



Učinkovitost aerosolne škatle za preprečevanje okužb pri posegih, pri katerih nastajajo aerosoli

The efficacy of an aerosol box to prevent infections during aerosol-generating procedures

Luka Pušnik,¹ Matej Serdinšek,² Tatjana Stopar Pintarič,^{2,3} Nejc Umek³

Izvleček

Izpostavljenost okužbi zdravstvenih delavcev zaradi pandemije covid-19 je privedla do razvoja novih oblik osebne varovalne opreme. Ena od njih je aerosolna škatla, ki je bila zasnovana z idejo, kako varneje vstaviti dihalno cevko v sapnik bolnikom, okuženim z virusom SARS-CoV2. Uporaba aerosolne škatle ne sega samo v področje anesteziologije, ampak tudi v druga področja medicine. Številne kritike na račun prvotne zasnove so vodile v izdelavo novih oblik, ki postopoma izboljšujejo prvotne pomanjkljivosti. Razvoj se usmerja predvsem v okoliščino, kako zmanjšati oviranost kirurga (ali izvajalca) pri posegih ter kako zagotoviti varnejšo, enostavnejšo in hitrejšo možnost uporabe. Številnim avtorjem je uspelo pokazati, da uporaba aerosolne škatle pomembno vpliva na hitrost vstavitve dihalne cevke v sapnik, zato v urgentnih primerih odsvetujejo uporabo aerosolne škatle. Ob primerni uporabi ter ustreznem urjenju zdravstvenega delavca pa se je izkazala kot učinkovita osebna varovalna oprema, ker zdravstvene delavce dobro zaščiti pred velikimi in majhnimi vodnimi kapljicami. Pravilno posodobljena oblika aerosolne škatle dobro varuje tudi pred aerosolnimi delci, medtem ko uporaba izvirne oblike lahko tveganje za okužbo zdravstvenega delavca z aerosolnimi delci še poveča.

Abstract

The new risks faced by healthcare workers in the COVID-19 pandemic have inspired the development of new forms of personal protective equipment (PPE). Such a novel PPE is an aerosol box modified and adapted to facilitate safer intubation of patients infected with SARS-CoV2. Hitherto, the idea of a protective aerosol box has found clinical application in anaesthesiology and many other fields of medicine and dentistry. However, numerous criticisms of the original design have led to the evolution of new forms that gradually improved the original shortcomings. The present modified design improves the safety and simplicity of use while reducing the operator's hindrance during interventions. Operator training

¹ Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

² Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

³ Inštitut za anatomijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

Korespondenca / Correspondence: Luka Pušnik, e: luka.pusnik7@gmail.com

Ključne besede: osebna varovalna oprema; covid-19; vodne kapljice; varnost; vstavitve dihalne cevke v sapnik

Key words: personal protective equipment; COVID-19; water droplets; safety; tracheal intubation

Prispelo / Received: 29. 10. 2020 | **Sprejeto / Accepted:** 1. 5. 2021

Citirajte kot/Cite as: Pušnik L, Serdinšek M, Stopar Pintarič T, Umek N. Učinkovitost aerosolne škatle za preprečevanje okužb pri posegih, pri katerih nastajajo aerosoli. Zdrav Vestn. 2022;91(5–6):205–14. DOI: <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3187>



Avtorske pravice (c) 2022 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

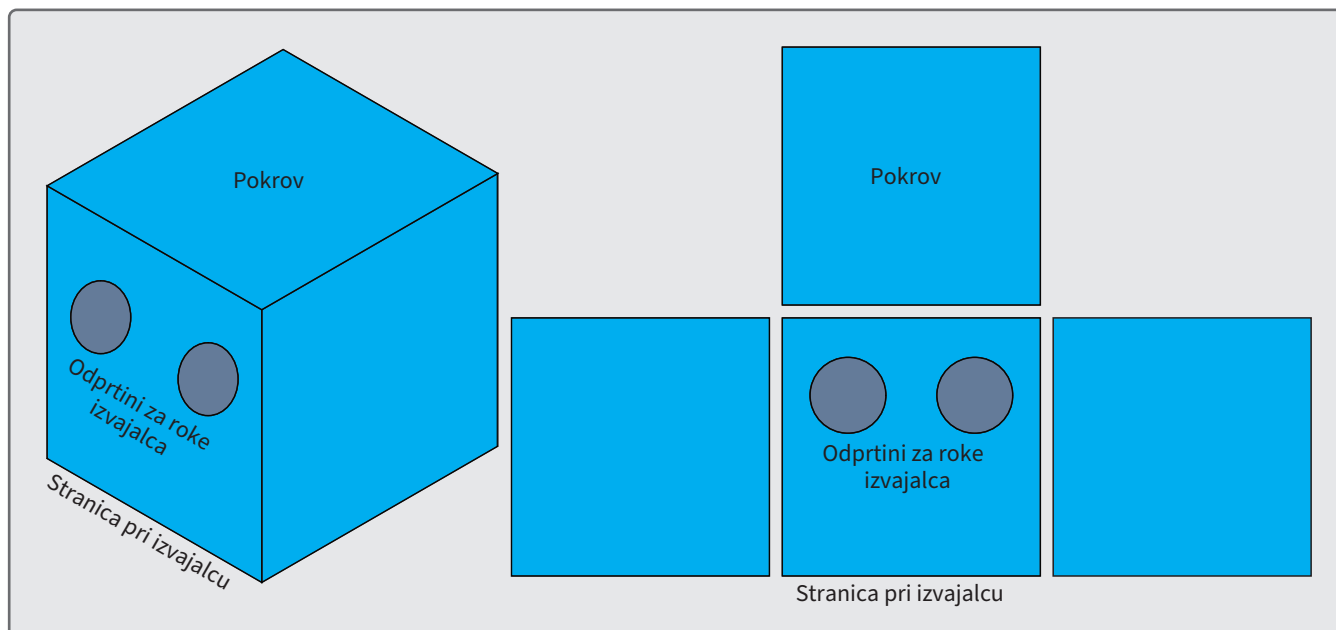
is also extremely important for the correct and safe use of the aerosol box in clinical practice. Aerosol box does significantly affect the speed of intubation therefore it is not recommended in urgent cases. Many authors have been able to prove that the use of the original box, as well as its later modifications, adequately protects healthcare workers from large and small water droplets. However, the use of the original form increases the risk of infection with aerosol particles.

