

UNIVERZITET U BEOGRADU

MEDICINSKI FAKULTET

Dušanka N. Janjević

**PROCENA EFIKASNOSTI
KOMBINOVANE PRIMENE
VISOKOFREKVENTNE VENTILACIJE
MLAZOM I KONTROLISANE
MEHANIČKE VENTILACIJE U
MIKROLARINGEALNOJ HIRURGIJI**

doktorska disertacija

Beograd, 2012

UNIVERSITY OF BELGRADE
SCHOOL OF MEDICINE

Dusanka N. Janjevic

**ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY
COMBINED USE OF HIGH FREQUENCY
JET VENTILATION AND CONTROLLED
MECHANICAL VENTILATION DURING
THE MICROLARYNGEAL SURGERY**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

Mentor: Prof. dr Nevena Kalezić
Univerzitet u Beogradu
Medicinski fakultet

Članovi Komisije: Prof. dr Milovan Dimitrijević
Univerzitet u Beogradu
Medicinski fakultet

Doc. dr Nebojša Lađević
Univerzitet u Beogradu
Medicinski fakultet

Prof. dr Rajko Jović
Univerzitet u Novom Sadu
Medicinski fakultet

Datum odbrane:

Marku, Zoranu, mojim roditeljima...

Mortalis nemo est, quem non attingat dolor morbusque.
Nema čoveka koga ne pogađa bol i bolest
Cicero

Zahvaljujem se svojoj mentorki prof. dr Neveni Kalezić, koja mi je dala podstrek za pisanje disertacije, a tokom izrade rada svojim stručnim savetima i uputstvima pružila dragocenu pomoć.

Zahvaljujem se Prof. dr Rajku Joviću, koji je svojim kliničkim i istraživačkim iskustvom razumeo značaj i podstakao uvođenje visokofrekventne džet ventilacije u kliničku praksu na Klinici za bolesti uva, grla i nosa. Zahvaljujem se na velikom razumevanju, koje mi je pružio za moj entuzijazam i veliku prijateljsku pomoć i podršku.

Posebni zahvalnost izražavam anestezičarima Službe za anesteziju i medicinskim tenhičarima Laringološkog odeljenja, Klinike za bolesti uva, grla i nosa, Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu na razumevanju i nesebičnoj pomoći pri uzimanju uzoraka za laboratorijsku obradu tokom izrade rada.

Zahvalnost izražavam kolegama sa Klinike za bolesti uva, grla i nosa na podršci i pomoći, koju su mi pružili pri izradi rada.

Zahvaljujem se mojim najbližim, roditeljima, porodici i prijateljima, koji su svojom nesebičnom ljubavlju i strpljenjem stimulisali moj rad i dali mu smisao.

Podaci o doktorskoj disertaciji

Naslov doktorske disertacije:

Procena efikasnosti kombinovane primene visokofrekventne ventilacije mlazom i kontrolisane mehaničke ventilacije u mikrolaringealnoj hirurgiji

Rezime:

Uvod: Mikrolaringealna hirurgija zauzima značajno mesto u rešavanju različitih patoloških stanja larinksa, koja dovode anesteziologa u delikatnu situaciju kada je potrebno obezbediti i osigurati disajni put, obezbediti zadovoljavajuću ventilaciju pluća i optimalnu vidljivost operativnog polja. Od izbora tehnike anestezije, zavisi postizanje osnovnih ciljeva mikrolaringealne hirurgije: nepokretnost glasnica, dobra vidljivost svih laringealnih struktura i zadovoljavajuća kontrola disajnog puta. Primena visokofrekventne džet ventilacije sa infraglotičkim pristupom u opštoj anesteziji, omogućava hirurgu nesmetan pristup i dobru vidljivost operativnog polja, a anesteziologu mogućnost da kontroliše oksigenaciju i ventilaciju pluća bolesnika. Za procenu respiratorne efikasnosti tokom primene visokofrekventne džet ventilacije od velikog kliničkog značaja je praćenje koncentracije ugljen dioksida u ekspirijumu. Rizik od nastanka komplikacija vezanih za nedovoljnu eliminaciju ugljen dioksida se može smanjiti kombinovanom primenom visokofrekventne džet ventilacije (VFVM) i kontrolisane mehaničke ventilacije (KMV).

Cilj rada: Odrediti da li je vrednost PaCO₂, kao parametra ventilacije, zadovoljavajuća u toku kombinovane primene VFVM i KMV sa dva različita pristupa pri uspostavljanju disajnog puta (džet kateter i endotrahealni tubus ili LMA) u mikrolaringealnoj hirurgiji; odrediti da li postoji korelacija između trećeg i četvrtog stepena vidljivosti glotisa prema Kormak-Lienovoj klasifikaciji i vrednosti PaCO₂; odrediti da li parametri, koji ukazuju na tešku laringoskopiju koreliraju sa teškom vidljivošću glotisa, kada se koristi rigidni direktoskop.

Materijal i metod rada: Rad je kohortna studija u koju su uključena 102 bolesnika, planirana za mikrolaringealnu hirurgiju, koji su randomizovano podeljeni na dve

jednake grupe (n=51), VFV-KMV (visokofrekventna ventilacija-kontrolisana mehanička ventilacija) kao eksperimentalna grupa i VFV (visokofrekventna ventilacija) kao kontrolna grupa. Parcijalni pritisak CO₂ se određivao analizom kapilarne krvi u određenim vremenskim intervalima: 5 minuta pre indukcije, 5 minuta nakon početka hirurške intervencije i 3 minuta nakon završene hirurške intervencije. Kao referentna vrednost povišenog parcijalnog pritiska ugljen-dioksida, uzeta je PaCO₂ > 45 mmHg. Za preoperativnu procenu disajnog puta su se koristili sledeći klinički testovi: Malampatijev test, mento-hioidno rastojanje, fleksiono-ekstenziona pokretljivost vratne kičme, interincizorno rastojanje i prisustvo zuba u gornjoj i donjoj vilici. Stepen vidljivosti glotisa se procenjivao sa krivom špatulom u direktnoj laringoskopiji po Kormak-Lienovoj (K-L) klasifikaciji.

Statističke metode, koje su korišćene u radu su: metode deskriptivne statistike, metode komparativne statistike (Mann-Whitney test, Kolmogorov-Smirnov test saglasnosti, Pearsonov X^2 test, Studentov T-test, ANOVA test) i multivarijantna logistička regresiona analiza.

Rezultati: Primenom GLM-a (generalni linearni model), uočavamo značajne promene u dinamici kretanja prosečnih vrednosti PaCO₂ u toku tri merenja, pri čemu je dinamika promena bila ista u obe grupe; u drugom i trećem merenju prosečne vrednosti PaCO₂ su bile značajno više u odnosu na prvo merenje, ali je prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju u grupi VFV-KMV bila značajno manja u odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ u VFV grupi bolesnika u istom merenju.

Praćenjem promena prosečne vrednosti PaCO₂ u toku tri merenja kod različitih stepena vidljivosti glotisa u grupi VFV-KMV, utvrđeno je da je prosečna vrednost PaCO₂ bila najviša (49.53 mmHg) u toku hirurškog rada i to kod trećeg stepena vidljivosti po K-L klasifikaciji. Kod bolesnika VFV grupe, utvrđeno je da je prosečna vrednost PaCO₂ bila iznad referentnih vrednosti u drugom merenju i to kod trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L, ali je najviša prosečna vrednost PaCO₂ od 52.68 mmHg, zabeležena u trećem merenju (period buđenja) i to kod trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L. Isto tako je utvrđeno, da postoji statistički značajna razlika između različitih kategorija vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji upravo u grupi VFV bolesnika i to u trećem merenju, kada su se bolesnici budili sa plasiranim džet kateterom.

Kao nezavistan prediktor teške vidljivosti glotisa, izdvojen je Malampatijev test. Prosečne vrednosti PaCO₂ u odnosu na Malampatijev test, statistički značajno su različiti između druge i treće klase vidljivosti orofaringealnih struktura u prvom i trećem merenju u grupi VFV-KMV, uz napomenu da je treću klasu vidljivosti u ovoj grupi imalo 17 bolesnika. Sa druge strane u grupi VFV, koja je imala samo 4 bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura, nismo uočili statistički značajnu razliku između tri merenja.

Naši rezultati su pokazali da se dužina trajanja ventilacije statistički značajno ne razlikuje između grupa bolesnika, primenom Man-Vitnijevog testa (Mann-Whitney test).

Zaključak: Praćenje vrednosti PaCO₂ tokom primene visokofrekventna džet ventilacija je od najvećeg značaja zato što je disajni put otvoren, a praćenje ekspiratorne koncentracije CO₂ konvencionalnim kapnometrom nije moguće. Održavanje normokapnije je jedan od osnovnih ciljeva moderne anestezije, a nezadovoljavajuća ventilacija i porast PaCO₂ u periodu buđenja bolesnika se mogu uspešno prevazići primenom režima kontrolisane mehaničke ventilacije sa plasiranim endotrahealnim tubusom. Alternativa endotrahealnom tubusu je primena i laringeale maske, naročito za bolesnika sa III i IV stepenom vidljivosti glotisa u po Kormak-Lienovoj klasifikaciji. Preoperativna procena teške laringoskopije sa rigidnim laringoskopom na osnovu anestezioloških kliničkih testova za procenu disajnog puta, značajna je za uspešnu primenu visokofrekventne džet ventilacije sa infraglotisnim pristupom.

Ključne reči: Visokofrekventna džet ventilacija, hirurgija larinksa, mikrohirurgija, prediktivni testovi, uspostavljanje disajnog puta, intravenska anestezija, ugljen-dioksid, monitoring, fiziologija, laringealna maska

Naučna oblast: Medicina

Uža naučna oblast: Anesteziologija sa reanimatologijom

UDK broj:

Title of Doctoral Dissertation:

Assessment of the efficiency of combined use of high frequency jet ventilation and controlled mechanical ventilation during the microlaryngeal surgery .

Abstract:

Background: Microlaryngeal surgery has an important place in solving various pathologic conditions of the larynx. The requirements related to anesthesiologist are delicate, it is necessary to provide a secure airway and ensure adequate ventilation and optimum visibility of the operative field.

The achievement of the main goals of microlaryngeal surgery depends on the choice of anesthetic technique: motionless of vocal cords, good visibility of laryngeal structures, and satisfactory control of the airway. Application of high-frequency jet ventilation with infraglottic approach undergoing general anesthesia, allows the surgeon and anaesthesiologist: easy access and visibility of the larynx and ability to control oxygenation and ventilation of the patients. The monitoring of the concentration of carbon dioxide during the expiration is of great clinical importance for the assessment of respiratory efficiency during high frequency jet ventilation. The risk of complications related to inadequate elimination of carbon dioxide during the expiration can be reduced by use of combination of high frequency jet ventilation (HFJV) and conventional mechanical ventilation (CMV).

Objective: To determine satisfactory value of PaCO₂ undergoing combined use of high frequency jet ventilation and controlled mechanical ventilation, with two different approaches in establishing the airway (jet catheter and endotracheal tube or LMA) during microlaryngeal surgery; to determine if there is a correlation between the third and fourth degree of visibility of the glottis according to Cormack Lehane-classification and the value of PaCO₂; to determine whether the parameters which indicate severe laryngoscopy correlate with severe glottic visibility during the rigid directoscopy.

Material and Methods: The survey was designed as cohort study which included 102 patients scheduled for microlaryngeal surgery and randomly divided into two equal groups (n = 51): HFV-CMV (high frequency jet ventilation-controlled mechanical

ventilation) as the experimental group and HFV (high frequency jet ventilation) as the control group. The partial pressure of CO₂ was determined by the blood gas analysis which was performed at three time points: 5 min before starting jet ventilation, 5 min after starting jet ventilation, and 3 min after the end of surgical procedure. The PaCO₂ > 45 mmHg is taken as a reference value of increased partial pressure of carbon dioxide. The following clinical tests were used for preoperative assessment of the airway: Mallampati test, mento-hyoid distance, flexion-extension mobility of the cervical spine, interincisor distance and the presence of teeth in the upper and lower jaw. The Cormack–Lehane (CL) classification is used to describe laryngeal view during direct laryngoscopy

Statistical methods used: descriptive statistics, methods of comparative statistics (Mann-Whitney test, Kolmogorov-Smirnov test agreement, Pearson's X^2 test, Student's t-test, ANOVA test) and multivariate logistic regression analysis.

Results: There are significant changes (using GLM) in the dynamics of average value of PaCO₂ over three points measurements with equal pace of change within both groups: during the second and third measurement, the average value of PaCO₂ was significantly higher compared to the first measurement; during the third measurement within HFV-CMV group the average value of PaCO₂ was significantly lower compared to the average value of PaCO₂, which was observed in the HFV group of patients. The average values of PaCO₂, which were accompanied according the varying degrees of visibility of the glottis in the group HFV-CMV during the three time point: the highest average value of PaCO₂ (49.53 mmHg) was record within the third degree of visibility according the C-L classification during the second measurement. The average value of PaCO₂ was above the reference value within the third degree view of glottis according to the C-L clasiffication in HVV group of patients. The highest average value of PaCO₂ (52.68 mmHg) was recorded in the third measurement (period of awakening) within the third-degree visibility of the glottis by C-L. It is also found that there was statistically significant difference between the different categories of visibility of the glottis according the C-L classification just within HFV group of patients during the third measurement (the patients were awakened with jet catheter). Mallamati test is taken as an independent predictor of difficult glottic visibility. According to Mallampati test, the average values of PaCO₂ are statistically significantly different between the second and

third class of oropharyngeal structures visible in the first and the third measurement in the group HFV-CMV, noting that only 17 patients of this group had the third class of visibility oropharyngeal structures. On the other side, only 4 patients from HFV group had a third class of visibility oropharyngeal structures, and we did not record statistically significant difference between the three time points of measurements. Using Mann-Whitney test, the results show that there is no significant difference in the duration of ventilation between the two groups.

