

# Usporedba rane i kasne perkutane dilatacijske traheostomije na pojavu komplikacija u strojno ventiliranih bolesnika u jedinici intenzivnog liječenja

The comparison of early and late percutaneous dilatational tracheostomy in the onset of complications in mechanically ventilated patients in the intensive care unit

Marina Ilijanić<sup>1</sup>, Petra Čoza<sup>1</sup>, Janja Kuharić<sup>2</sup>, Tomislav Rukavina<sup>3</sup>, Neven Sučić<sup>4</sup>, Željko Župan<sup>2</sup>, Vlatka Sotošek Tokmadžić<sup>2\*</sup>, Alan Šustić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka

<sup>2</sup>Katedra za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje, Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka

<sup>3</sup>Katedra za socijalnu medicinu i epidemiologiju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka

<sup>4</sup>Mikrobiološki odjel, Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka

Primljeno: 11. 10. 2011.

Prihvaćeno: 15. 1. 2012.

Adresa za dopisivanje:

\***Dr. sc. Vlatka Sotošek Tokmadžić, dr. med.**

Katedra za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci  
Braće Branchetta 20, 51 000 Rijeka  
e-mail: vsotosek@medri.hr

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

**Sažetak. Cilj:** Cilj istraživanja bio je utvrditi učestalost i najčešće komplikacije pri izvođenju perkutane dilatacijske traheostomije (PDT) te usporediti učinak ranog PDT-a i kasnog PDT-a na učestalost razvoja pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom, duljinu trajanja strojne ventilacije te duljinu boravka životno ugroženih bolesnika liječenih u jedinici intenzivnog liječenja (JIL). **Ispitanici i postupci:** Opservacijskom prospektivnom studijom obuhvaćeno je 338 bolesnika koji su liječeni u JIL-u (lokalitet Sušak) Klinike za anesteziologiju i intenzivno liječenje Kliničkog bolničkog centra Rijeka u razdoblju od 1. siječnja 2007. godine do 31. prosinca 2010. godine, u kojih je bio učinjen PDT. **Rezultati:** Od ukupnog broja bolesnika 109 (32 %) bolesnika bile su žene, a 229 (68 %) muškarci. Kod 256 (76 %) bolesnika učinjen je rani PDT, a kod 82 (24 %) bolesnika kasni PDT. Komplikacije PDT-a bile su redom: u 5 bolesnika nastupilo je krvarenje, dok se u pojedinačnim slučajevima javila hipotenzija, upala stome, ozljeda grkljana, nemogućnost promjene trahealne kanile, hipoksija te otežana dilatacija. Usporedba učestalosti komplikacija ranog PDT-a s učestalošću komplikacija kasnog PDT-a nije pokazala statistički značajnu razliku u broju komplikacija ( $p = 0,359$ ). Učestalost pojave pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom ( $p < 0,001$ ), kao i duljina liječenja u JIL-u ( $p = 0,038$ ), te duljina strojne ventilacije ( $p = 0,002$ ) bila je statistički značajno veća u bolesnika u kojih je učinjen kasni PDT u odnosu na bolesnike kojima je učinjen rani PDT. **Rasprava i zaključak:** Učestalost komplikacija PDT-a ne ovisi o vremenu njegova izvođenja, no rano izvedeni PDT skraćuje trajanje strojne ventilacije i duljinu boravka u JIL-u, te smanjuje učestalost pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom.

