

VIENKARTINIO IR DAUGKARTINIO NAUDOJIMO LANKSTŪS BRONCHOSKOPAI

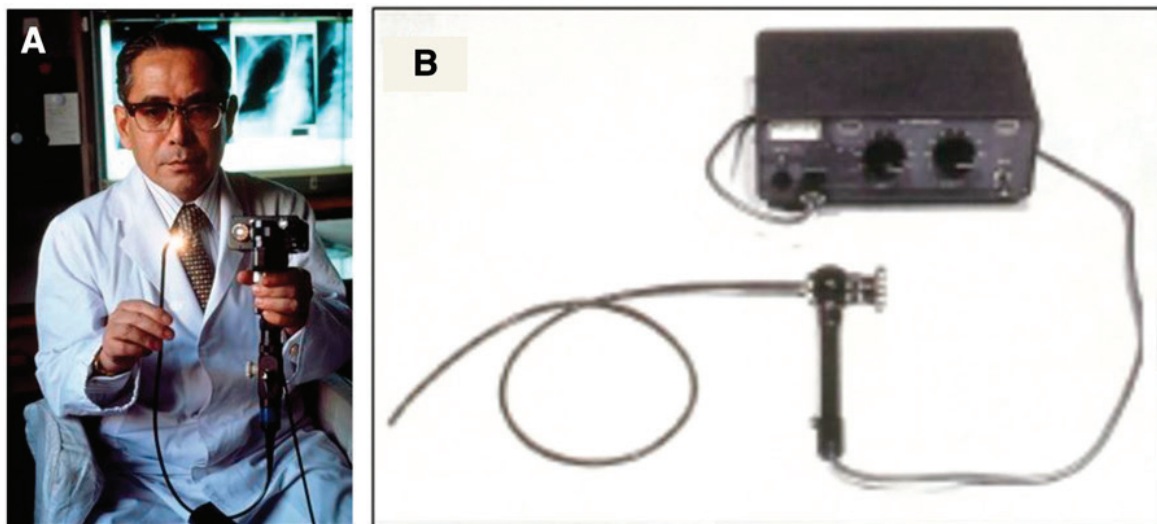
Brigita Jonaitytė

VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikų Pulmonologijos ir alergologijos centras

Ižanga. Fibrobronchoskopas – tai lankstus optinis prietaisas, kuris į kvėpavimo takus įstumiamas per burną, nosį arba tracheostominę angą. Lanksčiųjų bronchoskopų istorija prasidėjo Japonijoje. 1962 m. Japonijos nacionalinio vėžio centro gydytojas chirurgas *Šigeto Ikeda* (angl. *Shigeto Ikeda*) įrodė (1 pav.), kad bronchoskopijai galima pritaikyti šviesolaidinį vaizdą. Jis kreipėsi į „*Machida*“ korporacijos atstovus (angl. *Machida Corporation*), kad šie sukurtų lankstų bronchoskopą, kurio skersmuo mažesnis nei 6 mm. Įrenginio prototipas, sukurtas 1964 m., buvo dar kelis kartus patobulintas. Po tam tikrų modifikacijų ir darbo kanalo pritaikymo 1968 m. „*Machida*“ korporacija į rinką išleido pirmąjį lankstų bronchoskopą. Pirmąjį „*Olympus*“ kompanijos modelį, kuris pasižymėjo geresnėmis ir lengvesnėmis vaizdų perdavimo galimy-

bėmis, rinkoje buvo galima įsigyti 1970 m. *Šigeto Ikeda* taip pat prisidėjo kuriant pirmąjį vaizdo bronchoskopą, kurį masiniam naudojimui pagamino kompanija „*Asahi Pentax Corporation*“ 1987 m. Lanksčių bronchoskopų sukūrimas buvo novatoriškas diagnostinės ir terapinės bronchoskopijos pasiekimas. Šiandien bronchoskopija yra vienas svarbiausių ir reikšmingiausių kvėpavimo takų bei plaučių tyrimo metodų.