Conclusion: Measurement of PaCO₂ during the application of high-frequency jet ventilation is of greatest importance because the airway is open and monitoring expiratory CO₂ concentration by conventional capnometer is not possible. Maintenance normocapnia is one of the main goals of modern anesthesia; the inadequate ventilation and increased PaCO₂ during awaking patients can be successfully overcome by application of the conventional technique of ventilation with endotracheal tube. An alternative of endotracheal tube is supraglottic device such as laryngeal mask, especially for patients with third and fourth degree of visibility of the larynx according Cormack-Lehane classification. Preoperative evaluation of difficult laryngoscopy with rigid laryngoscopy, using the clinical tests for the assessment of the difficult airway, would be important for the successful application of high-frequency jet ventilation with infraglottic access.

Key words: High Frequency Jet Ventilation; Ventilation; Larynx/surgery; Microsurgery; Predictive Value of Tests; Airway Management; Anesthesia Intravenous; Carbon Dioxide; Monitoring, Physiologic; Laryngeal Mask

Research area: Medical sciences

Specific research area: Anaesthesiology

UDK number:

SADRŽAJ

I UVOD.....	1
1. UVOD U PROBLEMATIKU	1
1.1. ZNAČAJ DŽET VENTILACIJE U ENDOLARINGEALNOJ HIRURGIJI	2
1.2. DEFINICIJA VISOKOFREKVENTNE DŽET VENTILACIJE.....	3
1.3. PREDNOSTI DŽET VENTILACIJE	4
1.4. NEDOSTACI DŽET VENTILACIJE	6
2. ISTORIJAT	7
2.1. ISTORIJSKI RAZVOJ DŽET PUMPE, PRETEČE DŽET VENTILATORA	7
2.2. ISTORIJSKI RAZVOJ DŽET VENTILACIJE	7
2.2.1. RAZVOJ TRANSTRAHEALNE DŽET VENTILACIJE	10
2.3. ISTORIJSKI RAZVOJ VISOKO FREKVENTNE DŽET VENTILACIJE	11
2.4. SAVREMENI DOPRINOSI RAZVOJU DŽET VENTILACIJE	11
3. FIZIČKE I FUNKCIONALNE OSOBINE VENTILATORA ZA DŽET VENTILACIJU	13
3.1. PRINCIP RADA DŽET PUMPE, PRETEČE DŽET VENTILATORA.....	13
3.1.1. PODELA DŽET VENTILATORA.....	14
3.1.2. DŽET KATETER.....	15
3.2. PARAMETRI, KOJI SE ODOSE NA DŽET VENTILACIJU I NJHOVI MEĐUSOBNI ODNOSI	16
3.2.1. FREKVENCA VENTILACIJE	17
3.2.2. RADNI PRITISAK	18
3.2.3. INSPIRATORNA KONCENTRACIJA KISEONIKA	19
3.2.4. VOLUMEN ISPORUČENOG GASA	20
3.2.5. INSPIRATORNO VREME	20
3.2.6. PRITISAK U DISAJNOM PUTU	21
3.3. DŽET VENTILACIJA POMOĆU RIGIDNOG BRONHOSKOPA	23
4. MEHANIZAM TRANSPORTA I RAZMENE GASOVA U TOKU DŽET VENTILACIJE	25
4.1. MEHANIZAM TRANSPORTA GASOVA I FIZIČKI ZAKONI, KOJIMA SE OBJAŠNJAVA DŽET VENTILACIJA	25
4.2. MEHANIZAM RAZMENE GASOVA U PLUĆIMA	27
4.2.1. HEMODINAMSKE PROMENE U TOKU PRIMENE VFVM	30
5. KONDICIONIRANJE GASOVA I MONITORING U TOKU PRIMENE VFVM.....	32
5.1. KONDICIONIRANJE GASOVA	32
5.2. MONITORING.....	34
6. INDIKACIJE, KONTRAINDIKACIJE I KOMPLIKACIJE DŽET VENTILACIJE	39
6.1. INDIKACIJE.....	39
6.1.1. SPECIFIČNE INDIKACIJE ZA PRIMENU VISOKO FREKVENTNE DŽET VENTILACIJE: LARINGOTRAHEALNE STENOZE	41

6.2. INIKACIJE ZA PRIMENU TRANSTRAHEALNE DŽET VENTILACIJE	43
6.3. KONTRAINDIKACIJE	45
6.4. KOMPLIKACIJE.....	46
6.4.1. SPECIFIČNI RIZICI VEZANI ZA PRIMENU VFVM	46
6.4.2. KOMPLIKACIJE VEZANE ZA PRIMENU DŽET VENTILACIJE.....	47
7. KONTROLISANA MEHANIČKA VENTILACIJA I VISOKO FREKVENTNA DŽET VENTILACIJA.....	51
7.1. HIPEREKAPNIJA I DŽET VENTILACIJA	52
II HIPOTEZA I CILJ ISTRAŽIVANJA	54
III MATERIJAL I METOD.....	55
1. ISPITANICI.....	55
1.1. BOLESNICI PREDVIĐENI ZA MIKROLARINGEALNU HIRURGIJU	55
2. METODE RADA	57
2.1. ODREĐIVANJE PARCIJALNOG PRITISKA CO ₂	57
2.2. PREOPERATIVNA PROCENA DISAJNOG PUTA	58
2.3. PROCENA VIDLJIVOSTI GLOTISA I KORMAK-LIENOVA KLASIFIKACIJA.....	60
3. STATISTIČKA ANALIZA	62
IV REZULTATI.....	63
1. DEMOGRAFSKE KARAKTERISTIKE BOLESNIKA	63
1.1. POLNA STRUKTURA BOLESNIKA	63
1.2. STAROSNA STRUKTURA BOLESNIKA	64
1.3. REZULTATI TELESNE MASE I TELESNE VISINE BOLESNIKA	65
1.4. INDEKS TELESNE MASE – BMI BOLESNIKA.....	67
2. OPERATIVNI RIZIK BOLESNIKA (ASA)	69
3. PATOLOŠKE LEZIJE LARINKSA U ODNOSU NA OBE GRUPE BOLESNIKA	70
4. PREOPERATIVNA PROCENA DISAJNOG PUTA.....	71
4.1. REZULTATI PREOPERATIVNOG PREGLEDA OROFARINGEALNIH STRUKTURA- MALAMPATIJEV TEST.....	71
4.2. REZULTATI PREOPERATIVNOG PREGLEDA MENTO-HIOIDNOG RASTOJANJA.....	72
4.3. REZULTATA PREOPERATOVNOG PREGLEDA STANJA ZUBA (GORNJA I DONJA VILICA)	73
4.4. REZULTATI VELIČINE INTERINCIZORNOG PROSTORA - IP.....	74
4.5. REZULTATI PREOPERATIVNOG PREGLEDA VRATA – MOGUĆNOST FLEKSIJE VRATNE KIČME	75
4.6. REZULTATI PREOPERATIVNOG PREGLEDA VRATA - MOGUĆNOST EKSTENZIJE VRATNE KIČME.....	76
5. REZULTATI VIDLJIVOSTI GLOTISA PO KORMAK-LIENOVOJ KLASIFIKACIJI	77

5.1. FAKTORI RIZIKA ZA OTEŽANU VIDLJIVOST GLOTISA U DIREKTNJOJ LARINGOSKOPIJI	78
6. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ U SVAKOM OD TRI MERENJA.....	79
7. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA VIDLJIVOST GLOTISA PO KORMAK-LIENOVOJ KLASIFIKACIJI U OBE GRUPE	82
7.1. ANALIZA LINEARNE POVEZANOSTI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ , IZMEĐU PRVOG, DRUGOG I TREĆEG MERENJA.....	89
8. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA MALAMPATIJEV TEST U OBE GRUPE BOLESNIKA	90
9. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA MHR U OBE GRUPE BOLESNIKA	99
10. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA STANJE ZUBA U GORNJOJ I DONJOJ VILICI	107
11. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA IP U OBE GRUPE BOLESNIKA	115
12. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA MOGUĆNOST EKSTENZIJE VRATNE KIČME U OBE GRUPE BOLESNIKA ..	123
13. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA MOGUĆNOST FLEKSIJE VRATNE KIČME U OBE GRUPE BOLESNIKA	130
13.1. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ I MOGUĆNOSTI FLEKSIJE I EKSTENZIJE VRATNE KIČME KOD BOLESNIKA OBE GRUPE.....	137
14. DUŽINA TRAJANJA VENTILACIJE U OBE GRUPE BOLESNIKA	141
V DISKUSIJA.....	143
5. OPŠTA RAZMATRANJA.....	143
5.1. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ U TOKU MIKROLARINGEALNE HIRURGIJE.....	147
5.1.1. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ I VIDLJIVOST GLOTISA PO KORMAK-LIENOVOJ KLASIFIKACIJI	149
5.1.2. PREOPERATIVNI PREGLED OROFARINGEALNIH STRUKTURA PO MALAMPATIJU ..	152
5.1.2.1. ODNOS PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ I VIDLJIVOST OROFARINGEALNIH STRUKTURA PO MALAMPATIJU U VFV-KMV GRUPI BOLESNIKA	153
5.1.2.2. ODNOS PROSEČNIH VREDNOSTI PACO ₂ I VIDLJIVOST OROFARINGEALNIH STRUKTURA PO MALAMPATIJU U VFV GRUPI BOLESNIKA	154
5.1.3. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ I MENTOHIOIDNO RASTOJANJE.....	155
5.1.4. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ I INTERINCIZORNI PROSTOR.....	156
5.1.5. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ I STANJE ZUBA U GORNJOJ I DONJOJ VILICI.....	156
5.1.6. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ U ODNOSU NA FLEKSIONO-EKSTENZIONU POKRETLJIVOST VRATNE KIČME	158
5.1.7. PROSEČNE VREDNOSTI PACO ₂ I BMI.....	160
VI ZAKLJUČCI	161

VII LITERATURA	164
VIII BIOGRAFIJA DOKTORANTA	182

I UVOD

1. UVOD U PROBLEMATIKU

U mikrolaringealnoj hirurgiji neometan pristup disajnom putu i direktan pregled larinksa, moraju imati u isto vreme i anesteziolog i hirurg.

Mikrolaringealna hirurgija zauzima značajno mesto u rešavanju različitih patoloških stanja larinksa, koja dovode anesteziologa u delikatnu situaciju kada je potrebno obezbediti i osigurati disajni put, obezbediti zadovoljavajuću ventilaciju pluća i optimalnu vidljivost operativnog polja.^{1,2,3,4}

Uobičajena tehnika ventilacije, kontrolisana mehanička ventilacija (KMV) sa endotrahealnim tubusom (ETT) je siguran način ventilacije, pogotovo kada se koristi ETT sa kafom. Ova ventilaciona tehnika obezbeđuje dobru zaštitu disajnog puta i zadovoljavajuću razmenu gasova, ali u slučaju endoskopskog pristupa gornjem disajnom putu, KMV sa ETT može biti limitirajući faktor, a kod stenoza visokog stepena čak može potpuno onemogućiti hiruršku intervenciju. Ovi problemi su naročito prisutni u laringomirkroskopskoj hirurgiji gde u većini slučajeva ETT kompromituje vidljivost i ograničava hirurške manipulacije na larinksu, posebno na zadnjoj komisuri.^{1,5,6,7,8} Pored toga ETT može da pomera ili skriva patološke promene u larinksu i traheji što još više otežava hirurški rad. U pojedinim slučajevima, patološki procesi na larinksu onemogućavaju plasiranje ETT ili je moguće plasirati ETT, ali samo malog unutrašnjeg prečnika (≤ 6.0 mm). Posledica plasiranja malog ETT je loša gasna razmena i pojava hipoksije i hiperkapnije. Kod pojedinih bolesnika, neophodno je uraditi čak i traheostomiju pre hirurške intervencije, invazivnu tehniku uspostavljanja disajnog puta, koja deluje stresogeno na pacijenta u fizičkom i fiziološkom smislu.⁹⁻¹¹

Primena tehnike ventilacije mlazom¹ ili džet ventilacija (*jet ventilation*) u opštoj anesteziji omogućava hirurgu (endoskopisti) nesmetani pristup i dobru vidljivost

¹ Nadalje ćemo upotrebljavati umesto termina „mlaz“ termin „džet“ .

operativnog polja, a anesteziologu mogućnost da kontroliše oksigenaciju i ventilaciju pluća bolesnika.