**Cljučne riječi:** jedinica intenzivnog liječenja, perkutana dilatacijska traheostomija, pneumonija uzrokovana strojnom ventilacijom

**Abstract. Aim:** The aim of the study was to determine the incidence and the most common complications of percutaneous dilatational tracheostomy (PDT), compare the effect of early and late PDT on the incidence of ventilator-associated pneumonia, duration of mechanical ventilation and the length of stay in critically ill patients treated in the intensive care unit (ICU). **Patients and methods:** The observational prospective analysis included 338 patients requiring PDT who are treated in ICU Sušak, Clinic of anesthesiology and intensive care, Clinical Hospital Centre Rijeka in four-years period. **Results:** One hundred and nine (32 %) patients were women and 229 (68 %) were men. The early PDT was performed in 256 (76 %) patients while the late PDT was performed in 82 (24 %). The complications of PDT were as follows: bleeding occurred in five patients, while hypotension, inflammation of the stoma, injury of larynx, inability to change cannulae, hypoxia and difficult dilatation were identified individually. Comparing the incidence of the complications that occurred in patients receiving early and late PDT, the statistically significant difference was not found in the number of the complications ( $p = 0.359$ ). The incidence of ventilator-associated pneumonia ( $p < 0,001$ ), the length of stay in the ICU ( $p = 0,038$ ), as well as the duration of mechanical ventilation ( $p = 0,002$ ) were significantly different in patients who received late PDT in comparison to patients in whom early PDT was performed. **Discussion and conclusion:** The incidence of complications caused by PDT does not depend on the time when PDT is performed. However, early performed PDT shortens the duration of mechanical ventilation and length of stay in ICU, and reduces the incidence of ventilator-associated pneumonia.

**Key words:** intensive care unit, percutaneous dilatational tracheostomy, ventilator-associated pneumonia

## UVOD

Traheostomija je jedan od najčešće primjenjivanih postupaka u jedinicama intenzivnog liječenja (JIL) koji se izvodi u bolesnika koji zahtijevaju dugotrajnu strojnu ventilaciju<sup>1,2</sup>. To je kirurški postupak kojim se učini otvor na prednjoj stjenci vratnog dijela dušnika, kroz koji se uvede kanila u dušnik bolesnika. Tradicionalna kirurška metoda traheostomije uključuje disekciju tkiva uz dušnik i stavljanje traheostome u dušnik pod izravnom kontrolom kirurga, što zahtijeva transport bolesnika iz JIL-a u operacijsku dvoranu ili dolazak kirurškog tima u JIL<sup>3</sup>. Perkutana dilatacijska traheostomija (PDT) je klinički širokoprihvaćena metoda osiguravanja dišnog puta u JIL-u. Pravilna selekcija bolesnika prema općeprihvaćenim indikacijama i anatomskim markacijama, uz stalno praćenje postupka bronhoskopom ili ultrazvukom, osigurava njegovo sigurno izvođenje. Iako su danas u uporabi različite tehnike PDT-a<sup>4</sup>, osnovni princip izvođenja PDT-a uključuje punkciju dušnika i uvođenje žice vodilice u dušnik, preko koje se dilatiraju predležće meke česti dušnika i stvara traheostoma<sup>5</sup>. Cijeli postupak, od pripreme bolesnika do uvođenja kanile, vrlo je brz, a provodi se u potpunosti uz krevet bolesnika u JIL-u, tako da bolesnike nije potrebno prebacivati u operacijsku salu, što je u životno ugroženih bolesnika velika prednost. Osim brojnih prednosti koji pruža PDT, prilikom i nakon izvođenja PDT-a mogu se pojaviti komplikacije, kao što su krvarenje, subkutani emfizem, pneumotoraks, hipoksija, paratrahealni plasman kanile, prijelom hrskavice dušnika, lezija stražnje stijenke dušnika, problemi s promjenom kanile, ispadanje kanile te infekcija mekih česti oko stome s razvojem lokalne upale<sup>6</sup>.