1 Uvod

Pandemija covid-19 je povzročila dodatno tveganje za zdravstvene delavce, ki ga je morebitno pomanjkanje osebne varovalne opreme še povečalo. Virus SARS-CoV2 se prenaša pretežno kapljično z izločki zgornjih dihal, vendar obstaja tudi možnost aerosolnega prenosa (1). Delci, s katerimi se virus prenaša, so različno veliki in jih lahko opredelimo kot velike kapljice, ki imajo premer 60 μm in več, majhne kapljice, ki so velike 10 – 60 μm , ter aerosolne delce, ki so manjši od 5 μm . Velike kapljice se poležejo na površine, oddaljene do dveh metrov, majhne vodne kapljice dosežejo razdalje, tudi večje od dveh metrov, aerosolni delci pa lahko ostanejo v zraku še tri ure po nastanku (2-4). Zaščita med postopki, pri katerih nastajajo aerosolni delci, je tako ključnega pomena, saj zdravstveni delavci, ki izvajajo te postopke, veliko bolj tvegajo, da se okužijo (1,3,4). Za zmanjšanje aerosolnega prenosa so učinkoviti tudi drugi ukrepi, kot so zmanjševanje števila osebja v prostoru, kjer se izvajajo posegi; sterilizacija ter dezinfekcija opreme in uporaba osebne varovalne opreme (4,5). Med postopke s povečanim tveganjem za nastanek aerosolov (*angl.* aerosol generating procedures, AGP) sodijo vstavitve in odstranitve dihalne cevke v sapnik, predihavanje z masko, traheotomija, orofaringealna/trahealna aspiracija, bronhoskopija, ezofago/gastro/duodenoskopija, transezofagealna ehokardiografija ter kirurški posegi na glavi in vratu (3,6). Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) in Center za nadzor in preprečevanje bolezni (FDA) sta določila seznam posegov, pri katerih je potrebna uporaba osebne varovalne opreme, ki je sestavljena iz pokrivala za lase, zaščitnih očal, maske N95, rokavic in obleke z dolgimi rokavi (7-9). Visoka stopnja preobremenjenosti ter omejen dostop do tehnologije in materialov za oskrbo bolnikov spodbujata razvoj strategij za izboljšanje osebne varovalne zaščite v državah s slabše razvitim zdravstvenim sistemom (10). V slednjih je zaradi številnih dodatnih dejavnikov tveganja, kot so neustrezno prezračevanje, izvajanje posegov v prostorih, kjer ni mogoče vzpostaviti negativnega tlaka, pomanjkanja sob za pripravo na poseg, bolniške sobe z več bolniki ter neustrezno tesnjenje vrat in oken, še dodatno povečana možnost za aerosolni prenos (4,11-14). Zaradi povečanega tveganja za okužbo

z virusom med medicinskimi postopki, pri katerih nastaja aerosol, so v času pandemije covid-19 zasnovali dodatno opremo za zaščito zdravstvenih delavcev. Sem sodi tudi aerosolna škatla. Gre za prozorno iz akrila ali polikarbonata izdelano škatlo, ki pokriva glavo bolnika in ima dve odprtini, ki izvajalcu omogočata dostop do dihalnih poti, rokovanje s pripomočki in vstavitve in odstranitve dihalne cevke v sapnik ali iz njega (15). Prvi je zasnovo za škatlo marca 2020 objavil tajvanski anesteziolog Lai Hy z željo, da zdravnikom, ki delajo v izpostavljenih kliničnih okoljih, omogoči varnejšo vstavitve dihalne cevke v sapnik. Prvotne aerosolne škatle so bile zasnovane kot prozorne škatle v velikosti 50 x 50 x 40 cm z dvema okroglima odprtinama v premeru 10 cm za roke izvajalca (Slika 1). Prvotna zasnova škatle je stremela k čim večji možnosti po večkratni uporabi. Uporabljala je materiale, odporne proti višjim temperaturam, njena cena pa je bila ocenjena na 67 \$ za eno aerosolno škatlo (1,16-20). Za izdelavo aerosolne škatle so najpogosteje uporabili prozorne akrilne ali polikarbonatne plošče, debeline 5–6 mm, novejša aerosolna škatla pa uporabljajo tudi debelejši akril, debeline do 9,5 mm, ali tanjši akril, debeline 3 mm, kar pomeni veliko razliko v končni teži aerosolne škatle (17,20-24). Prednosti akrilnega materiala so trajna prozornost, prosta in široka dostopnost ter nizka cena. Preprosto ga je tudi rezati in upogibati ob višji temperaturi (25). Kakovost izvirnega modela se je ponekod poslabšala že po treh do petih uporabah, medtem ko omogoča različica z debelejším akrilom do 8 tednov intenzivne klinične uporabe in številna razkuževanja (17). Čas izdelave aerosolne škatle je ocenjen na 4 ure, čas za postavitve aerosolne škatle za klinično uporabo pa na 5–7 minut (24,26).

Številne kritike o pomanjkljivosti prvotne zasnove aerosolne škatle, po drugi strani pa porast okužb med zdravstvenimi delavci ob splošnem pomanjkanju osebne varovalne opreme, so spodbudili hitrejši razvoj prvotne aerosolne škatle, ki je v nekaj mesecih doživela številne izboljšave (22). Uporabnost aerosolne škatle ni omejena le na posege za zagotavljanje prehodne dihalne poti, temveč sega tudi v druga področja medicine. Doslej so možnost za njeno uporabo opisali tudi



Slika 1: Aerosolna škatla.

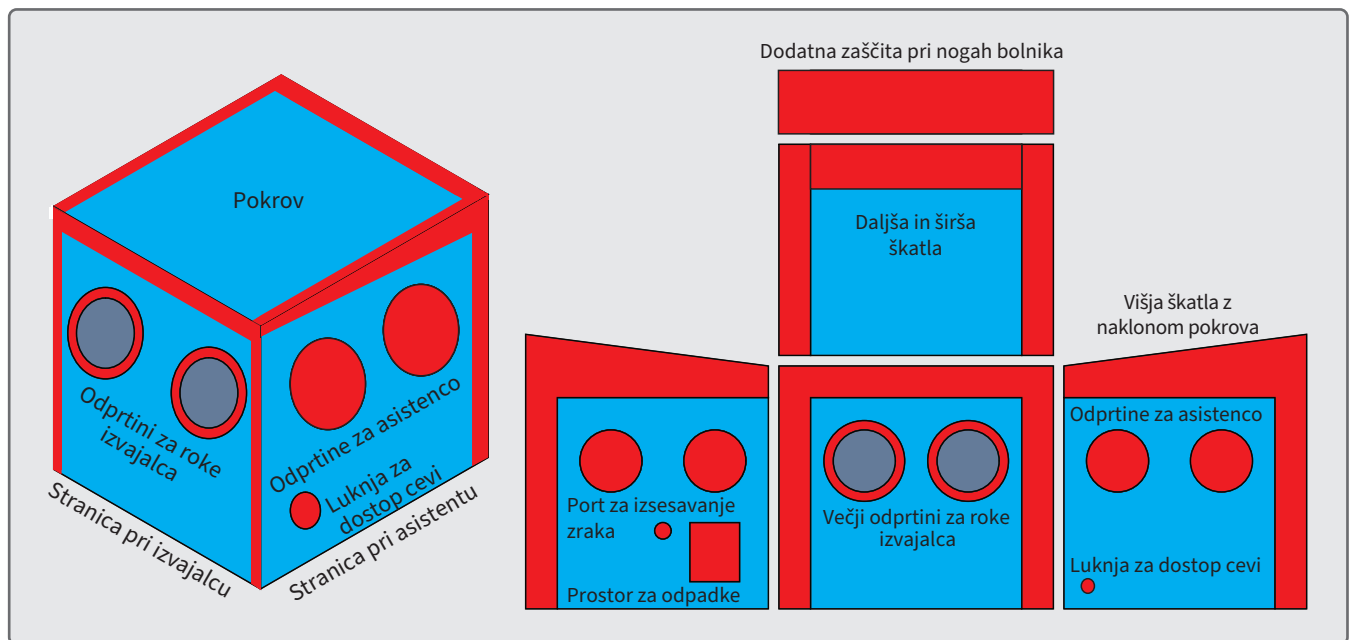
Prvotna zasnova aerosolne škatle ima 6 ploskev. Zgornja in obe stranski ploskvi so brez odprtini; ploskev, obrnjena proti izvajalcu, ima dve odprtini za roke; ploskve, obrnjene proti nogam in spodnje ploskve, kjer leži bolnik, ni. Središče odprtine je oddaljeno 25 cm od spodnjega roba oziroma 10 cm od stranskega roba aerosolne škatle. Povzeto po Lai HY, 2020 (20).