Na respiratornu efikasnost džet ventilacije utiču mnogobrojni fiziološki i fizički faktori koji zbog svojih i međusobnih uticaja čine jedinstven sistem, koji obuhvata disajne puteve i pluća sa mehanizmom transporta i razmene gasova, a time i anatomiju gornjeg disajnog puta, patološke promene laringealnih struktura, ventilatorne modalitete i načine isporučivanja mlaza. Za procenu respiratorne efikasnosti tokom primene visokofrekventne džet ventilacije od velikog kliničkog značaja je praćenje koncentracije ugljen dioksida (CO₂) u ekspirijumu. Rizik od nastanka komplikacija vezanih za nedovoljnu eliminaciju ugljen dioksida se može smanjiti kombinovanom primenom visokofrekventne džet ventilacije i KMV.¹²⁻¹⁸

Visoko frekventna ventilacija mlazom omogućava zadovoljavajuću razmenu gasova kod bolesnika sa normalnom plućnom funkcijom tokom endolaringealne hirurgije. Kombinovana primena VFVM i KMV se favorizuje u slučaju kompromitovanog disajnog puta i plućne funkcije.^{12,19-21}

1.1. Značaj džet ventilacije u endolaringealnoj hirurgiji

Mikrolaringoskopija je opšte prihvaćena metoda za pregled i hirurško rešavanje laringealne patologije u otorinolaringologiji i hirurgiji glave i vrata.²²⁻²⁴

Razvoj mikrolaringealne hirurgije započeo je uvođenjem u kliničku praksu pregled larinksa pomoću mikroskopa od strane Skalka (Scalco) 1960. godine. Za endoskopske hirurške intervencije na larinksu i u traheji koristi se rigidni laringoskop i rigidni bronhoskop. Kako se hirurški rad odvija u najužem delu disajnog puta („*bottleneck of the human airway*“) javila se potreba za tehnikom ventilacije koja će obezbediti pregledno operativno polje.²⁵ Upravo su to i bili razlozi za uvođenje u kliničku upotrebu visokofrekventne džet ventilacije (*High Frequency Jet Ventilation*) od strane Klajna (Klain) i grupe autora 1974. godine. Da bi se zadovoljili osnovni zahtevi endoskopske hirurgije, koji se odnose na pristupačno i pregledno operativno polje, nepokretne (mirne) glasnice, nesmetane hirurške manipulacije pri čemu ne dolazi do ulaska krvi,

sekreta u disajni put, razvila se nova tehnika ventilacije - tehnika anestezije.²⁶⁻²⁸ Ova nova tehnika anestezije, koja omogućava tzv. beztubusnu ventilaciju mlazom postavlja visoke zahteve za anesteziologa: potrebno je obezbediti zadovoljavajuću oksigenaciju i ventilaciju bolesnika u otvorenom disajnom putu. Pored toga ova tehnika ventilacije je zadovoljila i tri fundamentalna uslova, koja mora da zadovolji tehnika anestezije: bezbednost, jednostavnost i optimalna vidljivost operativnog polja.²⁹

1.2. Definicija visokofrekventne džet ventilacije

Definicija visokofrekventne ventilacije mlazom ili džet ventilacije, kao alternativna tehnika ventilacije, sadrži: isporučivanje gasa iz izvora, koji je pod visokim pritiskom, malog disajnog volumena (DV) 2-5 ml/kg, velike frekvence od 60-1500 / minuti (1-25 Hz) u otvoren disajni put pri čemu je inspirijum aktivan i postiže se insuflacijom gasa pod pritiskom, a ekspirijum je pasivan.

U hirurgiji disajnih puteva, beztubusna visokofrekventna džet ventilacija podrazumeva grupu ventilacionih tehnika kojima je zajednička osobina velika frekvencija ventilacije i disajni volumen gasa manji ili jednak mrtvom prostoru.^{12,14,30}

Tokom primene džet ventilacije dolazi do protoka relativno visokih koncentracija gasa kroz uzane provodnike ili injektore pri čemu se čestice gasa kreću izuzetno velikom brzinom i zbog toga nastaje karakterističan zvuk, koji predstavlja osnovu za uvođenje pojma džet ili mlaz (*jet*).³¹

Kiseonik ili mešavina gasova (kiseonik i vazduh) se isporučuju u disajne puteve bolesnika preko uskolumenske kanile ili katetera. Sledeća karakteristika ove tehnike ventilacije mlazom ili džet ventilacije je „otvoren sistem narkoze“, tj. porcije gasa se insufliraju velikim protokom u pretežno centralnom delu disajnog puta, dok se istovremeno odvija i proces izlaženja gasa prema spolja (otvoren disajni put). Osnovni princip koji objašnjava mehanizam ventilacije mlazom je Venturi efekat. Gasovi, koji se isporučuju pod velikim pritiskom, struje velikom brzinom kroz uzan otvor pri čemu dolazi do stvaranja negativnog pritiska na izlaznom otvoru katetera. Usled stvaranja tog negativnog pritiska i trenja dolazi do povlačenja vazduha iz okoline (*air entrainment* ili

Venturi efekat) zbog čega se disajni volumen uvećava na račun tog usisanog vazduha. Koliki će biti uticaj Venturi efekta na disajni volumen zavisi i od konfiguracije i pozicije katetera za ventilaciju - džet katetera u disajnom putu. Razmena gasova u plućima u toku primene džet ventilacije zavisi od radnog pritiska, frekvence ventilacije, trajanja inspirijuma, inspiratorne koncentracije kiseonika, oblika i položaja katetera. Pored toga na razmenu gasova utiče komplijansa pluća i grudnog koša i respiratorni otpori (rezistanca).³¹⁻³⁵

U toku primene VFVM mora se obezbediti pasivni izlaz gasa prema spolja (otvoren disajni put), i od najveće važnosti je kontinuirano praćenje pritiska u disajnom putu, praćenje koncentracija CO₂ i nesmetani protok gasova u ekspirijumu.²

1.3. Prednosti džet ventilacije

Ograničen prostor gornjeg disajnog puta, stvara niz specifičnih problema i za anesteziologa i hirurga. U endolaringealnoj hirurgiji zadovoljavajući rezultati same hirurške intervencije mogu biti dovedeni u pitanje kada se koristi i ETT manjeg poprečnog preseka da bi se omogućila zadovoljavajuća oksigenacija i ventilacija pluća od strane anesteziologa. Zbog toga, veliku prednost predstavlja primena tehnike anestezije i opreme za ventilaciju koja zahteva manje prostora u faringealnom i laringealnom prostoru s jedne strane, a sa druge strane u isto vreme hirurški instrumenti i manipulacije u tom istom prostoru ne smeju kompromitovati opremu za ventilaciju da se ne bi narušila zadovoljavajuća ventilacija.^{36,37,38}

Kako se sve češće koristi laserska tehnologija u hirurgiji disajnog puta, dodatno rizici mogu nastati zbog mogućih opekotina i mogućnosti nastanka eksplozije u sredini sa visokom koncentracijom kiseonika. Zbog toga, primena VFVM i predstavlja posebnu prednost u hirurgiji disajnog puta zato što ne koristi ETT i zapaljive materijale.^{10,38,39}

U toku hirurgije na disajnim putevima često nije moguće postići kompletno zaptivanje između endotrahealnog tubusa sa kafom i zida disajnog puta, što je neophodno kada se primenjuje KMV. U ovakvim situacijama primena VFVM predstavlja posebnu

prednost, pošto obezbeđuje zadovoljavajuću razmenu gasova u uslovima otvorenog disajnog puta („*loose coupling*“).^{12,40}

Prednosti džet ventilacije kod intervencija na disajnim putevima su sledeće:

- skromni zahtevi u pogledu potrebnog prostora;
- pozicioniranje džet katetera kod suženog disajnog puta je lakše u odnosu na pozicioniranje ETT;
- lako plasiranje džet katetera za ventilaciju, pogotovo kada su u pitanju supraglotisne promene;
- odličan hirurški pristup disajnom putu;
- neograničena vidljivost operativnog polja;
- rezultati hirurške intervencije u larinksu su bolji zbog bolje preglednosti istog
- sigurnija primena lasera (nema zapaljivih materijala);
- zaptivenost sistema za ventilaciju u odnosu na spoljašnju sredinu nije neophodna
- mukocilijarni klirens disajnog puta je održan;
- smanjen rizik od aspiracije krvi i delova tkiva zbog stalnog protoka gasa prema spolja;
- neznatan uticaj džet ventilacije na hemodinamiski status;
- optimiziranje oksigenacije i venski povratak u desno srce zbog smanjenog intratorakalnog pritiska što sve zajedno uslovljava manju prokrvljenost operativnog polja i bolje uslove za mikrohirurški rad u hirurgiji glave i vrata;
- pritisak u disajnom putu i plućima niži nego tokom primene KMV;
- auto-PEEP efekat;
- kontinuirana ventilacija u toku trahealne hirurgije, omogućena plasiranjem džet katetera distalno od hirurškog polja rada;
- izbegavanje traheotomije zbog anestezioloških razloga;
- mogućnost brzog uspostavljanja oksigenacije u hitnim stanjima kada je neuspela ventilacija i neuspela intubacija, a potrebno uspostaviti oksigenaciju.

1.4. Nedostaci džet ventilacije

Visokofrekventna džet ventilacija je bezbedna i efikasna tehnika anestezije u otvorenom disajnom putu, pri čemu je rizik od aspiracije sveden na minimum. Uprkos svojim prednostima u endoskopskoj hirurgiji, laringologiji, grudnoj hirurgiji i jedinicama intenzivne terapije, ova tehnika ventilacije nije široko prihvaćena, prvenstveno od strane anesteziologa. Nedovoljna raširenost ove tehnike ventilacije, pre svega, je uslovljena nedovoljnim razumevanjem mehanizma transporta i razmene gasova i očekivanih rezultata oksigenacije i eliminacije CO₂ u toku primene džet ventilacije. Mogućnost procene obe ove ciljne vrednosti kod džet ventilacije su više ograničene nego kod primene konvencionalne ventilacije.^{12,41-44}

Generalno, nedostaci ventilacije mlazom su sledeći:

- slaba mogućnost predviđanja efekata ventilacije;
- vibracije glasnica, posledica velike frekvence isporučenih mlazeva gasa;
- isušivanje tkiva;
- nemogućnost primene inhalacionih anestetika;
- mehaničke karakteristike ventilatora, a koje su vezane za zagrevanje i vlaženje gasa;
- mogućnost rashlađivanja bolesnika;
- opasnost od nastanka barotraume kada je kompromitovan ekspirijum;
- nastanak PEEP-a zbog „*air trapping*“ ili zbog prepreka u ekspiratornom protoku gasa;
- praćenje ekspiratorne koncentracije CO₂ konvencionalnim kapnometrom nije moguće;
- potencijalna opasnost od aspiracije prilikom prekida ventilacije usled nedostatka zaptivanja disajnog puta;
- zagađenje okolne sredine (operaciona sala);

2. ISTORIJAT

2.1. Istorijski razvoj džet pumpe, preteče džet ventilatora

Smatra se da je Rober Huk (Robert Hooke 1635-1703, Oksford), Njutnov (Newton) rival na polju fizike, bio je prvi koji je opisao i koristio mlaz gasova; funkciju rakete sa crnim barutom je poboljšao tako što je mlaz gasa crnog baruta propuštao kroz male otvore, pri čemu je došlo do usisavanja okolnog vazduha i na taj način je povećavao snagu rakete. Zasigurno se zna da je ova tehnika sa mlazom bila poznata i ranije u Kini, ali se ne zna ko je bio pronalazač. Početkom devetnaestog veka princip rada džet pumpe sa usisavanjem okolnog vazduha se koristi i u tehnologiji rada parne lokomotive. Lord Kelvin (Calvin) je usavršio rad pumpe 1852. godine tako što je dodao jedan deo sa ispuštanje gasa-difuzer, koji je bio u Venturi obliku; pumpu je koristio za isušivanje zemlje, mlaz vodene pare je omogućavao ispumpavanje vode. Bensen (Bunsen 1811-1899.) koristi mlaz gasa za laboratorijski gorionik. Bansenbriner (Bunsenbrenner) 1855. godine, koristi usisne osobine vodenog mlaza i stvaranje negativnog pritiska gasa za konstrukciju vodene pumpe. Razvojem hemijske i ostalih grana industrije džet pumpa počinje široko da se koristi početkom dvadesetog veka.

Džon Emerson (John Emerson) je 1957. godine patentirao ventilator poznatu kao *Emerson Flow Interrupter*, koji je isporučivao mlaz od 60-2000 udisaja/min. Deset godina kasnije Sjustrand (Sjöstrand) koristi u laboratorijskim uslovima na životinjama ventilaciju mlazom, frekvenca udisaja je bila od 60-100 udisaja /minuti i u izveštaju, koji je objavljen 1969. godine opisuje ovu tehniku ventilacije kao visokofrekventnu ventilaciju pod pozitivnim pritiskom (*High-Frequency Positive-Pressure Ventilation - HFPPV*).^{45,46}

2.2. Istorijski razvoj džet ventilacije

Preteča visokofrekventne džet ventilacije je bila kontinuirana apneička ventilacija. Mecer i Ur (Metzer i Auer) su još 1909. godine koristili apneičku ventilaciju sa velikim protokom atmosferskog vazduha u respiratornom traktu, pri čemu se razmena gasova održavala po principu difuzije. U prvoj polovini prošlog veka Homdal (Holmdahl)

uvodi termin *apneic diffusion oxygenation* (ADO), a Frami (Frumin) objavljuje i prve izveštaje da se kod anesteziranih pacijenata razmena gasova odvija po principu difuzije. U isto vreme se zapaža da je oksigenacija bila zadovoljavajuća, ali se javila respiratorna acidoza.⁴⁵

Ventilacija kiseonikom preko uzanih kanila iz izvora, koji je pod visokim pritiskom, prvi je upotrebio Sanders (Sanders) i to 1967. godine. Prikazao je kako se anestezirani bolesnici mogu ventilirati preko otvorenog sistema–bronhoskopa, sa intermitentnim isporučivanjem mlazeva kiseonika koji je pod visokim pritiskom. U isto vreme Sanders je pokazao da dolazi do usisavanja vazduha iz okoline po Venturijevom principu pri čemu se povećava gasni protok. Smatra se da je Ronald D. Sanders svojim tekstom „*Two ventilating attachments for bronchoscopes*“, koji je objavljen 1968. godine, tehniku džet ventilacije (*jet ventilation*) zvanično uveo u kliničku praksu. U svom radu je prikazao primenu ove tehnike ventilacije kod 200 pacijenata pri čemu se koristio rigidni bronhoskop u čijem zidu je bila smeštena tanka cev, koja je služila za isporučivanje mlaza gasa. Vizualizacija larinksa i okolnih struktura u toku hirurške intervencije je bila dobra i nije bilo prekida u radu da bi se bolesnik ventilirao na konvencionalan način, a prednost su očigledno imali i hirurg i anesteziolog. Sanders je u svom saopštenju već tada ukazao na značaj odnosa pritiska u disajnom putu (Paw) i radnog pritiska (RP). U bronhoskopu i cevi za isporučivanje mlaza, koji su određenog unutrašnjeg prečnika, uvek će pritisak u disajnom putu biti isti kada se koristi određeni radni pritisak gasa. Mlaz gasa u disajnom putu se isporučuje kao i što se isporučuje kod ventilatora, koji su pritiskom kontrolisani, drugim rečima, pluća se šire sve dok se ne dostigne željeni radni pritisak u njima. Izgledalo je da nema potrebe da se meri pritisak u disajnom putu ili da se proverava ventilacija kod bolesnika sa normalnom funkcijom pluća. Međutim, Sanders je ipak istakao važnost testiranja performansi na opremi za ventilaciju pre upotrebe na bolesnicima. Ako bi trebalo da se koristi neko ime autora za definiciju principa rada ventilacije mlazom, trebalo bi koristiti „Sandersov princip“ umesto „Venturi princip“, koji se uobičajeno i koristi.⁴⁷