S obzirom na vrijeme izvođenja razlikujemo rani PDT, koji se izvodi prvih sedam dana od početka strojne ventilacije i prijema bolesnika u JIL, dok se kasnim PDT-om obilježava PDT koji se izvodi poslije navedenog razdoblja<sup>4</sup>. Odluka za postavljanje traheostome, kao i vrijeme izvođenja, donosi se pojedinačno za svakog bolesnika, uzimajući u obzir očekivani oporavak, rizik produljene endotrahealne intubacije, kao i rizik koji nosi sam postupak traheotomije<sup>7</sup>. U novije vrijeme uočen je pozitivan učinak PDT-a na sprječavanje pneu-

monije uzrokovane strojnom ventilacijom, smanjenje dužine trajanja strojne ventilacije i dužine boravka bolesnika u JIL-u, no idealno vrijeme za izvođenje PDT-a još uvijek predstavlja nepoznanicu u suvremenoj intenzivnoj medicini<sup>8-12</sup>.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učestalost komplikacija pri izvođenju PDT-a te ispitati utječe li rano izvođenje PDT-a na smanjenje učestalosti pneumonije u strojno ventiliranih bolesnika, a time i trajanje duljine strojne ventilacije i duljinu liječenja u JIL-u.

Perkutana dilatacijska traheostomija jednostavna je metoda održavanja dišnog puta u bolesnika u jedinicama intenzivnog liječenja koji zahtijevaju dugotrajnu strojnu ventilaciju. Rano izvođenje perkutane dilatacijske traheostomije u strojno ventiliranih bolesnika znatno smanjuje duljinu trajanja strojne ventilacije i duljinu boravka u jedinicama intenzivnog liječenja, te smanjuje učestalost pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom.

## ISPITANICI I METODE

Ovom studijom obuhvaćeno je 338 bolesnika koji su bili liječeni u JIL-u (lokalitet Sušak) Klinike za anesteziologiju i intenzivno liječenje KBC-a Rijeka u razdoblju od 1. siječnja 2007. godine do 31. prosinca 2010. godine, u kojih je bila učinjen PDT forceps dilatatorom<sup>13</sup>. Svi bolesnici koji su bili uključeni u studiju bili su liječeni prema suvremenim smjernicama intenzivnog liječenja. Svakom bolesniku koji je bio uključen u studiju standardiziranim protokolom bilježili su se opći podaci – matični broj bolesnika, dob, spol. Svakom bolesniku uključenom u studiju utvrđena je dijagnoza bolesti zbog koje je liječen u JIL-u. Također smo za svakog bolesnika uključenog u studiju utvrđivali duljinu trajanja strojne ventilacije i duljinu boravka u JIL-u. U bolesnika u kojih je došlo do razvoja pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom utvrdili smo uzročnika infekcije. U dijagnostici pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom primijenili smo sljedeće kriterije: pojava novog ili progresija postojećeg infiltrata vidljivog na rendgenskoj snimci pluća, tjelesna temperatura viša od 38 °C, leukocitoza u krvi, pojava gnojnih sekreta u dišnim putevima, te bakteriološki

pozitivan nalaz trahealnog aspirata i bronhoalveolarnog lavata<sup>14</sup>.

Prilikom provođenja studije bilo je osigurano poštovanje temeljnih etičkih i bioetičkih principa – osobni integritet, pravednost, dobročinstvo i neškodljivost za ispitanika. U prikupljanju i prikazivanju podataka očuvani su privatnost ispitanika i zaštićen je njihov identitet.

Statistička obrada podataka rađena je u računalnom programu Statistica 9.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, SAD). Pri izračunavanju razlika između bolesnika u kojih je učinjen rani PDT i bolesnika u kojih je učinjen kasni PDT koristili smo studentov T-test i  $\chi^2$  test. Promjene smo smatrali statistički značajnim uz  $p < 0,05$ . Slikovni i tabelarni prikazi rezultata napravljeni su u računalnom programu Microsoft Excel.