Fibrobronchoskopai. Kasdienėje klinikinėje praktikoje dažniausiai atliekama optinė fibrobronchoskopija ir vaizdo fibrobronchoskopija. Optinis fibrobronchoskopas – tai optinis prietaisas, sudarytas iš šviesos šaltinio ir lankstaus optinio prietaiso, kuriuo šviesos šaltinio skleidžiama šviesa tiriamą kvėpavimo takų paviršių apšviečia per plonas stiklo skaidulas, o tiriamo objekto atspindėta šviesa per tokį pat



1 pav. (A) Šigeto Ikeda, lankstaus bronchoskopo išradėjas, (B) ir jo pirmasis instrumentas.

pluoštą pasiekia tyrėjo akį. Optinis fibrobronchoskopas yra santykinai pigus, mobilus, tinka skubiai bronchoskopinei pagalbai teikti operacinėse, reanimacijos ir intensyvosios terapijos skyriuose, palatose. Vaizdo fibrobronchoskopas be šviesos šaltinio turi kompiuterinį procesorių ir medicininį didelės raiškos vaizdo monitorių, todėl yra gerokai brangesnis ir mažiau mobilus. Fibrobronchoskopijos metu gali būti atliekamos tiek diagnostinės (sekreto aspiracija, bronchoalveolinis lavažas, endobronchinės, transbronchinės biopsijos, šepetinės biopsijos, transbronchinė adatinė aspiracija, endobronchinis ultragarsinis tyrimas, kriobiopsija ir t.t.), tiek gydomosios procedūros (balioninė dilatacija, endobronchinė lazerinė abliacija, elektrokoaguliacija, argono plazmos koaguliacija, fotodinaminė terapija, brachiterapija, stentavimas). Daugelio gydomųjų procedūrų atlikimui dažnai kartu pasirenkama ir rigidinė bronchoskopija.

Atsižvelgiant į aparatų paruošimą, fibrobronchoskopai yra dviejų tipų: vienkartinio ir daugkartinio naudojimo. Vienkartinis fibrobronchoskops skirtas naudoti tik vienam pacientui ir jo nereikia paruošti bei plauti. Toks aparatas kitam pacientui pakartotinai nebe naudojamas. Daugkartinis fibrobronchoskopas procedūros atliekamos daugeliui pacientų. Po kiekvieno paciento aparatą privaloma valyti ir dezinfekuoti arba sterilizuoti. Daugkartinio naudojimo lankstūs bronchoskopai pasižymi geresne vaizdo kokybe, manevringumu, manipuliacija papildomais instrumentais, medicininių vaizdų integravimu, galima atlikti sudėtingesnes procedūras nei su vienkartinio naudojimo lankščiais bronchoskopais. Vienkartiniai lankstūs bronchoskopai dažniausiai naudojami reanimacijos ir intensyvosios terapijos skyriuose, operacinėse. Daugkartinis fibrobronchoskopas atliekama procedūra net ir laikantis saugumo standartų, dezinfekcijos rekomendacijų kelia iššūkių infekcijų prevencijos požiūriu, nes kyla pavojus užsikrėsti pacientui ir susijusiam personalui. Ši problema tapo dar aktualesnė

COVID-19 pandemijos metu, kuomet visais būdais stengiamasi išvengti infekcijos plitimo. Vis daugiau imta kalbėti apie vienkartinį fibrobronchoskopų naudojimą, infekcijų prevenciją ir galimą tokių aparatų ekonominę naudą.