Početak sedamdesetih godina „Sandersov princip“ ventilacije počinje da se koristi i u endolaringealnoj hirurgiji i to uz pomoć direktoskopa (*ventilating laryngoscope*) od strane Oltona i Donalda (Oultona i Donalda). Ber (Baer) sa saradnicima 1971. godine

koristi ventilaciju mlazom preko direktoskopa kod sedam bolesnika. Opisani su različite veličine poprečnog preseka cevčica, koje se stavljaju na direktoskop i ponovo je uočeno od strane Sperela i Grinveja (Spoerel i Greenway) da je pritisak gasa na izlazu iz laringoskopa manji nego u difuzeru gde se ustvari skupljaju gasovi pre isporučivanja.⁴⁸⁻
⁵⁰ Pritisak u traheji je bio isti kao i u eksperimentalnim radovima, jedino, ako se laringoskop postavio vrlo blizu uz glotis i to u srednjoj liniji traheje. El-Neger (El-Nagger) sa grupom autora 1974. godine i Pulin (Polling) sa grupom autora 1975. godine primećuju da je nepovoljno to što ventilacija bolesnika u mnogome zavisi od veštine endoskopiste i čine ovu metodu nepraktičnom za učenje u bolničkim uslovima.⁴⁹⁻⁵²

Do početka osamdesetih godina u nekoliko studija je objavljeno da su rezultati gasnih analiza bili zadovoljavajući, ali samo kod pacijenata mlađih od dvadeset godina. Vinerman (Winerman) sa saradnicima objavljuje 1982. godine studiju, koja je obuhvatila 91 bolesnika; nezadovoljavajuća ventilacija je bila kod 12 % bolesnika bez obzira na godine starosti.⁵³

Već sedamdesetih godina, tačnije od 1971. do 1976. godine je uočeno od strane grupe autora Donald, Speril, Grinvej, Karden, Smit, Norton (Donald, Spoerel, Greeway, Carden, Smit, Norton) mogućnost aspiracije u toku ventilacije sa direktoskopom, ali do 2007. godine nije objavljen ni jedan slučaj aspiracije u toku primene visoko frekventne džet ventilacije.

Spoerel i Grinvej su 1973. godine uveli translarengalnu džet ventilaciju koristeći 50 cm dugački plastični kateter, prečnika koji je odgovarao igli od 15G. Uočili su da mlaz gasa usmeren direktno na trahealnu mukozu može da pruzrokuje nastanak barotraume. Da bi mlaz gasa zadržali podalje od trahealne mukoze Benžamin (Benjamin) je 1979. godine prikazao drugačije rešenje za džet kateter. Četiri pentagrama od specijalnog materijala konstruisana na kraju katetera je omogućilo održavanje Bendžet katetera u središnjem delu traheje, što je dodatno poboljšavalo efikasnost mlaza, a ujedno štitilo trahealnu mukozu od povrede i na taj način smanjivalo mogućnost nastanka barotraume.^{53,54}

Karden i saradnici 1973. godine dizajniraju kateter sa fiksiranim otvorom, koji je subglotički postavljen na istom mesto gde se postavlja kaf od tubusa. Sa ovako

dizajniranim džet kateterom izbegava se mogućnost nastanka barotraume pluća prouzrokovane udarom mlaza na trahealnu mukozu.⁵⁵

Stakard (Stuckrad) i saradnici su 1974.godine predstavili metodu ventilacije u laringomikroskopiji, pri čemu je otvor čelične cevi, unutrašnjeg promera od 1 mm, spojen za laringoskop i smešten subglotično. Ova tehnika je kasnije modifikovana od strane Radera (Ruder) i Hajdelbaha (Heidelbach) 1982. godine, tako što su koristili različite položaje otvora džet katetera u traheji.

Mogućnost primene džet ventilacija u trahealnoj hirurgiji prvi put se spominje 1977. godine od strane Baraka (Barac). Slede prikazi slučajeva, resekcije trahealnog suženja: jedan 1989. godine od strane Njuman (Neuman), a drugi 1986. godine od strane Skamana i Hia (Scamman i Choi).

Zadovoljavajući rezultati kod 28 bolesnika, kod kojih se koristila normalna frekvencija džet ventilacije za resekciju trahealne stenozе su objavljeni 1989. godine od strane Vebera i Gvanta (Weber i Giuanta). Pregled svih modula ventilacije za trahealne resekcije je objavljen 1999. godine od strane Pinsonelta (Pinsonneault).^{45,56,57}

2.2.1. Razvoj transtrahealne džet ventilacije

Ranih pedesetih godina Džekob (Jacoby) je prvi opisao da je moguće izbeći hipoksiju kod anesteziranog pacijenta sa opstrukcijom gornjeg disajnog puta ako se koristi igla, veličine od 18 G, plasirana punkcijom krikotiroidne membrane pri protoku kiseonika od 4 L min⁻¹. Perkutanu transtrahealnu ventilaciju sa malim kateterom i intermitentno ubacivanje mlaza kiseonika tokom anestezije su u kliničku praksu uveli Spoerel, Narajan i Sing 1971. godine. Autori su odmah upozorili na dve moguće komplikacije vezane za trahealnu džet ventilaciju: emfizem kao posledica dislokacije kanile i nastanak barotrauma kada je protok vazduha pri ekspirijumu onemogućen ili kompromitovan. Spoerel i Grinvej 1971. godine, Erasmus i Unger 1973. godine, a Smit 1975. godine zaključuju da su se komplikacije javile kod 13 od 104 pacijenta (svaki osmi pacijent je imao jednu od komplikacija) kada se primenjivala transtrahealna

ventilacija i zbog toga je predloženo da se ventilacija mlazom, pri čemu se mlaz isporučuje trans-trahealnim pristupom, koristi samo u hitnim slučajevima.^{50,53,58}

2.3. Istorijski razvoj visoko frekventne džet ventilacije

Džonson (Jonson) je 1970.godine u eksperimentalnim uslovima na životinjama, da bi se izbegao refleksno-posrednički uticaj ventilacije na srce i cirkulaciju, prikazao primenu visokofrekventne džet ventilacije sa 60 udara/minuti (60 bpm). Prvi uspešan izveštaj o primeni visokofrekventne ventilacije mlazom u kliničkim uslovima je objavio Hajman (Heiman) sa saradnicima 1972 godine.⁵⁹

Klain i Smit su prvi 1976. godine objavili članak o primeni visokofrekventne intratrahelane džet ventilacije tokom laringomikroskopije. Razlozi za korišćenje visokofrekventne džet ventilacije je bila potreba je da se minimizira pokretanje glasnica tokom laringomikroskopije, a u isto vreme stalnim protokom gasa u traheju i iz traheje spreči aspiracija krvi, sekreta i delova tkiva u disajni put. Ventilator, koji su ovi autori koristili, imao je mogućnost za automatski prekid isporučenog mlaza gasa kada se dostigne doređeni vazdušni pritisak u disajnom putu.^{27,60-63}

2.4. Savremeni doprinosi razvoju džet ventilacije

U periodu od 1980. do 1990. godine objavljen je veliki broj članaka koji ukazuju na različite tehničke modifikacije džet ventilatora sa napomenom da svi koriste Sandersov princip. U isto vreme se opisuje pet mehanizama, kojima se objašnjava transport gasa u toku visokofrekventnih oscilacija. Čang (Chang) primećuje da isporučeni gasni volumen, koji čini 0.50 -0.75 % mrtvog prostora dovodi do hipoventilacije bolesnika, a povećanje frekvence udisaja ne dovodi do poboljšanja.⁶⁴ Hikling (Hickling) objašnjava da pri frekvenci od 200 udisaja u minuti dolazi do zadržavanja CO₂ i vidi rešenje u blagoj hiperkarbiji u toku upotrebe ove tehnike ventilacije. Kapen (Capen) nalazi rešenje u naizmeničnoj ventilaciji sa normalnim gasnim volumenom, što bi omogućilo i korišćenje monitoringa za praćenje CO₂. Sledeći korak je bio kombinovanje visoko-i normofrekventne ventilacije pomoću ventilacionog laringoskopa. Ovu kombinovanu

tehniku pod nazivom „*Superimposed jet ventilation*“ u kliničku praksu uvodi Aloj (Aloy) sa saradnicima 1990. godine.^{65,66}

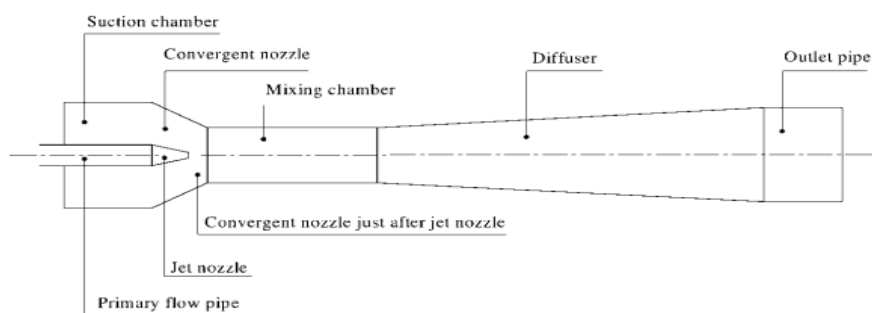
Od dvehiljadite godine pojavljuju se radovi u kojima se džet ventilacija vrlo uspešno koristi i u drugim hirurškim granama, kao što je kardiohirurgija, torakalna hirurgija, urologija.

Era savremene džet ventilacije se vezuje i za primenu visokofrekventne džet ventilacije kao standarnog oblika ventilacije za zbrinjavanje bolesnika sa akutnom povredom pluća i akutno nastalim distresom kod odraslih i dece i u neonatalnoj jedinici intenzivne nege. Prednosti ove tehnike ventilacije se ogledaju u tome da se efikasna ventilacija i oksigenacija postiže bez visokog inspiratornog pritiska (*High Peak Inspiratory Pressure-PIP*), sa malim disajnim volumenom i bez visokih frakcija kiseonika F_iO_2 koje su udružene sa oštećenjem pluća.⁶⁷⁻⁷²

3. FIZIČKE I FUNKCIONALNE OSOBINE VENTILATORA ZA DŽET VENTILACIJU

3.1. Princip rada džet pumpe, preteče džet ventilatora

Aparati za ventilaciju mlazom funkcionišu po tradicionalnoj podeli kao otvoreni sistemi, pošto je veza sa pacijentom otvorena u odnosu na okolinu i na taj način u svakom momentu vazduh iz prostorije može da dospe do isporučenog gasa za ventilaciju u disajnom putu, a i obrnuto. Drugim rečima, mlaz se stvara iz izvora, koji je pod visokim pritiskom, potiskuje tečnost ili gas prema otvoru koji je manjeg prečnika nego prečnik cevi (difuzer) kroz koji se potiskuju. Posledica trenja koje se stvara u okviru gasa ili tečnosti, koji se kreće kroz ventilacione cevi, jeste u stvari, mlaz. U džet pumpi mešavina gasova (kiseonik i vazduh) se isporučuje u difuzer, koji skuplja u isto vreme mešavinu gasova i zatim je i isporučuje. Pritisak koji je u difuzeru, a koji omogućava isporučivanje gasova se zove radni pritisak (*working pressure*). Kao što se i vidi džet pumpa je u isto vreme i aparat za ispušavanje (*injector*) ili upumpavanje (*ejector*) mešavine gasova (Slika 1).