## REZULTATI

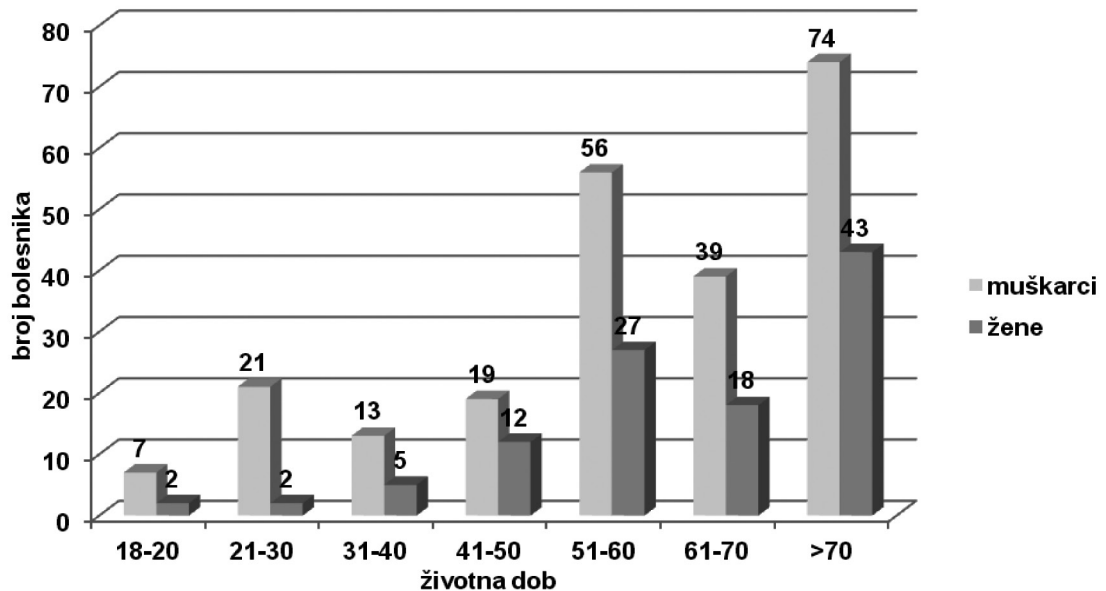
Od 338 bolesnika uključenih u ovu studiju 109 (32 %) bolesnika bile su žene, a 229 (68 %) muškarci, te je utvrđena statistički značajna razlika u broju muškaraca u odnosu na broj žena ( $p < 0,001$ ). S obzirom na dob bolesnika, u studiju

je ušlo 7 muškaraca i 2 žene u dobi od 18 do 20 godina, 21 muškarac i 2 žene u dobi od 21 do 30 godina, 13 muškaraca i 5 žena u dobi od 31 do 40 godina, 19 muškaraca i 12 žena u dobi od 41 do 50 godina, 56 muškaraca i 27 žena u dobi od 51 do 60 godina, 39 muškaraca i 19 žena u dobi od 61 do 70 godina i 74 muškarca i 43 žene u dobi iznad 70 godina (slika 1).

Statistički značajno bilo je više bolesnika kojima je učinjen rani PDT, nego onih kojima je učinjen kasni PDT (256 u odnosu na 82;  $p < 0,001$ ) (slika 2).

U bolesnika s dijagnozom teške ozljede mozga, akutnog respiracijskog zatajivanja, subarahnoidalnog krvarenja te tumora mozga utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,001$ ) u broju bolesnika u kojih je učinjen rani PDT u odnosu na broj bolesnika u kojih je učinjen kasni PDT, dok u bolesnika s ostalim dijagnozama nije uočena statistički značajna razlika (tablica 1).

U tablici 2 prikazane su komplikacije koje su se javile prilikom izvođenja i nakon izvođenja PDT-a. Od 256 bolesnika u kojih je učinjen rani PDT, u 7 bolesnika pojavile su se komplikacije. Tijekom



**Slika 1.** Raspodjela bolesnika liječenih u jedinici intenzivnog liječenja Kliničkog bolničkog centra Rijeka u istraživanom razdoblju prema dobi.