na področju (a) dermatologije za izvajanje posegov na področju obraza, (b) oftalmologije za izvajanje operacij, (c) gastrointestinalne kirurgije za izvedbo urgentnih operacij, (č) gastroenterologije za ezofago/gastro/duodenoskopijo ter (d) neonatologije za AGP novorojenčkov, katerih matere so okužene z virusom SARS-CoV2. Avtorji omenjajo tudi uporabo v zobozdravstvu in otorinolaringologiji (3,7,23,24,26-30).

2 Pomanjkljivosti prvotne zasnove aerosolne škatle

Preprosto zasnovo izvorne aerosolne škatle so pogosto kritizirali, zato mnogi raziskovalci poskušajo pomanjkljivosti škatle odpraviti. V prvi vrsti se je izkazalo, da lahko aerosolna škatla oteži postopke, ki so življenjskega pomena in jih je treba opraviti izredno hitro, zato je manj uporabna za urgentne primere (31). Dolgotrajno nameščanje škatle lahko pomembno podaljša čas do izvedbe nujnega posega, hkrati pa izvajalca dodatno ovira pri dostopu do bolnika (24,26,32). Dve najpogostejši subjektivni težavi pri rokovanju z aerosolno škatlo sta nelagodje pri rokovanju z bužijem ter laringoskopom in povečana miselna obremenitev izvajalca, kar je pogosto povzročilo opuščanje uporabe aerosolne škatle v številnih bolnišnicah (1). Poleg že omenjenih pomanjkljivosti pogosto zasledimo še težave,

ki so posledica: (a) neustrezne velikosti še posebej pri čezmerno prehranjenih bolnikih ter bolnikih s krajšim vratom (18,32); (b) premajhne višine aerosolne škatle, ki ne omogoča ustreznega rokovanja z elastičnim bužijem, kar oteži delo predvsem izvajalcem nižje rasti in (1,22,32); (c) premajhnega oz. prevelikega premera odprtini za roke ali odsotnosti odprtini za asistenco, ki jo nudi medicinska sestra (1,24). Precej kritik je prvotna zasnova aerosolne škatle prejela tudi zaradi: (č) neustrezne zasnove ploskve, ki je obrnjena proti nogam bolnika, saj tako ne ščiti osebja, ki se nahaja v bližini odprte ploskve (8,17,33,34); (d) spodnjega dela, ki dovoljuje drsenje ter potrebuje pomoč osebja pri stabiliziranju aerosolne škatle (27,28); (e) nezmožnosti varno in hitro odstraniti škatlo v primeru težav pri vzpostavitvi dihalne poti (22,32); (f) nezmožnosti ustvarjanja negativnega zračnega tlaka in preprečevanja uhajanja zraka ter aerosolnih delcev (7,26); (g) velike teže in togosti pri rokovanju; (h) kratke življenjske dobe ter (i) težav s shranjevanjem in čiščenjem (17,33,35). Mnenja glede čiščenja in razkuževanja aerosolne škatle so zelo deljena. Nekateri navajajo enostavnost razkuževanja kot prednost aerosolne škatle, drugi pa navajajo težavnost razkuževanja kot eno njenih glavnih pomanjkljivosti (21,31). Za razkuževanje se priporoča 70-odstotna raztopina alkohola, ki jo lahko nadomesti 0,5-odstotna raztopina hipoklorita (20,21,28). Zaradi očitanih



Slika 2: Pogoste posodobitve izvorne aerosolne škatle.

pomanjkljivosti so nastale številne posodobitve ter izboljšave škatel, s katerimi skušajo odpraviti napake in povečati njeno uporabnost.

3 Izboljšave prvotne zasnove aerosolne škatle

Predlagali so že več izboljšav aerosolne škatle, s katerimi so poskušali odpraviti pomanjkljivosti prvotne zasnove (Slika 2). Najpogostejša posodobitev je dodana stranska odprtina ali več odprtin, ki omogočajo lažje podajanje in rokovanje s pripomočki (1,7,16,28,32). Odprtine so največkrat okrogle, premera 10–12,5 cm, lahko pa so tudi kvadratne oblike, velikosti do 27 x 27 cm (3). Najpogosteje so prosto odprte, lahko pa so zastrte s premičnim akrilnim materialom, neoprenom ali nitrilno gumo, ki se po uporabi lahko zavrže (2,10,20,32,36). Pogosto ima dodano tudi odprtino za izsesavanje zraka (1,27). Površini, ki je obrnjena proti nogam, se lahko prične zavesa iz polipropilena, ki pokriva prsni koš; stranski ploskvi aerosolne škatle imata lahko naklon navzgor v smeri proti izvajalcu. Zaradi različnih velikosti bolnikov se lahko prilagodi širina in ukrivljenost stranskih ploskev, kar omogoča lažji dostop do bolnikov z večjo telesno težo in širšimi rameni. Pogosti posodobitvi sta tudi podaljšana višina aerosolne škatle, ki omogoča lažje rokovanje s pripomočki ter spremenjen naklon zgornje površine s kotom med 8° in 30°, ki omogoča udobnejši položaj za izvajalca in manj težav pri rokovanju z bužijem, laringoskopom in drugimi daljšimi pripomočki.

Naklon lahko zajema celotno zgornjo stranico ali le del nje. Dodan je lahko tudi pas, ki stabilizira aerosolno škatlo in zmanjša potrebo po dodatni stabilizaciji med posegi (10,22,27,28,32,37-39) (Tabela 1).

Za lažje rokovanje z aerosolno škatlo so lahko dodani plastični distančniki na njeni zgornji površini, ki omogočajo lažje skladiščenje, ko škatla ni v uporabi; stranski ročaji za hitro odstranitev v nujnih primerih; sponke, ki držijo aspirator in laringoskop ter vreča za odpadni material (10,22). Nekatere aerosolne škatle so tudi zlozljive, da zasedajo manj prostora, ko niso v uporabi (35,38). Posebno oblikovana akrilna aerosolna škatla tipa KS (Kojima/Sugimura) omogoča tudi več svobode pri rokovanju z instrumenti. Zasnovana je podobno kot prvotna aerosolna škatla, vendar stranic ob izvajalcu sploh ni. Za postavitve je potrebna prosojna plastična zastirka, v katero se pred uporabo s škarjami izrežejo odprtine, z lepilnim trakom pa ovijejo izvajalčeve roke, kar dodatno zatesni odprtino (40). Glavne značilnosti nekaterih posodobljenih aerosolnih škatel povzema Tabela 1. Kot nadomestek aerosolne škatle so bile opisane tudi druge oblike zaščitne opreme, npr. zavesa za enkratno uporabo v obliki šotora (33).