Slika 1. Džet pumpa (prema G.A. Baer. Joint Papers on Jet Ventilation 2011.(available <http://tampub.uta.fi/tulos.php?tiedot=428>)

Gasovi iz izvora, koji je nalazi pod visokim pritiskom do 5 bara, se otpuštaju intermitentno, tako da proces ventilacije obezbeđuje samo potencijalna energija izvora gasa. Centralni momenat kod ove tehnologije je prisustvo magnetnog ventila, koji oslobađa pojedinačne ventilacione impulse. Značajna osobina magnetnog ventila (u pogledu sigurnosti) je pouzdan povratak u zatvorenu poziciju, što znači, da se može

sprečiti trajno oslobađanje gasa za ventilaciju, kao što je slučaj, na primer, pri nestanku struje. Savremeni džet ventilatori su opremljeni mehanizmima za detaljna merenja aktuelnih parametara, koji se odnose na učinak rada samog ventilatora. Pritisak u disajnom putu (Paw), kao najvažniji parametar, registruje se intermitentno preko džet provodnika, a može i kontinuirano preko posebnog mernog kanala, što omogućava njegovo automatsko privremeno isključenje ukoliko dođe do povećanja vrednosti, a koje su iznad zadatih graničnih vrednosti.^{12,31,73,74}

3.1.1. Podela džet ventilatora

Ventilatori se razlikuju u odnosu na tip ventilacije, koji omogućavaju, pa tako razlikujemo nekoliko tipova visokofrekventne ventilacije mlazom koji se koriste u kliničkoj praksi: visokofrekventna ventilacija mlazom (*High Frequency Jet Ventilation*), visokofrekventna oscilacija (*High Frequency Oscillatory Ventilation*), visokofrekventna ventilacija udarom (*High Frequency Percussive Ventilation*), visokofrekventna ventilacija pod pozitivnim pritiskom (*High Frequency Positive Pressure Ventilation*), volumenska difuziona ventilacija (*Volumetric Difusive Ventilation*) i superponirana visokofrekventna ventilacija (*Superimposed High Frequency Jet Ventilation*). Već više od četrdeset godina, od kada je džet ventilacija uvedena u kliničku praksu, klinička ispitivanja su usmerena na korišćenje specifičnih prednosti ventilacije mlazom i u hirurgiji disajnog puta i jedinicama intenzivne terapije, a koje su nerazdvojne od tehničkih mogućnosti samih ventilatora. Specifičnosti se odnose na to, kako osigurati zadovoljavajući transport gasnog volumena, kada je DV manji ili jednak mrtvom prostoru, kako sprečiti prekomerno širenje alveola i oštećenje pluća kada je povećan inspiratorni pritisak (IP) i pritisak u disajnom putu (Paw). Disajni volumen, koji isporučuje džet ventilator je najvažniji parametar džet ventilacije, koje se ne može zadati, ali koji direktno zavisi od drugih parametara ventilatora čije se veličine mogu odrediti.^{2,12,14,75}

Za razliku od velikog broja ventilatora koji se trenutno izrađuju, danas se koriste tri osnovna tipa ventilatora za visokofrekventnu ventilaciju. Svaki od ovih tipova ventilatora ima različite mehaničke sisteme i isporučivanje gasa se odvija na različite

načine i to kao: visokofrekventna ventilacija pod pozitivnim pritiskom (VFPPV), visokofrekventna ventilacija mlazom (VFVM), visokofrekventne oscilacije (VFO).^{76,77}

Karakteristike navedenih načina ventilacije, koje direktno zavise od tipa ventilatora su sledeće:

- VFPPV je isporučivanje malog volumena gasa u pluća, protokom od 175-270 L/min. frekvencom oko 50 udisaja u minuti pomoću ventilatora sa pneumatskim valvulama.
- VFVM je isporučivanje gasa u vidu pulzacija pod pritiskom, frekvencom većom od 250 udisaja u minuti, pri čemu dolazi do usisavanja vazduha iz okoline, što ima za posledicu stvaranja visokog inspiratornog protoka.
- VFO su isporučivanje gasnog volumena pomoću klipnog ventilatora, frekvencom od 5-40 Hz, mada se najčešće koristi u kliničkoj praksi frekvenca od 10-15 Hz.
- Visokofrekventno na prekide isporučivanje gasa (*high-frequency interrupters-HFFI*) je slično kao kod VFVM, samo se koristi frekvenca od 100-200 udisaja kada su u pitanju odrasli pacijenti i frekvenca od 300-400 udisaja kada su u pitanju deca
- Kombinovana visokofrekventna ventilacija predstavlja kombinaciju konvencionalne ventilacije i visokofrekventne ventilacije, koje se odvijaju u isto vreme.

3.1.2. Džet kateter

Džet kateter služi da se poveže bolesnik sa ventilatorom za isporučivanje gasa ili mešavine gasova i u odnosu na površinu glotisa može se različito pozicionirati. Analogno endotrahealnom tubusu (ETT), kateter za ventilaciju se može uvesti oro- ili nazotrahealno, sa vrhom do iznad *carine* traheje. Veličine poprečnog preseka katetera su različiti i iznose u proseku oko 2 mm, a od dužine katetera zavisi brzina protoka gasova.

Naročito je pogodan teflonski kateter kod primene laserske tehnologije, koji je opremljen stabilizatorom, koji osigurava centralni položaj u traheji i štiti sluznicu

traheje od oštećenja tokom isporučivanja mlaza gasa. Ukoliko kateter nije u centralnom položaju u odnosu na lumen traheje, a po mogućnosti i fiksiran, dolazi do naglih pokreta („*whip effect*“) koji mogu da traumatizuju sluznicu traheje. Pored toga, džet kateter može da sadrži i drugi lumen za kontinuirano praćenje pritiska u disajnom putu.^{7,20}

Za dijagnostičke procedure na larinksu može se koristiti i supraglotisno postavljen kateter, koji se ugrađuje i predstavlja fiksni - sastavni deo Klajnsaserovog laringoskopa.

Specijalno transtrahealno pozicioniranje katetera je korisno kod patoloških promena u predelu zadnje komisure larinksa i teško dostupnih predela oko glasnica. Osim toga, transtrahealna punkcija je jednostavna i brza mogućnost za hitnu oksigenaciju u hitnim stanjima, kada postoji opasnost od asfiksije, a plasiranje endotrahealnog tubusa je neuspešno. Od velikog je značaja precizno pozicioniranje vrha kanile (katetera) pošto paratrahealna insuflacija gasa može dovesti do masivnog emfizema kože i tkiva uz gubitak kontrole nad disajnim putem.

Kateter za ventilaciju mlazom se može uvesti i unutar već plasiranog ETT, ukoliko je obezbeđen nesmetan ekspirijum, izlazak gasa u spoljašnju sredinu. Ovaj položaj katetera omogućava visok FiO_2 , uprkos delovanju venturi-efekta pošto se koncentracija kiseonika u „okolini“ katetera može podešavati tj. kiseonik se može isporučivati i preko ETT.^{12,23,78}

3.2. Parametri, koji se odnose na džet ventilaciju i njihovi međusobni odnosi

Određivanje parametara džet ventilacije u velikoj meri zavise od vrste i mogućnosti samog džet ventilatora. Da bi se razumeli principi ventilacije mlazom potrebno je poznavanje unapred zadatih parametara i parametara koji se moraju kontrolisati zato što se menjaju tokom džet ventilacije u zavisnosti od vrste hirurgije, objektivnih kliničkih uslova koji se odnose na samog pacijenta i efikasnosti same ventilacije i oksigenacije.

Od najvećeg značaja je razlikovanje upravo zadatih parametara, koji ostaju ne promenjeni tzv. fiksirani parametri kao što su: radni pritisak RP (*working pressure*), frekvenca ventilacije-FV (*Cycle per minute-CpM*), inspiratorno vreme IV (*inspiration duration*) i koncentracija kiseonika F_iO_2 u isporučenom mlazu.

Parametri koji su promenjivi i zavise od kliničkih okolnosti vezanih za bolesnike i vrste hirurške intervencije su: koncentracija kiseonika u disajnom putu, volumen isporučenog gasa i pritisak u disajnom putu.^{12,24}

3.2.1. Frekvenca ventilacije

Frekvenca ventilacije (FV) ili broj ciklusa isporučenog gasa u minuti predstavlja broj prekida insuflacije gasa po jedinici vremena. Velika frekvenca ventilacije ($FV > 100$) mlazom omogućava nesmetan rad u operativnom polju tj. disajnom putu što i jeste glavni preduslov za primenu tehnike ventilacije mlazom.

Povećanje FV praćena je smanjenjem eliminacije CO_2 što se može pripisati i relativnom porastu ventilacije mrtvog prostora. Kod povećanja FV intervali između pojedinačnih insuflacija gasa su kraći i ostaje manje vremena za ekspirijum (ekshalaciju) ukupnog insufliiranog (ubačenog) gasnog volumena što ima za posledicu stvaranje i pozitivan krajnji ekspiratorni rezidualni pritisak: tzv. auto-PEEP ili intrizički PEEP. U otvorenom disajnom sistemu kao što je džet ventilacija nivo unutrašnjeg PEEP-a definišu pored FV, radni pritisak (RP) i odnos inspirijum/ekspirijum (I:E). Rizik od prenaduvanih malih alveola ili barotraume upravo se pripisuje i povećanom PEEP-u i neočekivano visokom pritisku u disajnom putu, posebno kada je u pitanju hronična opstruktivna bolest pluća (HOBP).

Kada je FV veća od 1 Hz volumen pojedinačnih isporučenih porcija gasa se približava veličini anatomskog mrtvog prostora, koji se kreće oko 150 ml. U slučaju konvencionalne ventilacije (KV), ovako velika frekvenca ventilacije bi dovela do poremaćaja u razmeni gasova; kod džet ventilacije procesi oksigenacije i eliminacije CO_2 su očuvani. Ipak, u toku džet ventilacije, za razliku od KV mora se izbegavati isporučivanje disajnog volumena, koji je značajno veći od mrtvog prostora.

FV nema veliki uticaja na oksigenaciju, ali ukoliko postoji povećan otpor tokom ekspirijuma ili je skraćeno vreme za ekspirijum i vrednost auto PEEP-a mogu dostići neželjeni nivo.

Tokom ventilacije mlazom FV ima značajan uticaj u pogledu sprečavanja aspiracije krvi u disajni put. Kada je FV iznad 100 udisaja/min. dolazi do mešanja gasa prisutnog u disajnom putu (*backflow*) i pasivnog ekspirijuma i na taj način se formira kontinuirani izlaz gasa, koji sprečava ulaz tečnosti, krvi, detritusa u otvoren disajni put.

3.2.2. Radni pritisak

Radni pritisak (RP) je pritisak pod kojim se gas isporučuje iz spoljašnjeg izvora, transformiše na niže vrednosti u sistemu cevi za ventilaciju do ulaska u ventilacioni kateter, koji je plasiran u disajnom putu. To znači da je pritisak na izvoru gasa najveći RP koji se može koristiti. Većina centralnih sistema za dovod gasa nalazi se pod pritiskom od 4.0-4.5 bara. Prilikom spajanja odvoda za kiseonik i vazduh, koji se nalaze na džet ventilatoru, sa izvorom gasova, koji su pod pritiskom, mogu se javiti određena odstupanja pritiska između ova dva sistema. Da bi se u uređaju za mešanje gasa (difuzer) obezbedila željena koncentracija kiseonika, mora se pritisak gasova na ulazu u jet ventilator malo sniziti u odnosu na izvor gasova. To svakako znači i dalje smanjenje maksimalno raspoloživog radnog pritiska. Kod odraslih osoba sa zdravim plućima uskolumenski džet kateter zbog relativno visokog otpora pri protoku gasa po pravilu se podešava na RP između 1.5 i 2.5 bara, a kod rigidnog bronhoskopa sa relativno niskim otporom pri protoku gasa, dovoljno je RP održavati na vrednosti koja je za 0.5 bara manja.

RP ima najveći uticaj na gasnu razmenu i to posebno na eliminaciju CO₂. Kada je konstantna vrednost FV, povećavanje radnog pritiska ima za posledicu povećanje pojedinačnih porcija (isporučeni volumen gasa), što ima za rezultat porast intrizičkog – unutrašnjeg PEEP-a, što sve zajedno se odražava na račun eliminacije CO₂.

Pomoću radnog pritiska se pre svega reguliše eliminacija CO₂, a pored toga i oksigenacija, pri čemu eliminacija CO₂ i radni pritisak nisu u linearnoj korelaciji.

Promene RP prouzrokuju neproporcionalne promene u isporučenom volumenu gasa.

3.2.3. Inspiratorna koncentracija kiseonika

Značajan parametar za primenu džet ventilacije je inspiratorna koncentracija kiseonika (F_iO_2) u mlazu, koji je ustvari mešavina kiseonika i vazduha, isporučenog iz izvora gasova pod visokim pritiskom. Koncentracija kiseonika se kreće od 0.21 (vazduh) do 1.0 (100% kiseonik) i koriste se i u toku konvencionalne ventilacije. Zbog povlačenja gasa (*entrainment*) iz okoline, stvarna koncentracije kiseonika u sistemu za isporučivanje mešavine gasova nije uvek u skladu sa zadatom koncentracijom kiseonika, pri čemu pojam „inspiratorni“ i nije adekvatan termin.

Često se izjednačava $F_{jet}O_2$ sa inspiratornom koncentracijom kiseonika (F_iO_2). Ova analogija nije primenjiva zato što se mora uzeti u obzir da povlačenje vazduha iz okoline (*air entrainment*) tokom jet ventilacije utiče na smanjenje koncentracije inspiratornog kiseonika ispod zadate vrednosti $F_{jet}O_2$. Smanjenje koncentracije kiseonika u inspiratornoj mešavini gasova tokom primene džet ventilacije je u većini slučajeva nepredvidljivo. Ovaj fenomen je izražen u različitoj meri u zavisnosti od konfiguracije sistema za ventilaciju, zadatim parametrima i po pravilu ima za posledicu smanjenje F_iO_2 otprilike i do 20%.

Negativan uticaj povlačenja vazduha iz okruženja u velikoj meri zavisi i od vrste, konfiguracije samog džet ventilatora. Moderni džet ventilatori opremljeni su mehanizmima, koji održavaju koncentraciju kiseonika u limitirajućim okvirima i akustičkim alarmom koji upozorava kada je pad koncentracije kiseonika u smeši postao kritičan da bi se obezbedila zadovoljavajuća ventilacija.

Položaj katetera može da utiče na koncentraciju kiseonika u gasnoj smeši pogotovo ako se plasira dublje u respiratornom traktu, mada je taj uticaj ipak manje izražen.

Tokom primene džet ventilacije, smanjenja koncentracije inspiratornog kiseonika u disajnom putu i plućima se ne može tačno predvideti.

Kada se koristi laserska tehnologija u hirurgiji disajnog puta javlja se opasnost od eksplozije, koju može da izazove ugljenik (C) oslobađen iz opečenog tkiva u atmosferi sa visokom koncentracijom kiseonika. Da bi se smanjila opasnost tokom upotrebe laserskog impulsa, a rizik održao na minimumu, koncentraciju kiseonika bi trebalo

održavati ne više od 40% u mešavini gasova. Za pojedine ventilatore ima preporuka da koncentracija kiseonika ne bi trebalo da bude veća od 30% u smeši gasova. U svakom slučaju na rizik od opekotina, pojave dima i eksplozije u disajnom putu u daleko većoj meri utiču i drugi faktori kao što je materijal od koga su izrađeni kateteri, dužina trajanje i snaga u vatima laserskog impulsa.