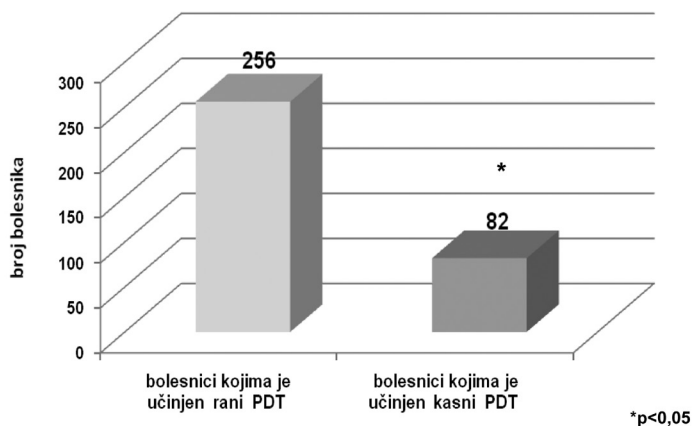
**Figure 1.** Distribution of patients treated in intensive care unit of Clinical Hospital Centre Rijeka in investigated period according to age.

izvođenja ranog PDT-a u 3 bolesnika došlo je do krvarenje, dok se u jednog bolesnika pojavila ozljeda grkljana, a u drugog hipoksija. Hipotnezija i otežana dilatacija stome zabilježene su pojedinačno, dok se krvarenje javilo u dva bolesnika tijekom izvođenja kasnog PDT-a. Nekoliko dana nakon izvođenja PDT-a, u skupini bolesnika kojima je učinjen rani PDT pojedinačno je došlo do upale stome i nemogućnosti promjene trahealne kani- le. Uspoređujući obje skupine bolesnika, uočava- mo da nije uočena statistički značajna razlika u broju komplikacija.

U skupini bolesnika u kojih je učinjen rani PDT utvrđena je statistički značajno veća učestalost pojave pneumonije uzrokovane strojnom ventila- cijom u odnosu na bolesnike u kojih je učinjen ka- sni PDT ( $p < 0,001$ ) (slika 3). Najčešći uzročnici pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom dobiveni mikrobiološkom analizom bili su redom: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Escherichia coli* i *Streptococcus pneumoniae*. Duljina strojne ventilacije ( $p = 0,002$ ), kao i dulji- na liječenja u JIL-u ( $p = 0,038$ ), u bolesnika u kojih je učinjen kasni PDT bili su statistički značajno du- lji od bolesnika u kojih je učinjen rani PDT (tablica 3).

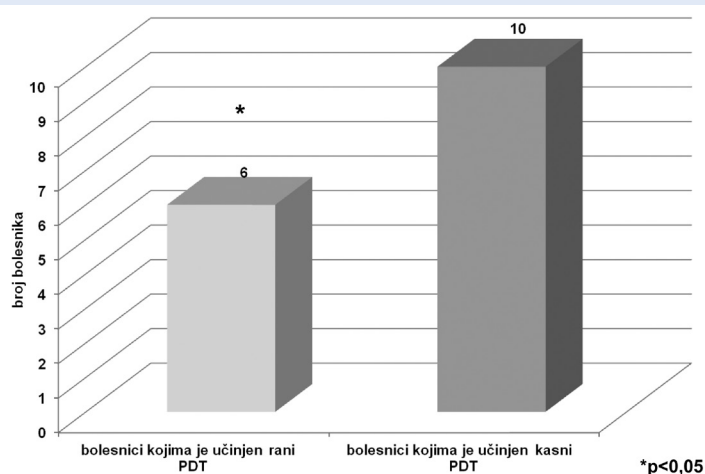
## RASPRAVA

S obzirom na jednostavnost i učinkovitost izvođe- nja, tehnike dilatacijske traheostomije započele su vrlo brzo istiskivati kiruršku metodu, te su je danas gotovo u potpunosti zamijenile i postale metodama izbora u bolesnika liječenih u JIL-u, koji zahtijevaju dugotrajnu strojnu ventilaciju<sup>15</sup>. U ovom istraživanju najveći broj bolesnika liječenih u JIL-u bio je u dobi iznad 70 godina. Osobe stari- je životne dobi podložnije su brojim bolestima, a to se može pripisati fiziološkim promjenama koje se normalno odvijaju u organizmu starijih osoba. Postupak traheostomije nekada se najčešće pro- vodio u produženo strojno ventiliranih bolesnika s bolestima dišnog sustava, a mnogi radovi, kao i naše istraživanje, pokazuju da se to promijenilo, te da se sam postupak primjenjuje u bolesnika li- ječenih produženom strojnom ventilacijskom potporom, neovisno o etiologiji prijema na inten- zivno liječenje<sup>5</sup>.