4 Vpliv aerosolne škatle na hitrost in uspešnost vstavitve dihalne cevke v sapnik

Osebna varovalna oprema ne sme ogroziti varnosti bolnika ali osebja (22), hkrati pa mora omogočati hiter dostop do bolnika zaradi možnosti, da se naglo

Tabela 1: Primerjava lastnosti prvotne zasnove aerosolne škatle s posodobljenimi zasnovami (10,20,21,24,26,27,38,39).

	Velikost (cm)	Material	Oblika	Dostop v škatlo	Stranica pri nogah	Sistem za izsesavanje zraka	Tveganje za AK
Izvirna aerosolna škatla (20)	40 x 50 x 50	TA	pravokotna	2 odprtini: 2 OP	prosto odprta	NE	visoko
Aerosolna škatla z negativnim pretokom zraka (26)	43 x 53 x 53	TA	pravokotna - zgornja ploskev NN	6 odprtini: 2 OP, 4 SP	zaprta s sintetičnim materialom	DA	nizko
Aerosolna škatla za zobozdravstvo (27)	50 x 60 x 60	NP	pravokotna - zgornja ploskev NN, spodnja ploskev DV	4 odprtine: 2 OP, 2 SP	prosto odprta	NE	NP
Neobox – škatla za novorojenčke (24)	42 x 42 x 56	TP	pravokotna - zgornja ploskev NN	6 odprtini: 2 OP, 4 SP	prosto odprta ali PE	NE	NP
Aerosolna škatla 2.0 (10)	NP	TA, nitrilna guma	pravokotna - zgornja ploskev NN	4 odprtine: 2 OP, 2 SP	zastrita s plastično zaveso	DA	NP
SLACC – aerosolna škatla s sistemom za izsesavanje zraka (39)	NP	NP	neppravilna šesterokotna	5 odprtini: 2 OP, 2 SP, 1 V	zastrita s plastično zaveso	DA	nizko
Aerosolna škatla Serdinšek in sod. (38)	NP	TA, aluminij, neopren	pravokotna	4 odprtine: 2 OP, 2 SP	PP zavesa	DA	NP
Škatla »Endoprotector« (21)	40 x 45 x 50	TA	pravokotna	3 odprtine: 2 OP, 1 SP	prosto odprta	DA	NP

Legenda: AK – aerosolna kontaminacija; DV – dvignjena v smeri proti izvajalcu; NN – nagnjena navzdol v smeri proti izvajalcu; NP – ni podatka; OP – za izvajalca; PE – polietilen; PP – polipropilen; SP – na stranski ploskvi; TA – prozoren akril; TP – prozoren polikarbonat; V – na vrhu.

poslabšajo bolnikove vitalne funkcije (37). Več raziskav je ovrednotilo vpliv aerosolne škatle na hitrost in uspešnost vstavitve dihalne cevke v sapnik (Tabela 2). Rezultati so enotni, da uporaba aerosolne škatle v posodobljeni ali prvotni obliki vpliva na hitrost vstavitve dihalne cevke v sapnik (1,19,37,38,41). Begley in sod. so ugotovili, da se čas vstavitve dihalne cevke v sapnik ob uporabi prvotne zasnove aerosolne škatle podaljša za 38,3 sekunde, ob uporabi posodobljene oblike pa za 9,3 sekunde (1). Nasprotno Wakabayashi in sod. navajajo klinično nepomembno podaljšanje časa za 1,3 sekunde ob vstavitvi dihalne cevke v sapnik z uporabo videolaringoskopa ter prvotne aerosolne škatle (19). Preostali avtorji navajajo vrednosti nekje med prejšnjima (37,38,41-44).

V metaanalizi Lim in sod. povzemajo, da se ob uporabi aerosolne škatle pomembno podaljša čas do uspešne vzpostavitve dihalne poti (>4 sekunde) (43). Pri analizi raziskav se je treba zavedati, da so bile te simulirane in ne zajemajo vseh dejavnikov, ki se pojavijo v resničnih okoliščinah, zato je lahko čas dejansko še daljši. Dejavniki, kot so pomanjkanje izkušenj, miselna preobremenitev izvajalca, postopkovne težave ter zmanjšana vidljivost lahko dodatno podaljšajo čas do uspešne vzpostavitve dihalnih poti, kar je še posebej pomembno pri kritično bolnih bolnikih s covidom-19 s težko obliko pljučnice, ki imajo pomembno zmanjšano toleranco za pomanjkanje kisika (1,43-46). Trujillo in sod. so opazili, da se ob uporabi aerosolne škatle pomembno podaljša čas vstavljanja

Tabela 2: Vpliv uporabe aerosolne škatle na hitrost in uspešnost vstavitve dihalne cevke v sapnik (1,19,37,38,44).

Raziskava	Begley in sod. (1)	Clariot in sod. (37)	Serdinšek in sod. (38)	Wakabayashi in sod. (19)	Turner in sod. (44)
Število vstavitvev dihalne cevke v sapnik	36	94	144	108	96
Število izvajalcev	12	47	36	18	48
AŠ	izvirna in posodobljena AŠ (zgornja in stranska odprtina)	posodobljena AŠ (zgornja površina nagnjena naprej)	posodobljena AŠ (Tabela 1)	izvirna AŠ	izvirna AŠ
Čas do uspešne vstavitve dihalne cevke v sapnik brez AŠ	42,9 s DL	48 s DL	23 s DL 25 s VL	14 s DL 14 s VL	12,2 s VL
Podaljšanje časa do vstavitve dihalne cevke v sapnik	+38 s AŠ +9 s mAŠ	+5 s DL	+4 s DL +9 s VL	+3 s DL +1 s VL	+8,4 s VL
Uspešnost prve vstavitve dihalne cevke v sapnik	100 % brez AŠ 75 % AŠ 83 % mAŠ	100 %	95,4 % brez AŠ 94,4 % mAŠ	100 % brez AŠ 100 % AŠ	NP

Legenda: AŠ – aerosolna škatla; mAŠ – posodobljena aerosolna škatla; DL – direktna laringoskopija; NP – ni podatka; VL – videolaringskopija; s – sekunda.

dihalne cevke v sapnik dojenčkov in otrok (47). Raziškovalci prav tako ugotavljajo, da aerosolna škatla manj vpliva na podaljšanje časa za vstavitve dihalne cevke v sapnik pri uporabi videolaringskopa v primerjavi z uporabo laringoskopa (38,41). Večina avtorjev prav tako ne ugotavlja razlik pri prvem poskusu vstavitve dihalne cevke v sapnik med uporabo aerosolne škatle ali brez nje. Kljub temu pa posamezni avtorji navajajo do 6 % nižjo uspešnost prve vstavitve dihalne cevke v sapnik ob uporabi aerosolne škatle (1,19,37,38,41,46,48).