Daugkartinis fibrobronchoskopų paruošimas. Pasaulio Sveikatos Organizacija pateikia Pasaulines chirurginės vietos infekcijos prevencijos gaires (angl.: *WHO; Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection*), kuriose yra aprašyta medicininės įrangos nukenksminimo klasifikacija (angl.: *Spaulding classification of equipment decontamination*). Bronchoskopas priskiriamas pusiau kritiniams prietaisams. Pusiau kritiniai prietaisai yra prietaisai, kurie liečiasi su nepažeista gleivine arba nepažeista oda, bet nepatenka į sterilius audinius arba kraujagysles. Šios kategorijos prietaisams reikalinga dezinfekcija aukšta temperatūra arba cheminėmis medžiagomis (kontroliuojamomis sąlygomis, kai toksiškumas žmonėms yra minimalus). Kai bronchoskopas naudojamas procedūrai, kurios metu pažeidžiama gleivinė, rekomenduojama, kad bronchoskopijai naudojamas priedas būtų vienkartinis arba sterilizuojamas. Aukšto lygio dezinfekcijos metu turi būti pašalinamos visos bakterijos, virusai ir grybai, išskyrus kai kurias bakterijų sporas, kurios pašalinamos tik sterilizuojant. Išleistos skirtingų draugijų fibrobronchoskopų paruošimo rekomendacijos (pvz., Amerikos krūtinės ląstos gydytojų koledžo ir Amerikos bronchoskopijų asociacijos rekomendacijos, Amerikos maisto ir vaistų administracijos, Britų krūtinės ląstos draugijos rekomendacijos), kuriose nurodomas fibrobronchoskopų paruošimo principas. Po kiekvienos procedūros fibrobronchoskopas valomas mechanškai atliekant sandarumo bandymą, po to dezinfekuojamas cheminėmis medžiagomis specialiose plovimo mašinose. Po dezinfekcijos bronchoskopai turi būti laikomi pakabinti jiems skirtose spintoje su tinkama aeracija ir pakankamais tarpais tarp aparatų,

taip siekiant išvengti kryžminio užteršimo. Paruošiant aparatus, darbuotojai turi būti apmokyti ir dėvėti asmenines apsaugos priemones. Kai kurios institucijos po mechaninio valymo atlieka fibrobronchoskopo sterilizaciją. Visgi sterilizacija neigiamai paveikia lanksčių aparatų mechanines savybes. Kiekvienu atveju taip pat reikia atsižvelgti į aparato gamintojo instrukcijas.

Nepaisant vykdomų dezinfekcijos rekomendacijų, bronchoskopijos metu infekcijos rizika galima tiek pacientui, tiek susijusiam personalui. Pacientui infekcija gali būti perduodama išoriškai dėl užterštos įrangos, ypač jei nebuvo laikomasi aparato paruošimo instrukcijų, darbuotojams – per procedūros metu susidarančius aerozolius. Nors dauguma pseudoinfekcijos ir tikrosios infekcijos protrūkių siejami su bronchoskopo pakartotinės dezinfekcijos rekomendacijų pažeidimais, tyrimai parodė, kad netgi ir visiškai laikantis rekomenduojamo protokolo, kai kuriais atvejais užterštumas ir mikrobuų dauginimasis išliko ir po teisingos aparatų dezinfekcijos. Kitas pavyzdys, kuris buvo aprašytas literatūroje *Srinivasan* ir kolegų, buvo didelis *P. aeruginosa* infekcijų protrūkis, susijęs su užteršto bronchoskopo pažeistu biopsijos prievado dangtelio naudojimu. Tokių protrūkių atvejais ir profilaktiniais tikslais yra vykdoma bronchoskopų išorinė infekcijų kontrolė.

COVID-19 pandemijos metu buvo stengiamasi kiek įmanoma mažinti aerosolinių procedūrų atlikimą siekiant išvengti infekcijos plitimo. Visgi net ir tokiu metu pacientams reikėdavo atlikti diagnostines ir gydomąsias bronchoskopijas esant indikacijų. Būtent dėl COVID-19 pandemijos daugiau dėmesio imta skirti vienkartiniais fibrobronchoskopams. Pandemijos pradžioje daugelis profesinių draugijų, tokios kaip, Kinijos medicinos asociacija (angl. *Chinese Medical Association CMA*), Amerikos bronchologijos ir intervincinės pulmonologijos asociacija (angl. *American Association for Bronchology and*

Interventional Pulmonology AABIP), Ispanijos pulmonologijos ir krūtinės chirurgijos draugija (angl. *Spanish Society of Pneumology and Thoracic Surgery SEPAR*) ir Argentinos bronchologijos asociacija (angl. *Argentinean Association for Bronchology AABE*) rekomendavo naudoti vienkartinius lanksčius bronchoskopus pacientams, kuriems yra žinoma arba įtariama SARS-CoV-2 infekcija, jeigu tokių aparatų klinikoje arba skyriuje yra. O kas toliau? Pandemijos suvaldomos, tačiau tos pačios minėtos ir kitos draugijos nepateikia konkrečių rekomendacijų, koks įrangos tipas būtų optimalus pacientams, nesergantiems SARS-CoV-2 infekcija, kokie aparatai yra ekonomiškesni.