**Slika 2.** Broj bolesnika liječenih u jedinici intenzivnog liječenja Kliničkog bolničkog centra Rijeka u istraživanom razdoblju kojima je učinjen rani PDT bio je statistički značajno veći od broja bolesnika kojima je učinjen kasni PDT. Razina statističke značajnosti:  $*p < 0,05$ .

**Figure 2.** The number of patients treated in intensive care unit of Clinical Hospital Centre Rijeka who received early PDT was statistically higher than the number of the patients with late PDT in the investigated period. Level of statistical significance:  $*p < 0.05$ .



**Slika 3.** Učestalost pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom bio je statistički niži u bolesnika kojima je učinjen rani PDT, u odnosu na bolesnike kojima je učinjen kasni PDT. Razina statističke značajnosti:  $*p < 0,05$ .

**Figure 3.** The incidence of ventilator-associated pneumonia was statistically lower in patients who received early PDT in comparison to patients who received late PDT. Level of statistical significance:  $*p < 0.05$ .

Iako je PDT minimalno invazivna metoda, uvijek postoji mogućnost komplikacija. Učestalost komplikacija tijekom i neposredno nakon izvođenja PDT-a u ovom istraživanju iznosila je oko 3 %, što odgovara broju navedenih komplikacija u recen- tnoj literaturi<sup>6,16</sup>. Minimalno krvarenje ( $< 100$  ml) zabilježeno je kod dva bolesnika kojima je učinjen rani PDT, te kod dvoje kojima je učinjen kasni PDT,

**Tablica 1.** Usporedba bolesnika u kojih je učinjen rani PDT i bolesnika u kojih je učinjen kasni PDT, s obzirom na dijagnozu bolesti zbog koje su liječeni u jedinici intenzivnog liječenja Kliničkog bolničkog centra Rijeka u istraživanom razdoblju.

**Table 1.** Comparison of patients with early PDT to patients who received late PDT in respect to the diagnosis of diseases for which that were treated in the intensive care unit of Clinical Hospital Centre Rijeka.

Dijagnoza	Bolesnici u kojih je učinjen rani PDT	Bolesnici u kojih je učinjen kasni PDT	p vrijednost
Teška ozljeda mozga	67	17	$p < 0,001$
Akutno respiracijsko zatajenje	42	18	$p < 0,001$
Višestruke ozljede	25	22	$p = 0,67$
Subarahnoidalno krvarenje	26	6	$p < 0,001$
Višeorgansko zatajivanje	17	14	$p = 0,67$
Tumor mozga	24	5	$p < 0,01$
Septički šok	13	8	$p = 0,21$
Akutno bubrežno zatajenje	12	8	$p = 0,34$
Sepsa	11	7	$p = 0,42$
Zastoj srca i disanja	11	4	$p = 0,73$

**Tablica 2.** Komplikacije koje su se pojavile tijekom i nakon izvođenja ranog i kasnog PDT-a.

**Table 2.** Complications which occurred during and after the performance of early and late PDT.

	Bolesnici kojima je učinjen rani PDT (n = 256)	Bolesnici kojima je učinjen kasni PDT (n = 82)
<b>Komplikacije koje su se pojavile tijekom izvođenja PDT-a</b>		
Krvarenje	3	2
Ozljeda grkljana	1	0
Hipoksija	1	0
Hipotenzija	0	1
Otežana dilatacija stome	0	1
<b>Komplikacije koje su se pojavile nakon izvođenja PDT-a</b>		
Nemogućnost promjene trahealne kanile	1	0
Upala stome	1	0
Ukupni broj komplikacija	7	4

**Tablica 3.** Usporedba duljine trajanja strojne ventilacije i duljine liječenja u jedinici intenzivnog liječenja u bolesnika s ranim i kasnim PDT-om. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija.