Mnenja glede uporabe aerosolne škatle pri vstavitvi dihalne cevke v klinični praksi so deljena. Številni avtorji priporočajo uporabo (19,35,37,41,47), Malik in sod. pa uporabo izvirne zasnove aerosolne škatle zaradi zmanjšane sposobnosti manevriranja, ki lahko vpliva na hitrost izvedbe, odsvetujejo ob nujni vstavitvi dihalne cevke v sapnik. Med možnostmi, ko naj se uporablja, navajajo številne posege, ko bolnikova varnost ni tako ogrožena – npr. odstranitev dihalne cevke iz sapnika, vstavitve nazogastrične sonde, zamenjava dihalne cevke ter ob premestitvi bolnika (22). Povzamemo lahko, da je čas vstavitve dihalne cevke v sapnik z uporabo aerosolne škatle pomembno daljši, zato njena uporaba ni priporočljiva v primerih, ko je potrebno hitro ukrepanje. Zavedati se moramo tudi, da aerosolna škatla pomeni dodatno fizično oviro, ki vpliva na način izvedbe posegov in postopkov, ki jih izvajalec sicer že obvlada.

5 Varnost aerosolne škatle

Tveganje uvedbe nove opreme ali protokola mora biti vedno uravnoteženo z dokazano učinkovitostjo. Pri posegih mora ta ščititi izvajalca in ostalo medicinsko osebje, hkrati pa mora biti uporaba varna tudi za bolnika (49). Za potrditev zaščitne funkcije škatle je bilo izvedenih več raziskav, ki so pokazale, da lahko uporaba posodobljene aerosolne škatle z aktivnim sistemom za izsesavanje zraka učinkovito zmanjša kontaminacijo izvajalca ter asistenta tako z velikimi kot malimi vodnimi kapljicami. Po koncu postopka ostaneta aerosolna škatla in vsebina škatle kontaminirani, kar lahko povzroči dodatne okužbe, če se ne ravna ustrezno in se ju ne razkužuje (4,5). Pomembno se je treba zavedati, da lahko do prenosa okužbe pride tudi po opravljenem posegu, še posebej med odstranjevanjem aerosolne škatle (48). Serdinšek in sod. so pokazali, da ob izvleku rok, kontaminiranih z velikimi kapljicami iz aerosolne škatle, ki ima odprtine zastrte z neoprenom, ostane zunanost škatle nekontaminirana (38). Vse doslej objavljene raziskave, ki so preučevale kontaminacijo z vodnimi kapljicami, kažejo na pomembno zmanjšanje kontaminacije izvajalca in okolice ob uporabi aerosolne škatle (Tabela 3) (8,21,50,51). Fried in sod. so pokazali tudi velik pomen položaja bolnika pri vstavitvi dihalne cevke v sapnik, ki prav tako vpliva na izpostavljenost zdravstvenega

Tabela 3: Raziskave, ki so primerjale kapljično kontaminacijo ob uporabi aerosolne škatle in brez nje (8,21,50).

Raziskava	Aerosolna škatla	Opis raziskave	Rezultat z uporabo aerosolne škatle	Rezultat brez uporabe aerosolne škatle
Canelli in sod. (50)	izvirna aerosolna škatla	Izvajalec je bil v standardnem položaju za vstavev dihalne cevke v sapnik. Izvedena je bila simulacija kašlja s pokom balona . V grlni del žrela lutke je bil vstavljen balon z 10 mL fluorescentne tekočine , ki so ga napihovali s kisikom do poka . Ta je simuliral kašelj, pri čemer so zanemarili smer, hitrost in turbulenco pravega kašlja.	Kontaminirana je bila le notranjost škatle , vključno z rokavicami in podlaktmi izvajalca. Makroskopske kontaminacije zunaj aerosolne škatle niso opazili.	Kontaminirane so bile rokavice, obleka, obrazna maska, očala, lasje, vrat, ušesa in čevlji izvajalca . Tla so bila kontaminirana v polmeru 1 metra, prav tako je bil kontaminiran monitor , oddaljen 2 metra.
Campos in sod. (21)	posodobljena aerosolna škatla – endoprotector	Izvajalec je bil v enakem položaju kot v prejšnji raziskavi. Asistent je stal ob stranskem robu aerosolne škatle. Oba sta imela osebno varovalno opremo in roke v odprtinah škatle. V žrelo lutke je bil vstavljen balon z 10 mL fluorescentne tekočine , ki so ga napihovali s kisikom do poka .	Kontaminirana je bila le vsebina škatle , vključno z rokami in podlaktmi , ki so bile v notranjosti škatle.	Kontaminirane so bile rokavice, obleka, obrazna maska in vrat izvajalca ter asistenta . V polmeru 2 metrov so bile kontaminirane naslednje površine: tla, postelja, stena in računalnik .
Branekci in sod. (8)	posodobljena aerosolna škatla, ki je pri bolnikovih nogah prosto odprta	Izvajalec je imel roke v odprtinah škatle. V prvem delu poskusa so s 5 mL fiziološke raztopine s fluorescentnimi delci plastike v brizgi, ki je imela kateter speljan v grlni del žrela , simulirali kašelj. Drugi del poskusa so izvedli na podoben način, le da so uporabili 10 mL navadne fluorescentne raztopine in razpršilnik , ki je ustvaril manjše kapljice in aerosole.	Kontaminacija je bila omejena le na notranjost aerosolne škatle – roke in osebna varovalna oprema izvajalca v notranjosti škatle. Zaradi spodnje odprtine je bil kontaminiran prsni koš lutke in spodnjih udov v oddaljenosti 1,2 metra od aerosolne škatle.	Kontaminirana so bili osebna varovalna oprema in nezaščiten območja – uho in vrat izvajalca . Površine in pripomočki so bili kontaminirani v polmeru 1,8 metra . Ob uporabi razpršilnika je bila razpršenost kapljic manjša.

delavca. Slednja je najnižja pri rahlem reverznem t. i. Trendelenburgovem položaju, ki pa ni optimalen za izvajanje neposredne laringoskopije (51).

Več raziskav potrjuje, da uporaba aerosolne škatle omejuje makroskopsko kontaminacijo izvajalca, vendar zaskrbljenost zaradi izpostavljenosti aerosolnim delcem kljub temu še ostaja (34). Z dinamično analizo pretoka zraka so Dallin in sod. ob globokem dihanju in kašlju pokazali večje uhajanje zraka pri izvorni aerosolni škatli. Izpostavljena je predvsem ploskev, obrnjena proti nogam bolnika, ki je povsem odprta. Ob uporabi zavesa za zrak iz škatle ne uhaja (31). Z analizo odstranjevanja aerosolnih delcev iz škatle, zastrte s plastično zaveso ter sistemom za izsesavanje zraka, so raziskovalci ugotovili, da se razpolovni čas delcev v škatli zmanjša. Slednji se je zmanjšal s 3,4 minute brez uporabe sistema za izsesavanje zraka, na manj kot 17 sekund pa ob njegovi uporabi. S tem so avtorji pokazali znatno zmanjšanje možnosti kontaminacije ob uporabi aktivnega sistema za izsesavanje (36). Z aerosolno kontaminacijo so se ukvarjali tudi

Simpson in sod., ki so preučevali simulacijo 5 scenarijev s kašljem. S števcom, ki je bil nameščen pred glavo izvajalca, so merili delce v premeru od 0,3 do 5 µm. Primerjali so uporabo prvotne zasnove aerosolne škatle, katere površina, obrnjena proti nogam bolnika, je bila zastrta s plastično zaveso, in posodobljeno aerosolno škatlo z aktivnim sistemom za izsesavanje zraka in filtrom za odstranjevanje delcev. V primerjavi z odsotnostjo vse zaščitne opreme so ugotovili večjo kontaminacijo ob uporabi izvorne aerosolne škatle, saj so aerosolni delci do izvajalca uhajali skozi velike odprtine za roke. Uporaba aerosolne škatle z aktivnim sistemom za izsesavanje zraka, filtri in odprtinami, ki so bile popolnoma zatesnjene z neoprenom, je pokazala, da je število delcev v zraku ob glavi izvajalca ves čas podobno vrednostim pred začetkom kontaminacije. S tem so pokazali, da uporaba neustrezne aerosolne škatle lahko poveča izpostavljenost aerosolnim delcem v zraku (2). Poimenovanje zgolj »aerosolna« škatla je zato napačno, saj izvirna škatla brez posodobitev ne ščiti izvajalca in ostalega medicinskega

osebja pred aerosolnimi delci, medtem pa je posodobljena škatla z aktivnim sistemom za izsesavanje zraka lahko kar ustrezen del osebne varovalne opreme (2,52).