3.2.4. Volumen isporučenog gasa

Analogno volumenu vazduha koji se isporučuje kod konvencionalne ventilacije, određeni volumen koji će emitovati džet-ventilator (V_{jet}) može se ipak zadati kod nekih džet ventilatora. Ovaj volumen zavisi od radnog pritiska, trajanja inspirijuma i ukupnog otpora svih komponenti, koje učestvuju u provođenju gasova. Po svom dejstvu na transport gasa ovaj parametar (V_{jet}) se ponaša u skladu sa radnim pritiskom. Iako V_{jet} pruža bolju mogućnost procene učinka ventilatora nego radni pritisak, postalo je uobičajeno da se radni pritisak koristi kod opisa učinka ventilatora s obzirom da je njega lakše izmeriti i da je RP na raspolaganju kod svakog aparata kao parametar, koji se podešava.

Kada se matematički podeli V_{jet} sa FV dobija se emitovani tidal volumen (V_t). Ovaj V_t nije u skladu niti sa disajnim ekscurzijama grudnog koša niti sa udisajno prilagođenim gasnim volumenom u disajnim putevima. Mali deo primenjenog V_t ima za posledicu inspiratorno pomeranje volumena, dok njegov veći deo izlazi kao „backflow“ i odgovoran je za kontinuirano ispiranje traheobronhijalnog sistema. Smatra se da je „optimalni“ V_t onaj koji je reda veličine anatomskog mrtvog prostora.

3.2.5. Inspiratorno vreme

Vreme trajanja inspirijuma ili inspiratorno vreme (IV) je analogan identičnom parametru, koji se koristi tokom konvencionalne ventilacije; u toku džet ventilacije IV se definiše kao odnos između vremena trajanja insuflacije gasa i početka pasivnog ekspirijuma. Tačnije, to znači da IV predstavlja procentualni udeo inspirijuma u odnosu na respiratorni ciklus.

Promene IV se mogu kretati od 30% do 70% respiratornog ciklusa, ali vrednost IV kod većine ventilatora zavisi od aktuelno podešenog IV. Uticaj IV na izmenu gasova teško se može opisati, obzirom da se IV neizbežno javlja u međusobnoj interakciji sa drugim parametrima. Promene IV imaju trenutni efekat na isporučeni volumen gasa.

Produženje IV ima za rezultat skraćeni ekspirijum što može dovesti do pojave auto-PEEP-a, koji sa druge strane zavisi i od FV. Blagim povećavanjem IV može se uticati i na lagano povećavanje oksigenacije, ali se sve ovo dešava na račun eliminacije CO₂. Kod naknadne korekcije V_{jet} putem smanjenja radnog pritiska pri istoj vrednosti FV, dolazi do smanjenja eliminacije CO₂.

Podešavanje vrednost IV obično dovodi do promena i ostalih parametara, a rezultat ovih promena se odnosi na efekte razmene gasova, koji se ne mogu predvideti. Zbog svega gore vrednosti IV treba održavati do 50 % respiratornog ciklusa.

Pri FV većoj od 200 udisaja/min. vreme ekspirijuma je suviše kratko da bi se omogućilo da pritisak u džet provodniku padne na atmosferski pritisak, što onemogućava podešavanje VI na duže trajanje. U tom smislu, u zavisnosti od konfiguracije alarma, duže trajanje VI dovodi, pri višim FV do intermitentnih prekida ventilacije. Po pravilu i u ovim situacija kada je FV veća, potrebno je održavati IV na 50% respiratornog ciklusa.⁷⁹⁻⁸³

3.2.6. Pritisak u disajnom putu

Vrednosti pritiska u disajnom putu (Paw), predstavlja rezultujujući parametar kada se primenjuje džet ventilacije, koji sam po sebi može značajno inter- i intraindividualno da varira. Radni pritisak ima najveći uticaj na vrednost Paw; pozitivni endekspiratorni pritisak (PEEP) i PIP su primarni faktori koji kontrolišu Paw. Relativno mali uticaj na vrednost Paw imaju IV i FV.⁴

Na vrednost Paw utiče: vrednost efektivno aplikovanog gasnog volumena (V_e), inercija gasnih čestica, otpor u disajnim putevima, torakalna komplijansa i intertorakalni gasni volumen.

Karakteristični, ključni podaci, koji opredeljuju vrednost Paw su:

- najviši inspiratorni pritisak PIP (*Peak Inspiratory Pressure*)
- srednji inspiratorni pritisak mPaw (*Mean Airway Pressure*)
- krajnji ekspiratorni pritisak disajnih puteva EEP (*End Expiratory Pressure*)

Odlučujuću ulogu kod merenja i monitoringa Paw ima mesto merenja. Merenje Paw pomoću rigidnog bronhoskopa je u lošoj korelaciji sa intrapulmonalnim pritiskom. Trahealni Paw nasuprot tome je u korelaciji sa alveolarnim pritiskom, ali samo u rasponu FV od 10Hz. Sve dok je sistem otvoren prema napolje, pritisak u disajnim putevima je uglavnom niži nego kod KV. Vrednost srednjeg pritiska u disajnim putevima (mPaw = *mean airway pressure*) je niži u odnosu na isti kada se primenjuje KV. U svakom slučaju, jedan od osnovnih principa džet ventilacije je da se konstantno održava nesmetani protok gasova tokom ekspirijuma da bi se isključila mogućnost neželjenog porasta intrapulmonalnog pritiska i nastanka barotraume pluća.

Izrazito povećanje Paw nosi direktan rizik od nastanka barotraume pluća. Mora se voditi računa da Paw izmeren u traheji pomoću senzora džet ventilatora nije identičan sa pritiscima u različitim delovima pluća, ali se izmerena vrednost može prihvatiti kao aproksimativna. Kontinuirano merenje Paw je neophodano tokom ventilacije mlazom kao i prisustvo alarma na džet ventilatoru i mogućnost da se automatski isključi isporučivanje gasa ako dođe do prekoračenja bezbedne vrednosti Paw.

Kako je za bezbednu i sigurnu primenu džet ventilacije neophodno održavati ,zadovoljavajuću oksigenaciju i zadovoljavajuću eliminaciju CO₂, uticaj parametara ventilacije i njihova međusobna interakcija su vrlo složeni procesi i od najvećeg značaja su za kliničku praksu.

Sumirano, kako utiču parametri džet ventilacije na parcijalni pritisak kiseonika i ugljen dioksida, kao parametre zadovoljavajuće ventilacije, su prikazani na Tabeli 1.^{2,16,84-86}

Tabela 1. Uticaj različitih parametara, koji se koriste u toku džet ventilacije na PaO₂ i PaCO₂

<i>Promena parametara</i>		<i>PaO₂</i>	<i>PaCO₂</i>
FiO ₂	Povećan	+++	∅
	Smanjen	- - -	∅
Radni pritisak (RP)	Povećan	++	- - -
	Smanjen	- -	+++
Frekvenca ventilacije (FV)	Povećan	+	+
	Smanjen	-	-
Trajanje inspirijuma (IV)	Povećan	+	∅
	Smanjen	-	∅
Venturi efekat (VE)	Povećan	- -	- -
	Smanjen	++	++

+ / - Blago povećana / smanjena vrednost

++ / - - Umereno povećana / smanjena vrednost

+++ / - - - Izuzetno povećana / smanjena vrednost

3.3. Džet ventilacija pomoću rigidnog bronhoskopa

Primena džet ventilacije preko rigidnog bronhoskopa, koji se u isto vreme može koristiti i kao instrument za hirurški zahvat, ne bi smela da traje duže od 90 min. Džet provodnik (kateter) ili dizna nalazi se na proksimalnom kraju bronhoskopa, povezana je sa džet ventilatorom preko creva male elastičnosti. Džet provodnik se nalazi pod oštrim uglom u odnosu na metalnu cev samog bronhoskopa što je od velikog značaja za nesmetano propuštanje mlaza gasa i stvaranja uslova za usisavanje (*entrainment*) okolnog vazduha u traheju. Visina maksimalnog protoka gasa kroz rigidni bronhoskop zavise od radnog pritiska i veličine prečnika džet katetera i cevi bronhoskopa. Na veličinu efektivno aplikovanog gasnog volumena (V_e) pored isporučenog protoka gasa utiče i pozicija džet katetera, veličina radnog pritiska, FV, IV i Paw. Već tokom inspiratorne faze dolazi do

strujanja gasa (*blow-back volume* ili *backflow*- V_b) iz disajnih puteva. Veličina efektivno aplikovanog volumena (V_e) i emitovanog disajnog volumena volumen (V_t) u velikoj meri zavisi od otpora u bronhoskopu i disajnim putevima, kao i od elastičnog otpora u plućima. Zbog toga proizilazi da volumen gasa tokom VFVM, kada se koristi rigidni bronhoskop u velikoj meri je uslovljen upravo i veličinom poprečnog preseka instrumenata, koji se koriste za hirurški rad u rigidnom bronhoskopu.

Uvođenjem instrumenata za rad kroz rigidni bronhoskop, smanjuje se još dodatno poprečni presek bronhoskopa što ima za posledice:

- Snižavanje vrednosti V_t zbog povećanog otpora u rigidnom bronhoskopu
- Slabljenje Venturi-efekta, a samim tim i smanjenje vrednosti V_e , što dovodi do daljeg pada i V_t uz opasnost da dođe i do hipoveilacije
- Povećano vraćanje gasa (*back-flow*)

Ako je smanjeno usisavanja okolnog vazduha, vrednost $F_{jet}O_2$ se približava vrednosti F_iO_2 . Zbog toga se preporučuje da vrednost $F_{jet}O_2$ na ventilatoru bude podešena na numeričku vrednost od 1.0 (100%), što će imati za posledicu značajan porast F_iO_2 , a što će u uslovima narušene ventilacije omogućiti bolju oksigenaciju. Pošto je ventilacija preko rigidnog bronhoskopa otvoren disajni sistem, a ujedno bronhoskop ne prijanja uz traheju kada su u pitanju odrasli bolesnici, isporučeni volumen gasa "curi" tokom celog respiratornog ciklusa između zida traheje i samog bronhoskopa. U ovim uslovima potrebne su visoke vrednosti V_{jet} da bi se kompenzovali svi ovi gubici gasova, a sa druge strane taj stalni izlazak (curenje) gasova pruža dodatnu zaštitu od nastanka barotraume. Kod odojčadi i dece zbog malog prečnika disajnog puta rigidni bronkoskop prijanja uz zid traheje tako da nema preliivanja gasova, pri čemu radni pritisak a time i V_t treba podešavati pažljivo, praviti vrlo mala pomeranja u odnosu na kliničku sliku da bi se izbegao nastanak barotraume.

Položaj džet katetera je važan za efikasni inspirijum i nastanak barotraume. Kod rigidnog bronhoskopa, kada je smanjen poprečni presek bronhoskopa, a hiruški instrumenti, koji se koriste još više smanjuju isti, efikasnost inspirijuma je narušena, a V_e i V_t su smanjeni. Ovaj poremećaj inspirijuma javlja se i u uslovima hipoveilacije, mada rizik od barotraume ipak ostaje vrlo mali. Nasuprot tome, kod relativno duboke

endotrahealne (distalne) pozicije džet katetera (infragalotisna pozicija) vrednost V_e konstantno opada. Kod okluzije na izlaznoj putanji gasa izazvane hirurškim instrumentom i to u proksimalnom delu disajnog puta, javlja opasnost od porasta vrednosti Paw i hiperinflacije pluća.⁸⁷⁻⁹¹

4. MEHANIZAM TRANSPORTA I RAZMENE GASOVA U TOKU DŽET VENTILACIJE

4.1. Mehanizam transporta gasova i fizički zakoni, kojima se objašnjava džet ventilacija

Tradicionalni koncept i objašnjenje mehanizma transporta i razmene gasova u disajnim putevima nije u potpunosti primenjiv kada se koristi tehnika ventilacije mlazom. Respiratorna fiziologija daje objašnjenje po kome je ventilacija determinisana pritiscima i razlikama pritisaka gasova. Mehanizam uspostavljanja razlike pritisaka u disajnom putu, kojim se omogućava kretanje gasova i ventilacija, razlikuju se tokom spontane i mehaničke ventilacije.^{92,93}

Za kretanje gasova kroz disajni put potrebno je da se na njegovim krajevima uspostavi razlika u pritiscima, tako da gas teče sa mesta višeg ka mestu sa nižim pritiskom. Razlika pritiska koja uslovljava kretanje gasova zavisi i od vrste protoka, koji može biti laminarni ili turbulentan. Važno je naglasiti da je kretanje čestica gasa paralelno kod laminarnog protoka, ali je najbrže u središnjem delu gasnog fronta pa je zbog toga i u okolnostima sa smanjenim DV, alveolarna ventilacija može biti zadovoljavajuća, što se i dešava u toku ventilacije mlazom. Kada je u pitanju ventilacija mlazom, ventilacija i razmena gasova se zasniva na isporučivanju malog volumena gasa preko uskolumenskih katetera za ventilaciju, pri čemu je pritisak na izvoru gasova najveći i smanjuje se prolaskom gasova kroz sistem cevi za ventilaciju, da bi na samom otvoru katetera prešao subatmosferski pritisak.

Gasni volumen se ne isporučuje putem zatvorenog sistema za disanje kao što je slučaj kod konvencionalne ventilacije, već se gasni volumen usmereva u disajne puteve, koji

su otvoreni prema spolja. Ekspiratorni gasni volumen se mora, u najvećoj mogućoj meri, nesmetano usmeraviti da izlazi kroz disajne puteve prema spolja i to pasivno.