**Table 3.** Comparison of length of mechanical ventilation and length of stay in intensive care unit in patients with early and late PDT. Results are present as average ± standard deviation.

	Bolesnici kojima je učinjen rani PDT (n = 256)	Bolesnici kojima je učinjen kasni PDT (n = 82)	p vrijednost
Duljina trajanja strojne ventilacije (dani)	9,7 ± 4,7	14,9 ± 6,1	$p = 0,002$
Duljina liječenja u JIL-u (dani)	12,3 ± 6,5	18,5 ± 7,8	$p = 0,038$

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija

a to je ujedno bila i najčešća komplikacija u ispitivanoj skupini bolesnika. Učestalost krvarenja tijekom postupka prvenstveno ovisi o iskustvu i spretnosti tima koji izvodi kanulaciju dušnika. Potrebno je naglasiti značenje primjene doplerskog ultrazvuka predležućih mekih česti vrata prije izvođenja PDT-a, jer je njegovom uporabom moguće uočiti veće krvne žile u neočekivanom anatomsom položaju na mjestu gdje se izvodi kanulacija dušnika, te je na taj način moguće izbjeći veća krvarenja.

Perkutana dilatacijska traheostomija pokazala se kao značajna metoda liječenja životno ugroženih bolesnika u JIL-u, no još uvijek nije poznato pravo vrijeme za njezino izvođenje. Većina istraživanja pokazala je da su bolesnici kojima je učinjen rani PDT imali znatno kraće vrijeme strojne potpore i kraći boravak u JIL-u u odnosu na one bolesnike kojima je učinjen kasni PDT<sup>9,18,19</sup>. Utjecaj izvođenja ranog, odnosno kasnog PDT-a na pojavu pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom varira od istraživanja do istraživanja. Neki autori<sup>10</sup> pokazali su da vrijeme izvođenja PDT-a nije imalo bitan utjecaj na razvoj pneumonije, dok su drugi<sup>19</sup> pokazali da rani PDT sprječava razvoj pneumonije. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da se u bolesnika kojima je učinjen rani PDT smanjio broj dana provedenih na strojnoj ventilaciji te ubrzao njihov otpust iz JIL-a u odnosu na bolesnike kojima je učinjen kasni PDT. Ovo istraživanje također je pokazalo statistički značajno manji broj dijagnosticiranih pneumonija uzrokovanih strojnom ventilacijom u bolesnika u kojih je učinjen rani PDT u usporedbi sa bolesnicima u kojih je učinjen kasni PDT. Strojno ventilirani bolesnici kod kojih dolazi do razvoja pneumonije znatno dulje ostaju u JIL-u, a time se produžuje dužina njihovog liječenja, oporavka i troškovi liječenja. Uzročnici koji dovode do pojave pneumonija različiti su u različitim bolničkim ustanovama, kod nas su izolirani *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Escherichia coli* i *Streptococcus pneumoniae*. S obzirom na to da je pojava pneumonije često povezana s brojem dana provedenim na ventilatoru, izvođenje ranog PDT-a mogao bi biti bitan čimbenik u njezinoj prevenciji.

## ZAKLJUČAK

Učestalost komplikacija PDT-a ne ovisi o vremenu njegova izvođenja, no rano izvedeni PDT skraćuje trajanje strojne ventilacije i duljinu boravka u JIL-u, te smanjuje učestalost pneumonije uzrokovane strojnom ventilacijom.