6 Zavesa kot zamenjava za aerosolno škatlo

Aerosolna škatla je deležna večje pozornosti v državah, kjer je zdravstvo slabše razvito, medtem ko jo v razvitejših državah sveta sprejemajo raznoliko. Nekateri avtorji poročajo o zapletih pri postopkih, ki jih je treba opraviti hitro in zato odsvetujejo uporabo (31), nepraktičnost opisujejo tudi v ZDA, kjer so jo ponekod nadomestile plastične zavese oz. folije. Enami in sod. so zasnovali zaveso, ki omogoča varnejše vstavljanje dihalne cevke v sapnik. Sestavljena je iz prozorne folije z odprtinami, ki omogočajo dostop za izvajalčeve roke, okrog pa je tesno nameščena ob bolniku (33,53). Čas za pripravo traja 5 minut, kar je primerljivo z aerosolno škatlo, cena izdelave pa je precej manjša in znaša približno 2 \$ (54). Zaveso je treba po posegu odstraniti in zavreči. Ena od večjih prednosti zavese je, da izvajalca pri posegu fizično ne ovira, saj je premakljiva, hkrati pa nima prosto odprtih stranic in tako ščiti vse zdravstveno osebje (26,33,53). Zaveso so lahko postavljene na različne načine. Uporaba vodoravne in navpične zavese, ki ne tesnita, ščitita izvajalca pred makroskopskimi kapljicami, vendar ne pred aerosolnimi delci (2). Rose in sod. so primerjali tudi makroskopsko kontaminacijo izvajalca in njegovega asistenta ob uporabi prvotne zasnove aerosolne škatle in plastične zavese. Ugotovili so, da je bila kontaminacija izvajalca največja ravno ob uporabi zavese, najmanjša pa ob uporabi aerosolne škatle (55).

7 Zaključek

Iz rezultatov dosedanjih raziskav lahko povzamemo, da pravilno posodobljena aerosolna škatla zmanjša izpostavljenost zdravstvenih delavcev vodnim kapljicam in aerosolnim delcem. Po drugi strani lahko nepravilno izdelana aerosolna škatla aerosolne delce le preusmeri in povzroči še večjo izpostavljenost zdravstvenega osebja, hkrati pa mu nudi občutek lažne varnosti. Aerosolna škatla prav tako ni primerna za uporabo v situacijah, ko je potrebno hitro ukrepanje. Večjo uporabno vrednost dobi pri posegih, pri katerih je podaljšanje časa manj pomembno za izvedbo posega, npr. pri odstranitvi dihalne cevke iz sapnika. Poudariti je treba pomen izkušenosti izvajalca ter dodatnega usposabljanja za uporabo aerosolne škatle, saj le-ta predstavlja dodatno fizično oviro, ki zaradi omejenosti ter spremembe vidnega polja lahko vpliva na način izvedbe posegov, ki jih sicer izvajalci že obvladajo. Po mnenju avtorjev nobena oblika aerosolne škatle ne more povsem zanesljivo nadomestiti osebne varovalne opreme. Njeno uporabnost vidimo predvsem pri zmanjšanju kontaminacije prostorov in operacijske opreme, npr. endoskopskega stolpa ali mikroskopa, kar bi omogočilo bolj kakovostno obravnavo bolnikov, okuženih z virusom SARS-CoV2. Pred uporabo aerosolne škatle v redni klinični praksi so potrebne dodatne izboljšave, ki bodo zagotovile, da bo aerosolna škatla manj omejujoča za izvajalce ter enostavnejša in varnejša za uporabo.

Izjava o navzkrižju interesov

Avtorji nimamo navzkrižja interesov.

Literatura

- Begley JL, Lavery KE, Nickson CP, Brewster DJ. The aerosol box for intubation in coronavirus disease 2019 patients: an in-situ simulation crossover study. *Anaesthesia*. 2020;75(8):1014-21. DOI: [10.1111/anae.15115](https://doi.org/10.1111/anae.15115) PMID: 32397008
- Simpson JP, Wong DN, Verco L, Carter R, Dzidowski M, Chan PY. Measurement of airborne particle exposure during simulated tracheal intubation using various proposed aerosol containment devices during the COVID-19 pandemic. *Anaesthesia*. 2020;75(12):1587-95. DOI: [10.1111/anae.15188](https://doi.org/10.1111/anae.15188) PMID: 32559315
- Zhiqin W, Muhammad Nawawi KN, Raja Ali RA. Application of an anti-aerosol box for esophagogastroduodenoscopy during the COVID-19 pandemic: double up the protection. *Endoscopy*. 2020;52(8):704-5. DOI: [10.1055/a-1168-6841](https://doi.org/10.1055/a-1168-6841) PMID: 32722836
- 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. *Can J Anaesth*. 2020;67(8):1005-15. DOI: [10.1007/s12630-020-01673-w](https://doi.org/10.1007/s12630-020-01673-w) PMID: 32329014
- Cook TM. Personal protective equipment during the coronavirus disease (COVID) 2019 pandemic - a narrative review. *Anaesthesia*. 2020;75(7):920-7. DOI: [10.1111/anae.15071](https://doi.org/10.1111/anae.15071) PMID: 32246849
- Šifrer R, Igljič Č. Elektivna odprta traheotomija pri bolniku s covidom-19. *Zdrav Vestn*. 2020;89(11-12):680-91. DOI: [10.6016/ZdravVestn.3111](https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3111)
- Bianco F, Incollongo P, Grossi U, Gallo G. Preventing transmission among operating room staff during COVID-19 pandemic: the role of the Aerosol Box and other personal protective equipment. *Updates Surg*. 2020;72(3):907-10. DOI: [10.1007/s13304-020-00818-2](https://doi.org/10.1007/s13304-020-00818-2) PMID: 32449034
- Branecki CE, Jobeun NJ, Ronnfeldt TJ, Ash MA, Schulte TE, Langenfeldt JG. Novel Barrier Enclosure for Both Aerosol and Droplet Protection Model. *West J Emerg Med*. 2020;21(4):790-4. DOI: [10.5811/westjem.2020.6.47834](https://doi.org/10.5811/westjem.2020.6.47834) PMID: 32726243
- Hung O, Lehmann C, Coonan T, Murphy M, Stewart R. Personal protective equipment during the COVID-19 pandemic (Letter #2). *Can J Anesth*. 2020;67(11):1649-50. DOI: [10.1007/s12630-020-01785-3](https://doi.org/10.1007/s12630-020-01785-3) PMID: 32779004

