNC. Tento postup nielen že znižuje šírenie infekčného aerosolu v priestore, ale zdá sa, že môže mať aj signifikantný vplyv na zlepšenie oxygenácie u pacientov s ochorením COVID-19, ktorí majú hypoxemickú respiračnú insuficienciu napriek liečbe HFNC s maximálnymi prietokmi kyslíka. Do budúca sú žiaduce štúdie skúmajúce vzťah medzi aplikovaním tohto postupu a zlyhaním neinvazívnej oxygenoterapie, potrebou intubácie, či dĺžkou hospitalizácie a najmä mortalitou. Zaujímavým a potrebným zistením by určite bolo aj identifikovanie „fenotypu“ respondera na vyššie uvedený postup.

LITERATÚRA

- Choi H, Qi X, Yoon SH, et al. Extension of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) on Chest CT and Implications for Chest Radiograph Interpretation. *Radiol Cardiothorac Imaging* 2020; 2(2): e200107.
- Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* 2020; 323(13): 1239–1242.
- Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM, et al. Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the Management of Critically Ill Adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Crit Care Med.* 2020; 48(6): e440–e469.
- Ward JJ. High-flow oxygen administration by nasal cannula for adult and perinatal patients. *Respir Care* 2013; 58(1): 98–122.
- Sotello D, Rivas M, Mulkey Z, et al. High-flow nasal cannula oxygen in adult patients: a narrative review. *Am J Med Sci* 2015; 349(2): 179–185.
- Helviz Y, Einav S. A Systematic Review of the High-flow Nasal Cannula for Adult Patients. *Crit Care* 2018; 22(1): 71.
- Agarwal A, Basmaji J, Muttalib F, et al. High-flow nasal cannula for acute hypoxemic respiratory failure in patients with COVID-19: systematic reviews of effectiveness and its risks of aerosolization, dispersion, and infection transmission. *Can J Anaesth* 2020; 67(9): 1217–1248.
- Li J, Fink JB, Ehrmann S. High-flow nasal cannula for COVID-19 patients: low risk of bio-aerosol dispersion. *Eur Respir J* 2020; 55(5): 2000892.
- Montiel V, Robert A, Robert A, et al. Surgical mask on top of high-flow nasal cannula improves oxygenation in critically ill COVID-19 patients with hypoxemic respiratory failure. *Ann Intensive Care* 2020; 10(1): 125.
- Lee CC, Mankodi D, Shaharyar S, et al. High flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation in adults with acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review. *Respir Med* 2016; 121: 100–108.
- Martin LD, Mhyre JM, Shanks AM, et al. 3,423 emergency tracheal intubations at a university hospital: airway outcomes and complications. *Anesthesiology* 2011; 114(1): 42–48.