Vienkartiniai fibrobronchoskopai. Šiuo metu keletas kompanijų (*Vathin Medical; Axess Vision; Ambu; Olympus; Endoso Life Technology; Pentax Medical*) gamina vienkartinius lanksčius bronchoskopus su skirtingais aparato kanalų diametrais (1 lentelė). Kiekviena įmonė kartu gamina ir nedidelį nešiojamąjį daugkartinį ekraną, kurį lengva valyti ir iš kurio galima lengvai išsaugoti arba atsisiųsti vaizdo įrašus arba vienmomentinius vaizdus. Skirtingai nei daugkartinio naudojimo aparatams, vienkartiniais aparatams nebereikia specialaus paruošimo. Vienkartiniai aparatai teoriškai yra visiškai sterilūs. Keletas tyrimų parodė, kad vienkartiniai fibrobronchoskopai yra ekonomiškesni už daugkartinį fibrobronchoskopų naudojimą reanimacijos bei intensyviosios terapijos skyriuje arba bronchologijos skyriuje. Teigiama, kad, atsižvelgiant į galimas su bronchoskopija susijusių infekcijų gydymo išlaidas, vienkartinį lanksčių bronchoskopų naudojimas buvo ekonomiškesnis nei daugkartinį lanksčių bronchoskopų. Šis teiginys aiškinamas tuo, kad pasitaiko mažiau kryžminio užteršimo atvejų ir su bronchoskopija susijusių infekcijų, kurioms gydyti reikia antibiotikų, atvejų. Kadangi tokie aparatai yra naudojami tik vieną kartą, po procedūros jų nereikia iš naujo paruošti, dezinfekuoti specialiose mašinose, todėl gali sumažėti valymo ir saugojimo iš-

laidos. Vienkartinius aparatus paprasta naudoti, jie greitai pasiekiami, esant poreikiui, galima transportuoti į kitą skyrių skubioms procedūroms atlikti, taip išvengiant daugkartinio naudojimo aparato ir galimo jo sugadinimo. Vienkartinio naudojimo bronchoskopai galėtų kompensuoti dideles daugkartinių bronchoskopų remonto išlaidas, nors būtina pabrėžti, kad kiekviena klinika turėtų atlikti savo vidinę atliekamų procedūrų apskaitą ir ekonominę analizę. Štai, pavyzdžiui, buvo atlikta vieno Didžiosios Britanijos ligoninės Intensyviosios terapijos skyriaus (angl. *Queens Medical Centre, Nottingham, U.K.*) intubacijų su lanksčiais bronchoskopais, tiek vienkartiniais, tiek daugkartiniais, lyginamoji ekonominė analizė. Buvo pateikta išvada, kad šiai ligoninei buvo pigiau naudoti vienkartinius bronchoskopus, kai atliekama iki 200 intubacijų fibrobronchoskopų per metus, net kai daugkartinio naudojimo aparatų taisyso dažnis yra nedidelis.

Vienkartiniu lanksčiu bronchoskopu įmanoma atlikti tokias procedūras kaip kvėpavimo takų apžiūrą, paimti bronchų sekreto aspiratą, atlikti bronchoalveolinį lavažą, kai kuriais atvejais – intubavimą arba asistuoti atliekant perkutaninę tracheostomiją. Pavieniai tyrimai rodo, kad vienkartinio lanksčiu bronchoskopu intubavimas buvo ne visuomet sėkmingas, arba procedūra truko ilgiau nei su daugkartiniu fibrobronchoskopu. Tai lėmė vienkartinio aparato mažesnė vaizdo skiriamoji geba, prastas manevringumas ir siurbimo galimybių trūkumas. *P. A. Tariparast* su kolegomis atliko ir 2022 m. publikavo nedidelės imties tyrimą (46 tiriamieji). Tyrėjai atliko perkutanines dilatacines tracheostomijas reanimacijos ir intensyviosios terapijos skyriuje, jų metu naudodami arba vienkartinį, arba daugkartinį fibrobronchoskopą (šiuo atveju vienkartinis aparatas buvo Ambu® aScope™ 4, kurio išorinis diametras – 5 mm, o vidinis diametras – 2.2 mm, daugkartinis aparatas – Olympus BF-P60, Olympus Medical Systems Corp., kurio išorinis diametras – 4.9 mm, o vidinis