Osnovni principi, kojima se objašnjava proces transporta i razmene gasova u disajnim putevima počivaju i na fizičkim zakonima o dinamici fluida i tečnosti:

1. Venturi efekat (*Venturi or Friction Effect*)

Venturi efekat ili efekat mlaza nastaje kada dođe do smanjenja pritiska gasa koji prolazi kroz suženi deo cevi pri čemu se brzina tečnosti ili gasa povećava pošto se površina poprečnog preseka cevi smanjuje. Prema zakonima koji regulišu dinamiku fluida, brzina fluida se mora povećavati, zbog prolaska kroz suženje da bi se zadovoljio princip kontinuiteta, dok se pritisak mora smanjivati da bi se zadovoljio princip očuvanja mehaničke energije. Venturi efekat je dobio ime po Đovani Batista Venturiju (1746-1822.), italijanskom fizičaru.

Venturi princip usisavanja gasa se bazira na Bernulijevom zakonu o protoku gasova.

2. „*Entrainment*“ je pasivno mešanje gasa iz okoline sa isporučenim volumenom ventilacije. Kada komprimovani i isporučeni gas za ventilaciju napusti džet kateter, usmerava se velikom brzinom, što ima za posledicu pad pritiska oko otvora cevi i posledično usisavanje i povlačenje gasa iz okoline (Venturi efekat).

3. Koaksijalan protok gasa (*Spike Formation/Coaxial Flow Pattern*)

Koaksijalan protok gasa podrazumeva da se najveća enegrija svakog isporučenog impulsa gasa nalazi na vrhu (konusno ispupčenje gasnog fronta) i kao takav mlaz gasa prodire u centralni deo disajnog puta. Konusni oblik gasnog mlaza omogućava najveći protok u centralnom delu gornjih disajnih puteva i mešanje gasa u distalnim delovima pluća. Turbulentni protok smanjuje efektivnost koaksijanog protoka gasa.

4. Taylor-Type dispersija (*Gas Mixing*) podrazumeva:

- Potenciranu difuziju;
- Taylor-ova disperzija može da omogući mešanje svežeg i rezidualnog vazduha celom dužinom gasne struje u disajnom putu;

- Turbulentan protok gasa je gornjem disajnom putu sa laminarnim protokom na periferiji;
- Turbulentna Taylor-ova disperzija je od velikog značaja za razmenu gasova u traheji i oba glavna bronha;

Da bi se prevazišao inspiratorni otpor uskolumenskih katetera (unutrašnji prečnik katetera oko 2 mm) pri prolasku gasa velike brzine u toku džet ventilacije neophodan je izuzetno visok pritisak gasa, što se može ilustrovati Hagen-Poazijeovim (Hagen-Poiseuille) zakonom o protoku gasova (Slika 2).

$$Q = \frac{\Delta P \pi r^4}{8L\eta}$$

Slika 2. Hagen-Poazijeov zakon o protoku gasa

Protok gasa (Q) kroz cilindričnu cev dužine (L) proporcionalan je razlici pritiska (ΔP) i četvrtom stepenu poluprečnika-radijusa (r). Ako se, na primer, poluprečnik smanji na polovinu (što je tipično za izlazni otvor džet katetera) razlika pritiska se mora povećati 16 puta da bi protok Q ostao nepromenjen. Koeficijent η označava viskozitet primenjenog gasa. Dužina džet katetera je obrnuto proporcionalna protoku gasa, što znači da se kroz kraći kateter dešava veći protok gasa za koji je potrebna i veća razlika u pritislima, o čemu se mora voditi računa kada se koristi infraglotički pristup džet ventilaciji i mogućih komplikacija vezanih i za rashlađivanje bolesnika i usisavanje okolnog vazduha.

Isporučeni gas, koji protiče kroz suženi otvor katetera velikom brzinom (mlaz gasa), gubi toplotu i stvara distalno od otvora subatmosferski pritisak koji usisava okolni vazduh (Venturijev efekat), što znači da je inspiratorni gas mešavina isporučenog gasa i gasa koji je usisan iz okruženja-atmosfere.^{12, 94-97}

4.2. Mehanizam razmene gasova u plućima

Mehanizam transporta i razmena gasovau toku VFVM se ne mogu objasniti osnovama klasične respiratorne fiziologije. Glavni mehanizmi transporta gasa, koji se odvijaju u

svim delovima pluća u fiziološkim uslovima su konvekcija, konvekcija i difuzija ili samo difuzija. Tokom konvencionalne mehaničke ventilacije gas se transportuje kroz provodni sistem disajnih puteva konvekcijom, a razmena gasova se sprovodi mehanizmom molekularne difuzije, pri čemu se brzina gasova smanjuje na nivou malih disajnih puteva.^{92,93}

Za objašnjenje transporta i razmene gasova u toku primene VFVM, a u uslovima kada je isporučeni disajni volumen jednak ili manji od mrtvog prostora, koristi se nekoliko različitih tzv. potenciranih mehanizama za razmenu gasova. Očigledno je da u odnosu na mehanizam transporta gasa tokom ventilacije mlazom ima prostora za dalja klinička istraživanja.

Do sada objavljeni mehanizmi razmene gasova, koji u velikoj meri daju objašnjenje kako se odvija transport i razmena na alveo-kapilarnom nivou su:

- turbulentni protok u velikim disajnim putevima, nastao zbog povećanog protoka gasova;
- direktna ventilacija zatvorenih alveola;
- turbulentni protok sa lateralnim konvektivnim kretanjem prema spolja;
- asinhroni protok između alveola nastao zbog asimetrije u protoku gasa;
- potencirana molekularna difuzija, različita brzina gasa pri čemu centralni deo sa najvećom brzinom gasnog mlaza ulazi u alveole;
- Taylor-Type disperzija predstavlja i laminarni protok i lateralni transport gasa difuzijom;
- kolateralna ventilacija susednih alveola koje nisu povezane (*nonairway connections*);⁹⁴

Prilikom ventilacije sa velikom frekvencijom, većom od 600 u minuti, teorija koaksijalnog protoka je prihvatljiva za objašnjenje mehanizma razmene gasova. U sistemu disajnih puteva gas prolazi velikom brzinom, laminarni protok gasa se očekuje u centralnom delu struje gasa, dok je turbulentni protok prisutan na periferiji u disajnom putu. Dakle, gas se u isto vreme kreće u oba pravca distalno prema alveolama, dok se kretanje gasa u suprotnom pravcu dešava čak i u alveolama, koje su položene i periferno u provodnom sistemu disajnih puteva. Oscilatorno kretanje gasova se objašnjava

mehanizmom potencirane molekularne difuzije gasova na nivou alveola, što nalazi i objašnjenje u polju fizike i zakona o kretanju tečnosti.^{95,97}

Transport gasa u disajnim putevima u toku VFVM predstavlja još jednu specifičnost po kojoj se razlikuje od KMV: konvencionalno aplikovan disajni volumen transportuje se preko cele površine poprečnog preseka disajnih puteva do alveolararnog prostora, dok porcija gasa isporučene putem džet ventilatora prevashodno ulazi u centralnu deo poprečnog preseka disajnih puteva. Skoro u isto vreme dolazi i do otpuštanja-curenja značajnog dela ekspiracionog volumena duž periferije poprečnog preseka prema napolje. Ovaj simultani, bidirekcioni i koaksijalni protok gasova je značajna karakteristika džet ventilacije, a istovremeno i jedan od najefikasnijih mehanizama transporta gasa, kada se koristi visoko-frekventna džet ventilacija. Tejlorova (Taylor) disperzija, koja prati ovaj proces, izaziva tangencijalnu izmenu gasnih molekula na konusnom ispupčenju gasnog fronta.

Kada se gasni mlazevi različite koncentracije kreću jedan uz drugi dolazi do raslojavanja i procesa razmene koji doprinosi razgradnji longitudinalnih, koncentracionih gradijenata za O₂ i CO₂. Slobodne i nasilne konvekcije, a često i redovna alveolarna ventilacija mogu biti smetnja ovom mehanizmu, koji doprinosi razmeni gasova u toku džet ventilacije. Efekat izmene gasova nazvan, pojačana difuzija, javlja se usled fenomena rezonance i to pre svega u perifernim bronhiolama i za izmenu gasa je delotvorniji nego temperaturno zavisna molekularna difuzija. Ova dva procesa- pojačana i molekularna difuzija su odgovorne za razgradnju longitudinalnog gradijenta koncentracije za kiseonik (O₂) koji se kreće u pravcu alveola i za ugljen dioksid (CO₂) koji se kreće iz alveola prema spolja.^{2,12,95,99}

U zavisnosti od konfiguracije džet katetera i džet injektora dolazi do povlačenja okolnog vazduha (Venturijev efekat ili „*air entrainment*“) te tako nastaje povećanje volumena emitovanog mlaza. Veličina emitovanog volumena (V_e) koji je nastao na ovaj način u toku primene džet ventilacije varira u značajnoj meri, zato što zavisi od niza različitih i promenljivih faktora kao što su: radni pritisak, isporučeni volumen gasa, trajanje inspirijuma kao i dimenzije poprečnog preseka džet katetera, vrste ventilatora i njegovih komponenata. Ovaj dodatni volumen gasa koji se kreće prema unutra, praćen je kretanjem gasa usmerenog prema napolje tzv. backflow, koji nastaje usled gradijenta

pritiska u disajnim putevima i spoljašnjoj sredini. Ovaj mehanizam omogućava transport ekspiratornog volumena, koji sadrži CO₂ prema spolja. Nepovoljno kod ove razmene gasova je to što u pojedinačnim delovima pluća gasovi imaju različite ekspanzione brzine, što dovodi do takozvanog „šetajućeg vazduha“. Prevazilaženje ovog nepovoljnog efekta kao i efekta mrtvog prostora je moguće pomoću pokretačkih mehanizama razmene gasova i relativno širokih mogućnosti u oblasti izbora frekvence isporučenog mlaza.⁹⁹⁻¹⁰²

Dakle, na osnovu navedenog, osnovne karakteristike džet ventilacije su:

- otvoren sistem u odnosu na disajni put;
- precizno usmerene porcije gasa tzv. mlazevi kroz tanke izlazne otvore;
- visok protok gasa (10-30 l/min) pri niskom tidalnom volumenu (50-250 ml);
- veliki raspon frekvence (12- 600 n/min);
- povlačenje vazduha iz okoline (entrainment);
- aktivna insuflacija i pasivna ekshalacija preko disajnih puteva otvorenih prema spolja;
- koaksijalni gasni tokovi u disajnim putevima;
- suprotni gradijenti koncentracije za kiseonik i ugljen dioksid duž disajnih puteva.

Disajni volumeni navedeni za pojedine džet ventilatore nisu identični sa stvarnim „pomeranjen“ volumena u grudnom košu. Razlog za to je to što se veliki deo insufliiranog gasnog volumena kreće bez širenja pluća i zida grudnog koša i na taj način prouzrokuju apneičko ispiranje disajnih puteva. Kako u kliničkoj praksi nije moguće direktno izmeriti protok gasa, stvarni protok gasa kao parametar u monitoringu tokom VFVM nije dostupan.⁹⁷

4.2.1. Hemodinamske promene u toku primene VFVM

Mehanizam transporta i razmene gasova u toku primene džet ventilacije ima uticaja i na hemodinamske promene. Isporučivanje malog disajnog volumena ima za rezultat

adekvatnu razmenu gasova, pri čemu je u isto vreme niži i maksimalni inspiratorni pritisak (PIP) i srednji pritisak u disajnom putu (mPaw).

U toku primene KV intratorakalni pritisak je povećan, što utiče na preload i afterload i desne i leve komore. Posledice povećanog intratorakalnog pritiska u toku KV je povećanje pritiska u gornjoj šupljoj veni (*vena cava superior*) i smanjen venski povratak u desno srce, što ima za posledicu povećano krvarenje kada je u pitanju hirurgija glave i vrata. Primenom VFVM intratorakalni pritisak je smanjen, a povećan je venski povratak u desno srce pri čemu je sačuvana kardiovaskularna funkcija.

Nekoliko studija do sada objavljenih se bavilo kardiovaskularnim efektima primene VFVM, pri čemu su istraživanja sprovedena i na životinjama i ljudima, ali dobijeni rezultati su kontradiktorni.

Primena VFVM je udružena sa značajno boljom kardiovaskularnom funkcijom u poređenju sa KV, ali na istom nivou PEEP-a. Međutim, poboljšanje CO (*cardiac output*) je najviše udruženo sa smanjenim mPaw. Prednost džet ventilacije u odnosu na kardiovaskularni sistem je udružena sa smanjenim pritisacima u disajnom putu i plućima. U toku primene VFVM može doći i do povećanja intratorakalnog pritiska, nastalog kao posledica opstrukcije u toku ekspirijuma, povećanje vrednosti auti PEEP-a, što može imati negativne hemodinamske posledice.