10. López Hernández MN, Álvarez Reséndiz GE, Galván Talamantes Y, Lagarda Cuevas J, Wilson-Manríquez EA, Calva Ruiz DS, et al. Aerosol Box 2.0: Adjustments and Improvements Made in Mexico for Intubating Patients During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *A A Pract.* 2020;14(9):e01273. DOI: [10.1213/XAA.0000000000001273](https://doi.org/10.1213/XAA.0000000000001273) PMID: 32633929
11. Harding H, Broom A, Broom J. Aerosol-generating procedures and infective risk to healthcare workers from SARS-CoV-2: the limits of the evidence. *J Hosp Infect.* 2020;105(4):717-25. DOI: [10.1016/j.jhin.2020.05.037](https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.05.037) PMID: 32497651
12. Tang JW, Li Y, Eames I, Chan PK, Ridgway GL. Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in healthcare premises. *J Hosp Infect.* 2006;64(2):100-14. DOI: [10.1016/j.jhin.2006.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jhin.2006.05.022) PMID: 16916564
13. Morawska L, Tang JW, Bahnfleth W, Bluysen PM, Boerstra A, Buonanno G, et al. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int.* 2020;142(May):105832. DOI: [10.1016/j.envint.2020.105832](https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832) PMID: 32521345
14. Centers for disease control and prevention. Table 6. Engineered specifications for positive- and negative pressure rooms. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health & Human Services; 2019 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/background/air.html#table6>.
15. Jazuli F, Bilic M, Hanel E, Ha M, Hassall K, Trotter BG. Endotracheal intubation with barrier protection. *Emerg Med J.* 2020;37(7):398-9. DOI: [10.1136/emered-2020-209785](https://doi.org/10.1136/emered-2020-209785) PMID: 32482759
16. Leyva Moraga FA, Leyva Moraga E, Leyva Moraga F, Juanz González A, Ibarra Celaya JM, Ocejo Gallegos JA, et al. Aerosol box, An Operating Room Security Measure in COVID-19 Pandemic. *World J Surg.* 2020;44(7):2049-50. DOI: [10.1007/s00268-020-05542-x](https://doi.org/10.1007/s00268-020-05542-x) PMID: 32335692
17. Cartwright J, Boyer TJ, Hamilton MC, Ahmed RA, Mitchell SA. Rapid prototype feasibility testing with simulation: improvements and updates to the Taiwanese "aerosol box". *J Clin Anesth.* 2020;66(May):109950. DOI: [10.1016/j.jclinane.2020.109950](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.109950) PMID: 32505688
18. Kearsley R. Intubation boxes for managing the airway in patients with COVID-19. *Anaesthesia.* 2020;75(7):969. DOI: [10.1111/anae.15081](https://doi.org/10.1111/anae.15081) PMID: 32311772
19. Wakabayashi R, Ishida T, Yamada T, Kawamata M. Effect of an aerosol box on tracheal intubation difficulty. *J Anesth.* 2020;34(5):790-3. DOI: [10.1007/s00540-020-02835-2](https://doi.org/10.1007/s00540-020-02835-2) PMID: 32728963
20. Lai HY. Aerosol box: protects healthcare providers during endotracheal intubation. Hua Lian: Mennonite Christian Hospital; 2020 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://sites.google.com/view/aerosolbox/home>.
21. Campos S, Carreira C, Marques PP, Vieira A. Endoprotector: protective box for safe endoscopy use during COVID-19 outbreak. *Endosc Int Open.* 2020;8(6):E817-21. DOI: [10.1055/a-1180-8527](https://doi.org/10.1055/a-1180-8527) PMID: 32509960
22. Malik JS, Jenner C, Ward PA. Maximising application of the aerosol box in protecting healthcare workers during the COVID-19 pandemic. *Anaesthesia.* 2020;75(7):974-5. DOI: [10.1111/anae.15109](https://doi.org/10.1111/anae.15109) PMID: 32348556
23. Jaichandran VV, Raman R. Aerosol prevention box for regional anaesthesia for eye surgery in COVID times. *Eye (Lond).* 2020;34(12):2155-6. DOI: [10.1038/s41433-020-1027-5](https://doi.org/10.1038/s41433-020-1027-5) PMID: 32546750
24. Kalane S, Khambete N, Joshi R. NeoBox - A Multipurpose Aerosol Box for Neonatal Care During COVID-19 Pandemic. *Indian Pediatr.* 2020;57(10):975-6. DOI: [10.1007/s13312-020-2013-5](https://doi.org/10.1007/s13312-020-2013-5) PMID: 32788430
25. Rao YS, Rao SR. Aerosol Containment Box. *Trans Indian Natl Acad Eng.* 2020;5(2):277-9. DOI: [10.1007/s41403-020-00140-8](https://doi.org/10.1007/s41403-020-00140-8)
26. Cardenas-Mancera J, Valencia-Arango L, Segura-Salguero JC, Díaz-Bohoda L. A portable negative airflow box to control exposure for aerosol-generating procedures during COVID-19 pandemic. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2021;35(2):681-4. DOI: [10.1053/j.jvca.2020.07.059](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.07.059) PMID: 32798168
27. Babu B, Gupta S, Sahni V. Aerosol box for dentistry. *Br Dent J.* 2020;228(9):660. DOI: [10.1038/s41415-020-1598-3](https://doi.org/10.1038/s41415-020-1598-3) PMID: 32385437
28. Babu B, Shivakumar S, Asokan K. Thinking outside the box in COVID-19 era-Application of modified aerosol box in dermatology. *Dermatol Ther.* 2020;33(4):e13769. DOI: [10.1111/dth.13769](https://doi.org/10.1111/dth.13769) PMID: 32500633
29. Sen P, Jaichandran VV, Sreenivasan J. Aerosol containment box for laser treatment of retinopathy of prematurity in COVID-19 pandemic. *Indian J Ophthalmol.* 2021;69(3):743-5. DOI: [10.4103/ijo.IJO_3155_20](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_3155_20) PMID: 33595516
30. Kawabata H, Okazaki Y, Watanabe K, Inoue T, Yamaguchi K, Ueda Y, et al. A box-shaped shielding device for reducing the risk of COVID-19 droplet infection during gastrointestinal endoscopic procedures. *J Clin Transl Res.* 2020;6(6):236-40. PMID: 33564728
31. Dalli J, Khan MF, Marsh B, Nolan K, Cahill RA. Evaluating intubation boxes for airway management. *Br J Anaesth.* 2020;125(3):e293-5. DOI: [10.1016/j.bja.2020.05.006](https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.05.006) PMID: 32410736
32. Hsu SH, Lai HY, Zabaneh F, Masud FN. Aerosol containment box to the rescue: extra protection for the front line. *Emerg Med J.* 2020;37(7):400-1. DOI: [10.1136/emered-2020-209829](https://doi.org/10.1136/emered-2020-209829) PMID: 32527948
33. Emami N, Tanner T, Ogundipe F, Hawn VS, Rubin R, Skae CC, et al. Drape to prevent disease transmission during endotracheal intubation. *Am J Infect Control.* 2021;49:387-8. PMID: 32628982
34. Gore RK, Saldana C, Wright DW, Klein AM. Intubation Containment System for Improved Protection From Aerosolized Particles During Airway Management. *IEEE J Transl Eng Health Med.* 2020;8(May):1600103. DOI: [10.1109/JTEHM.2020.2993531](https://doi.org/10.1109/JTEHM.2020.2993531) PMID: 32518738
35. Motara F, Laher AE, Du Plessis J, Moolla M. The "Intubox": Enhancing Frontline Healthcare Worker Safety During Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Cureus.* 2020;12(6):e8530. DOI: [10.7759/cureus.8530](https://doi.org/10.7759/cureus.8530) PMID: 32665877
36. Hellman S, Chen GH, Irie T. Rapid clearing of aerosol in an intubation box by vacuum filtration. *Br J Anaesth.* 2020;125(3):e296-9. DOI: [10.1016/j.bja.2020.06.017](https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.017) PMID: 32650953
37. Clariot S, Dumain G, Gauci E, Langeron O, Levesque É. Minimising COVID-19 exposure during tracheal intubation by using a transparent plastic box: A randomised prospective simulation study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2020;39(4):461-3. DOI: [10.1016/j.accpm.2020.06.005](https://doi.org/10.1016/j.accpm.2020.06.005) PMID: 32562807
38. Serdinšek M, Stopar Pintarič T, Poredoš P, Selič Serdinšek M, Umek N. Evaluation of a foldable barrier enclosure for intubation and extubation procedures adaptable for patients with COVID-19: A mannequin study. *J Clin Anesth.* 2020;67(May):109979. DOI: [10.1016/j.jclinane.2020.109979](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.109979) PMID: 32653757
39. Seger CD, Wang L, Dong X, Tebon P, Kwon S, Liew EC, et al. A Novel Negative Pressure Isolation Device for Aerosol Transmissible COVID-19. *Anesth Analg.* 2020;131(3):664-8. DOI: [10.1213/ANE.0000000000005052](https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005052) PMID: 32541251
40. Kojima Y, Aoyama K, Yamagata K, Sugimura M. A modified barrier enclosure to prevent viral aerosol transmission during endotracheal intubation and extubation of patients with coronavirus disease. *J Clin Anesth.* 2020;65:109876. DOI: [10.1016/j.jclinane.2020.109876](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.109876) PMID: 32502759
41. Saito T, Taguchi A, Asai T. Videolaryngoscopy for tracheal intubation in patients with COVID-19. *Br J Anaesth.* 2020;125(3):e284-6. DOI: [10.1016/j.bja.2020.06.002](https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.002) PMID: 32571574
42. Arici S, Karaman S, Dođru S, Karaman T, Tapar H, Özsoy AZ, et al. The McGrath Series 5 video laryngoscope versus the Macintosh laryngoscope: a randomized trial in obstetric patients. *Turk J Med Sci.* 2014;44(3):387-92. DOI: [10.3906/sag-1306-71](https://doi.org/10.3906/sag-1306-71) PMID: 25558638
43. Lim ZJ, Ponnappa Reddy M, Karalapillai D, Shekar K, Subramaniam A. Impact of an aerosol box on time to tracheal intubation: systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2021;126(3):e122-5. DOI: [10.1016/j.bja.2020.11.036](https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.11.036) PMID: 33390258
44. Turner JS, Falvo LE, Ahmed RA, Ellender TJ, Corson-Knowles D, Bona AM, et al. Effect of an aerosol box on intubation in simulated emergency department airways: A randomized crossover study. *West J Emerg Med.* 2020;21(6):78-82. DOI: [10.5811/westjem.2020.8.48901](https://doi.org/10.5811/westjem.2020.8.48901) PMID: 33052809
45. Harlander M, Tomažič J, Turel M, Jereb M. Covid-19: ubijalec »s«tiho hipoksemijo«. *Zdrav Vestn.* 2020;89(11–12):640-7. DOI: [10.6016/ZdravVestn.3100](https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3100)