Bolesnici u jedinicama intenzivnog liječenja često zahtijevaju dugotrajnu strojnu ventilaciju, koja je često povezana s razvojem brojnih komplikacija. Pojava komplikacija strojne ventilacije znatno produžuje liječenje i povećava troškove liječenja. Izvođenje rane perkutane dilatacijske traheostomije moglo bi biti učinkovito u smanjenju duljine liječenja bolesnika u jedinicama intenzivnog liječenja.

## ZAHVALE

Istraživanja ovoga rada dio su znanstveno-istraživačkog projekta broj 062-0000000-0220 pod naslovom "Perkutana traheostomija u prevenciji pneumonije u strojno ventiliranih bolesnika", glavnog istraživača prof. dr. sc. Alana Šustića, koje financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske.

## LITERATURA

1. Cox CE, Carson SS, Holmes GM, Howard A, Carey TS. Increase in tracheostomy for prolonged mechanical ventilation in North Carolina, 1993-2002. *Crit Care Med* 2004;32:2219-26.
2. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2006;10:R55.
3. McWhorter AJ. Tracheotomy: timing and techniques. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;11:473-9.
4. Al-Ansari MA, Hijazi MH. Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care* 2006;10:202.
5. Durbin CG. Tracheostomy: Why, When, and How? *Respiratory Care* 2010;55:1056-68.
6. Briche T, Le Manach Y, Pats B. Complications of percutaneous tracheostomy. *Chest* 2001;119:1282-3.
7. Durbin CG. Indications for and Timing of Tracheostomy. *Respiratory care* 2005;50:483-7.
8. Nseir S, Di Pompeo C, Jozefowicz E, Cavestri B, Brisson H, Nyunga M et al. Relationship between tracheotomy and ventilator-associated pneumonia: a case control study. *Eur Respir J* 2007;30:314-20.
9. Arabi YM, Alhashemi JA, Tamim HM, Esteban A, Haddad SH, Dawood A et al. The impact of time to tracheostomy

- my on mechanical ventilation duration, length of stay, and mortality in intensive care unit patients. *J Crit Care* 2009;24:435-40.
10. Arabi Y, Haddad S, Shirawi N, Al Shimemeri A. Early tracheostomy in intensive care trauma patients improves resource utilization: a cohort study and literature review. *Crit Care* 2004;8:R347-52.
  11. Rello J, Lorente C, Diaz E, Bodi M, Boque C, Sandiumenge A et al. Incidence, etiology, and outcome of nosocomial pneumonia in ICU patients requiring percutaneous tracheotomy for mechanical ventilation. *Chest* 2003;124:2239-43.
  12. Terragni PP, Antonelli M, Fumagalli R, Faggiano C, Berardino M, Pallavicini FB et al. Early vs late tracheotomy for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adult ICU patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 2010;303:1483-9.
  13. Šustić A, Kovač D, Žgaljardić Z, Župan Ž, Krstulović B. Ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a safe method to avoid cranial misplacement of the tracheostomy tube. *Intensive Care Med* 2000;26:1379-81.
  14. Sinuff T, Muscedere J, Cook D. Ventilator-associated pneumonia: Improving outcomes through guideline implementation. *J Crit Care* 2008;23:118-25.
  15. Engels PT, Bagshaw SM, Meier M, Brindley PG. Tracheostomy: from insertion to decannulation. *Can J Surg* 2009;52:427-33.
  16. Polderman KH, Spijkstra JJ, Bree R. Percutaneous dilatational tracheostomy in the ICU. *Chest* 2003;123:1595-602.
  17. Griffiths J, Barber V, Morgan L, Young D. Systemic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *BMJ* 2005;330:1243.
  18. Boudierka MA, Fakhir B, Bouaggad A, Hmamouchi B, Hamoudi D, Harti A. Early Tracheostomy versus prolonged endotracheal intubation in severe head injury. *J Trauma* 2004;57:251-4.
  19. Möller MG, Slaikeu JD, Bonelli P, Davis AT, Hoogeboom JE, Bonnell BW. Early tracheostomy versus late tracheostomy in the surgical intensive care unit. *Am J Surg* 2005;189:293-6.