diametras – 2.2 mm). Buvo lyginama anatominių struktūrų vizualizacija dirbant šiais dviem aparatais, ventiliacija, aparatų valdymas, siurbimo galimybės. Tyrėjai paskelbė išvadą, kad vienkartiniai fibrobronchoskopai savo savybėmis neprastesni nei daugkartiniai fibrobronchoskopai. Daugelis sudėtingesnių bronchologinių diagnostinių ir gydymųjų procedūrų iki šiol būdavo atliekamos tik su daugkartinio naudojimo fibrobronchoskopais dėl geresnių jų techninių savybių. Didėjant vienkartinį aparatų aktualumui, kompanijos tobulina jų technines savybes. Visgi kol kas nėra atlikta klinikinių tyrimų, kuriuose būtų tiesiogiai lyginami vienkartinio ir daugkartinio naudojimo fibrobronchoskopai bei jų techninės savybės atliekant įvairaus sudėtingumo kitas diagnostines ir gydomąsias bronchologines procedūras.

Apibendrinimas. Įvairių atliktų tyrimų, ekspertų įžvalgų duomenimis, vienkartinius bronchoskopus rekomenduojama pasitelkti atliekant tokias bronchologines procedūras, kaip, kvėpavimo takų apžiūra, bronchų aspirato paėmimas, bronchoalveolinio lavažo atlikimas, kvėpavimo takų sanacija, intubacija, asistavimas perkutaninės tracheostomijos atlikimo metu. Ekonominiu požiūriu bronchologines procedūras vienkartiniais aparatais galėtų būti naudinga atlikti reanimacijos ir intensyviosios terapijos skyriuose, priėmimo ir skubiosios pagalbos skyriuose, bei tose ligoninėse ir skyriuose, kuriuose procedūrų skaičius yra nedidelis arba nėra pastoviai dirbančio ir galinčio paruošti bronchoskopus personalo. Siekiant išvengti bet kokio infekavimo rizikos imunosupresuotiems pacientams bronchoskopijos metu vienkartinio aparato naudojimas taip pat būtų rekomenduotinas. Kiekvienos įstaigos atstovai turėtų atlikti savo procedūrų apskaitą bei ekonominę analizę, bei įvertinti, kiek tokių aparatų įsigijimas būtų naudingas finansiškai. Tokie individualūs veiksniai, kaip, paties aparato, jo remonto, dezinfekcijos kaina gali skirtis priklausomai nuo ligoninės ir šalies. Bendras atliekamų procedūrų ir sudėtingų procedūrų

skaičius ligoninėje taip pat svarbus veiksnys. Kuo mažesnis procedūrų skaičius atliekamas, tuo vienkartiniai bronchoskopai įstaigai galėtų būti ekonomiškai naudingesni. Tuo tarpu kasmet atliekant didelį procedūrų skaičių, ypač kartu ir sudėtingų procedūrų, manoma, kad būtų naudingesni daugkartiniai fibrobronchoskopai.

1 lentelė. Vienkartinių lanksčių bronchoskopų savybės.