46. Saito T, Turumachi N, Okuda Y. The aerosol box for tracheal intubation by a junior operator in patients with COVID-19. *Minerva Anesthesiol.* 2021;87(2):247-8. DOI: [10.23736/S0375-9393.20.14979-4](https://doi.org/10.23736/S0375-9393.20.14979-4) PMID: 32756546
47. Trujillo A, Arango F. Impact of aerosol box use on orotracheal intubation times in children. *Paediatr Anaesth.* 2021;31(2):237-8. DOI: [10.1111/pan.14049](https://doi.org/10.1111/pan.14049) PMID: 33119187
48. Noor Azhar M, Bustam A, Poh K, Ahmad Zahedi AZ, Mohd Nazri MZ, Azidah Ariffin MA, et al. COVID-19 aerosol box as protection from droplet and aerosol contaminations in healthcare workers performing airway intubation: a randomised cross-over simulation study. *Emerg Med J.* 2021;38(2):111-7. DOI: [10.1136/emered-2020-210514](https://doi.org/10.1136/emered-2020-210514) PMID: 33219133
49. Turner MC, Duggan LV, Glezerson BA, Marshall SD. Thinking outside the (acrylic) box: a framework for the local use of custom-made medical devices. *Anaesthesia.* 2020;75(12):1566-9. DOI: [10.1111/anae.15152](https://doi.org/10.1111/anae.15152) PMID: 32470144
50. Canelli R, Connor CW, Gonzalez M, Nozari A, Ortega R. Barrier enclosure during endotracheal intubation. *N Engl J Med.* 2020;382(20):1957-8. DOI: [10.1056/NEJMc2007589](https://doi.org/10.1056/NEJMc2007589) PMID: 32243118
51. Fried EA, Zhou G, Shah R, Shin DW, Shah A, Katz D, et al. Barrier Devices, Intubation, and Aerosol Mitigation Strategies: Personal Protective Equipment in the Time of Coronavirus Disease 2019. *Anesth Analg.* 2021;132(1):38-45. DOI: [10.1213/ANE.0000000000005249](https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005249) PMID: 33315602
52. Chan A. Should we use an "aerosol box" for intubation? Palmyra WA: iMeducate; 2020 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://litfl.com/should-we-use-an-aerosol-box-for-intubation>.
53. Patino Montoya M, Chitilian HV. Extubation barrier drape to minimise droplet spread. *Br J Anaesth.* 2020;125(1):e195-6. DOI: [10.1016/j.bja.2020.03.028](https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.03.028) PMID: 32312570
54. Brown H, Preston D, Bhoja R. Thinking Outside the Box: A Low-cost and Pragmatic Alternative to Aerosol Boxes for Endotracheal Intubation of COVID-19 Patients. *Anesthesiology.* 2020;133(3):683-4. DOI: [10.1097/ALN.0000000000003422](https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003422) PMID: 32496414
55. Rose P, Veall J, Chima N, Vowels E, Chitnis S, Flexman A, et al. A comparison of droplet and contact contamination using 3 simulated barrier techniques for COVID-19 intubation: a quality assurance study. *CMAJ open.* 2020;8(3):E554-9. DOI: [10.9778/cmajo.20200090](https://doi.org/10.9778/cmajo.20200090) PMID: 32873584