Gamintojas	„Vathin Medica“ ¹	„Axess Vision“	„Ambu“	„Olympus“	„PENTAX Medical“	„Endoso Life Technology“
Tipas	Videobronchoskopas					
Prekinis pavadinimas	<i>HSte-riscope-TM</i>	<i>Broncoflex</i>	<i>Ambu-aScopeTM4</i>	<i>H-Ste-riScopes™</i>	<i>PENTAX Medical ONE Pulmo™</i>	<i>UR Series Single-Use Bronchoscope</i>
Išorinis diametras (mm)	2.2, 3.2, 4.9, 5.8, 6.2	3.9 (<i>Agile</i>); 5.6 (<i>Vortex</i>)	1.2 (plonas), 2.2(vidutinis), 2.8 (storas)	2.2, 3.2, 4.9, 5.8, 6.2	3.4 - 5.3	3 - 5.8
Vidinis diametras (mm)	0, 1.2, 2.2, 2.8, 3.2	1.4 (<i>Agile</i>); 2.8 (<i>Vortex</i>)	1.2 (plonas), 2.2 (vidutinis), 2.8 (storas)	0, 1.2, 2.2, 2.8, 3.2	1.2 – 3.0	1.2 - 3.2
Darbinis ilgis (mm)	600	605	600	600	600	600
Antgalio nuokrypis aukšty/žemyn	210°/210°	220°/220° (<i>Agile</i>) 200°/200° (<i>Vortex</i>)	180°/180° (plonas) 180°/180° (vidutinis) 180°/160° (storas)	210°/210°	230/210° (EB11-S01) 210/180° (EB15-S01)	180°/180°

Literatūra

1. Tanmay S. Panchabhai; Atul C. Mehta. Historical perspectives of bronchoscopy. Connecting the dots. *Ann Am Thorac Soc.* 2015; 12(5): 631–641.
2. Ofstead, C.L.; Quick, M.R.; Wetzler, H.P. et al. Effectiveness of reprocessing for flexible bronchoscopes and endobronchial ultrasound bronchoscopes. *Chest* 2018; 154: 1024–1034.
3. Srinivasan, A.; Wolfenden, L.L.; Song, X. et al. An outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* infections associated with flexible bronchoscopes. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348: 221–227
4. Piepho, T.; Werner, C.; Noppens, R.R. Evaluation of the novel, single-use, flexible aScope for tracheal intubation in the simulated difficult airway and first clinical experiences. *Anaesthesia.* 2010; 65: 820–825.
5. Mehta AC, Prakash UBS, Garland R, et al. American college of chest physicians and American association for bronchoscopy consensus statement: prevention of flexible bronchoscopy-associated infection. *Chest.* 2005; 128(3): 1742–55.
6. Du Rand IA, Blaikley J, Booton R, et al. British thoracic society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults. *Thorax.* 2013;16(68): i1–i44.

7. World Health Organization. Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection. 2018; ISBN-13: 978-92-4-155047-5.
8. McCahon RA, Whynes DK. Cost comparison of reusable and single-use fibrescopes in a large English teaching hospital. *Anaesthesia*. 2015; 70(6): 699–706.
9. Mouritsen, J.M.; Ehlers, L.; Kovaleva, J. Et al. A systematic review and cost effectiveness analysis of reusable vs. single-use flexible bronchoscopes. *Anaesthesia* 2020; 75: 529–540.
10. Sarah P. Barron ; Marcus P. Kennedy. Single-use (disposable) flexible bronchoscopes: the future of bronchoscopy? *Adv Ther*. 2020; 37: 4538–4548.
11. Elliot Ho; Ajay Wagh; Kyle Hogarth et al. Single-use and reusable flexible bronchoscopes in pulmonary and critical care medicine. *Diagnostics* 2022; 12, 174.
12. Pischta Adel Tariparast; Andrés Brockmann; Rainer Hartwig et al. Percutaneous dilatational tracheostomy with single use bronchoscopes versus reusable bronchoscopes – a prospective randomized trial (TraSUB). *BMC Anesthesiology*. 2022; 22:90
13. <https://www.prnewswire.com/news-releases/olympus-launches-new-line-of-five-single-use-bronchoscopes-301280878.html>
14. <https://www.medicalexpo.com/prod/endo-so-life-technology/product-306048-1057875.html>
15. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/reprocessing-medical-devices-health-care-settings-validation-methods-and-labeling>
16. <https://www.pentaxmedical.com/pentax/en/92/1/PENTAX-Medical-Europe-to-launch-single-use-bronchoscope>