Prema tome, interakcija VFVM i kardijalne funkcije je promenljiva i u velikoj meri zavisi od prisustva komorbiditeta koji se odnosi i na srca i na pluća. Prednost primene VFVM u odnosu na hemodinamsku stabilnost se odnosi na prisustvo manjeg Paw, a samim tim i smanjenjem i ostalih parametara kao što su PIP, EEP i mPaw.^{14,20,103-105}

5. KONDICIONIRANJE GASA I MONITORING U TOKU PRIMENE VFVM

5.1. Kondicioniranje gasova

Hladan i suv gas koji se koristi, nezavisno od tehnike ventilacije, može da prouzrokuje oštećenje sluznice respiratornog trakta što se manifestuje kao isušivanje i zgušnjavanje sekreta, gubitak cilijarne funkcije, upale ili erozije sluzokože. Džet ventilacija u tom smislu nosi sa sobom nepovoljne efekte u poređenju sa KV; veliki protok gasa u odnosu na KV, a sa druge strane sistemski ne postoji mogućnost povratnog disanja uz zadržavanje toplote i vlažnosti. Veliki protok hladnog, suvog inspiratornog gasa kroz uzan otvor katetera za ventilaciju se još i dodatno rashlađuje (*Joule-Thomson efekat*) zbog nemogućnosti razmene toplote sa okolinom. Oštećenje sluznice traheje može da dovede do poremećaja u mukocilijarnoj funkciji i razvoja pneumonije ili čak životno-ugrožavajućeg stanja kao što je nekrotizirajući traheo-bronhitis. Etiološki faktori, koji doprinose razvoju ovih komplikacija su:

- dužina izloženosti nekondicioniranim gasovima tokom džet ventilacije;
- hemodinamska nestabilnost;
- direktan fizički pritisak gasa-mlaza, na sluznicu traheje;
- postojeća oštećenja mukoze traheje (pušači).

Džet ventilacija u tom smislu nosi sa sobom nepovoljne prepostavke u poredjenju sa KV: sa jedne strane je količina gasa koji se isporučuje veća i do 5 puta, a sa druge strane sistemski ne postoji mogućnost zagrevanja i vlaženja smeše vazduha i kiseonika. U ovakvim okolnostima toplota i vlažnost se moraju aktivno dodavati gasu za ventilaciju.

Iskustvo govori da se kod relativno kratkotrajnih intervencija, koje se kraće od 30 ili 45 minuta, vlaženje i zagrevanje vazduha nije neophodno, mada se ipak, ne može precizno predvideti koje to tačno vremensko trajanje ventilacije dovodi do relevantnog oštećenja mukoze traheje i rashlađivanja bolesnika. Hipotermija, kao rezultat nekondicioniranog gasa se mora izbeći zato što se tokom ventilacije mlazom ubacuje između 20 i 30 l/min gasa u blizini velikih torakalnih krvnih sudova, koji su u ovom slučaju efikasni izmenjivači toplote. Biro u svom radu navodi da u periodu od 10 do 15 minuta primene

nekondicionirani gasa tokom džet ventilacije, telesna temperatura može da se smanji i do 2° C.

Zadovoljavajuće grejanje inspiratornog gasa znači da je potrebno zagrejati gas na temperaturu tela (37°C) pri čemu, maksimalna mogućnost da gas apsorbuje vodu iznosi 44 mg/l i predstavlja 100 % relativne vlažnosti vazduha. Da bi se postiglo zadovoljavajuće grejanje i vlaženje inspiratornog gasa nije dovoljno samo zagrevati suvi gas, ili jednostavno dodavati (vlažiti) gas; ova dva zahteva se moraju obezbediti na koordinisan način. Određene fizičke osobine gasova, kao sto su brzina, pritisci, mogućnost apsorbacije i ograničenja vezana za džet ventilator se moraju uzeti u obzir. Prolaskom inspiratornog gasa, mlaza, koji se nalazi pod pritiskom kroz uzani otvor džet katetera nastaje dramatičan pad pritiska i dolazi do gubitka toplote, što dalje drastično snižava i kapacitet apsorbacije vode. Zbog toga, kada se temperatura gasa smanji u sistemu za isporučivanje tokom ventilacije mlazom, što se ne može izbeći (*Joule-Thomson efekat*), dolazi do kondenzacije vode i stvaranja vodenih kapljica koje se sa ostalim ovlaženim gasom ubacuju u disajni put. To znači da se spoljašnje zagrevanje i humidifikacija gasa moraju podesiti tako da količina vode koja se pretvara u vodenu paru na sat iznosi 2,6 x vrednost V_{jet} izraženu u l/min te se na ovaj način maksimalno koristi kapacitet gasa kao nosača vode. Na ovaj način obezbeđena vlažnost isporučenog gasa, kada se primenjuje VFVM kod dece i odojčadi, može povećati rizik od intoksikacije vodom (hiperhidracije, poremećaja osmotskog balansa i hiponatrijemije).^{12,106-110}

Najnovije generacija džet ventilatora su opremljeni mikroprocesorskim regulatorima koji automatski dovode maksimalno moguću količinu vodene pare u gas za ventilaciju kako bi se postiglo optimalno zagrevanje i vlaženje. Osim toga, ukupni učinak se može po potrebi regulisati između nule i maksimalne opterećenosti i od strane samog korisnika. Prema tome, kondicioniranje gasa omogućava praktično neograničeno trajanje džet ventilacije, tehnički je relativno lako izvodljivo, a u velikoj meri sprečava postanestetičku drhtavicu.¹¹¹

5.2. Monitoring

Sa uvođenjem u kliničku praksu VFVM, pojavljuju se i problemi vezani za praćenje onih parametara, koji uslovljavaju bezbedno korišćenje ove tehnike ventilacije, zadovoljavajuću oksigenaciju i eliminaciju CO₂. Problemi koji se vezuju za monitoring su prvenstveno vezani za merenje ekspiratorne koncentracije CO₂ i pritiska u disajnom putu u uslovima kada postoji otvoren disajni put.

Merenje end-tidal koncentracije CO₂ u toku ventilacije služi za procenu adekvatne ventilacije i kontinuirano se meri u toku KMV bilo da se disajni put obezbeđuje maskom za lice, laringealnom maskom, ili endotrahealnim tubusom.

Tokom VFVM rutinsko, kontinuirano merenje end-tidel koncentracije CO₂ nije moguće.

Postoje četiri mogućnosti za praćenje ekspiratorne koncentracije CO₂, koje imaju i svoje nedostatke:

- intermitentne analize gasova: invazivno, ali nije moguće meriti kontinuirano;
- kapnografija: neophodno je intermitentno prekidanje džet ventilacije;
- transkutano merenje Pa CO₂: manje je precizno, ali postoji vreme latencije > 1min;
- kontinuirano intraarterijsko merenje PaCO₂: invazivno i skupo.

Praćenje disajnih pokreta je najjednostavniji način da se prati disanje tokom džet ventilacije, na koji su još ukazali Sanders, Sperel, Grinvej i Karden u svojim radovima. Već tih sedamdesetih godina je primećeno da su učestale analize gasova u krvi preciznija metoda od posmatranja disajnih pokreta ali je metoda invazivna i nikada rezultat nije dostupan na vreme.

Auskultacija pluća je bila i još uvek je beskorisna metoda, jer je zvuk (buka) koji stvara mlaz gasova kada prolazi kroz uzani džet kateter, isti i nad grudnim košem i abdomenom bez obzira da li je mlaz gasova usmeren u traheju, ezofagus ili u mediastinum.

Praćenje pritiska u disajnom putu za vreme džet ventilacije, parametar koji je od izuzetne važnosti za nastanak barotraume, uvodi kao monitoring Hefec (Hefetz) 1977. godine. Ber 1985. godine plasira metalnu cevčicu za merenje pritiska u disajnom putu kao dodatak džet kateteru, što ne narušava radne uslove endoskopiste i zaključuje da kod bolesnika sa zdravim plućima, disajni volumen se može proceniti i na osnovu izmerenog pritiska u disajnom putu.

Prvi izveštaj o praćenju end-tidalnog koncentracije ugljen dioksida za vreme džet ventilacije je objavljen 1980. godine od strane Lazarevića. Milm (Milhm) sa saradnicima 1984. godine u toku džet ventilacije na eksperimentalnim životinjama, povremenim prekidima u isporučivanju mlaza, koristi jedan veliki disajni volumen (5ml/kg) i dobija pouzdane PetCO₂ vrednosti. *Većina istraživača dolaze do zaključka da za kliničare nisu toliko važne apsolutne vrednosti Pet CO₂, dovoljno je samo posmatranje trenda kretanja Pet CO₂ kod bolesnika.* Pojava prvog monitoringa za transkutano merenje PetCO₂ trebalo je da eliminiše sve one probleme koji su pratili gasni monitoring. Pa ipak, prva generacija transkutnih monitora za praćenje PetCO₂ je imala i svoje nedostatke, koji su se odnosili na stvaranje opekotina na mestu plasiranja elektroda. Kasnija istraživanja na ovom polju su dala bolje rezultate.^{2,16,42,113}

U toku primene džet ventilacije prate se dve grupe parametara: i to jedna grupa parametara vezanih za bolesnike i druga grupa parametara, koji se odnosi na džet ventilator. Uobičajeni parametri vezani za bolesnike su: EKG, neinvazivno merenje krvnog pritiska i pulsna oksimetrija. Koji će se parametri pratiti u odnose na džet ventilaciju zavisi od vrste ventilatora i prioritet se daje praćenju koncentracije gasova (kiseonika i ugljen-dioksida) tokom inspirijuma i ekspirijuma.

Tokom primene VFVM za vreme inspirijuma i ekspirijuma dolazi do mešanja gasova pa izmerene koncentracije kiseonika i ugljen dioksida predstavljaju samo prosečne vrednosti. Kod jedne vrste džet ventilatora potrebno je povremeno smanjiti frekvencu isporučivanja mlaza do 20/min ili manje da bi se dobio dovoljan ekspiratorni disajni volumen. Savremeni džet ventilatori su programirani da isporučuju veliki disajni volumen u toku svakog minuta ili imaju dvostruki sistem (*low and high frequency*) katetera za isporučivanje mlaza i elektronski podešenu kontrolu za gasne uzorke i pritisak u disajnom putu.

Za merenje statusa PetCO₂ može se primeniti kapnometrija, transkutano merenje gasova i gasna analiza PaCO₂ iz arterijske ili kapilarne krvi.

U slučaju kada se tokom džet ventilacije koristi kapnometrija, javlja se problem u odloženom merenju, što znači da se kvantitativno upotrebljiv signal može dobiti samo pri normofrekventnoj ventilaciji ili tokom prekida ventilacije. Prednost ove metode je samo to što je kapnometar prisutan u svakoj operacionoj sali.¹¹³

Nasuprot tome, pouzdanost transkutanog merenja gasova u krvi nezavisno je od FV i plućne funkcije. Kod svih oboljeva, koja utiču na perfuziju kože, bilo da je u pitanju dijabetes melitus, hipertenzija, zračna terapija, hroničan nikotinizam, hemodinamska nestabilnost, upotreba vazopresora, primena ovog monitoringa nije pouzdana.⁹¹ Nedostatak transkutanog monitoringa je kompleksnije rukovanje, skuplja primena same opreme i nemogućnost dobijanja aktualnih vrednosti zbog odloženog tumačenja rezultata zbog usporenog odgovora, koji se dobija kod primene različitih analizatora.

Kod dugotrajnih zahvata i kada su u pitanju bolesnici sa kardio-pulmonalnim rizikom a koristi se džet ventilacija, pogodan i opravdan za korišćenje je intraarterijski senzor krvnih gasova.

U mikrolaringealnoj hirurgiji, gde su hirurške intervencije relativno kraćeg trajanja preporučeno je i u kliničkom radu se i koristi intermitentno uzimanje krvi za gasnu analizu i pojedinačna merenja. End-ekspiratorna koncentracija CO₂ je pouzdan indikator ukupnog koncentracije CO₂ i korelira sa arterijskim PaCO₂. Tokom spontane ventilacije u budnom stanju, kod zdravih osoba odnos ETCO₂ i PaCO₂ je definisan i ETCO₂ je manji samo 1-4 mmHg u odnosu na vrednost u arterijskoj krvi. Kada je u pitanju džet ventilacija literatura pokazuje da je odnos ETCO₂ i PaCO₂ isto jasno definisan, mada je taj odnos drugaciji i promenljiviji nego kada je u pitanju KMV i ETT. Do sada objavljene kliničke studije pokazuju dobru korelaciju ETCO₂ i PaCO₂ u toku subgotisne jet ventilacije.^{2,41,114,115}

Kada se koristi džet ventilacija, pritisci u disajnim putevima predstavljaju najveći rizik za bolesnike i praćenje istih je od najvećeg značaja za prevenciju nastanka barotraume pluća. Sa povećanjem RP povećava se i disajni volumen, dok se P_{aw} povećava jedino

kada disajni volumen prekorači vrednost od 25ml/kg. Praćenje Paw u toku džet ventilacije je moguće na dva načina:

- Intermitentno, preko provodnika za mlaz, koji izmađu pojedinačnih insuflacija kontroliše pritisak samo ispod graničnih vrednosti
- Kontinuirano merenje Paw nezavisno od ciklusa ventilacije, pomoću dodatka koji je povezan sa džet kateterom za ventilaciju i na taj način se sprečava prekoračenje gornje granice pritiska. Ovaj sistem kontrole Paw je moguć jedino uz automatsko isključivanje ventilacije. Ovaj način praćenja Paw je od posebnog značaja u situacijama kada dolazi do akcidentalnog pomeranja katetera hirurškim instrumentima i u slučaju zatvaranja glotisa prilikom prestanka dejstva mišićnih relaksanata.

Posebno je potrebno napomenuti na značaj tzv. auto-PEEP, koji se neizbežno javlja tokom VFVM. Vrednost auto-PEEP-a je uglavnom ispod 5 mbar, ali kada je kateter za isporučivanje mlaza izrazito sužen može doći do značajnog povećanja vrednosti. Isto tako je od najvećeg značaja obezbediti ekspiratorni protok gasova tokom VFVM sa ciljem da se izbegnu neželjene vrednosti auto-PEEP efekta. Ukoliko su vrednosti auto-PEEP-a povećane mogu nastati neželjeni hemodinamski poremećaji i povećana opasnost od nastanka barotraume pluća.^{42,43,44}

Praćenje koncentracije O₂ u mešavini gasova je od izuzetne važnosti i mora se podešavati tako da alveolarna oksigenacija bude zadovoljavajuća, pogotovo kada se koristi laser tehnologija da bi se sprečila pojava opekotina i mogućnost nastanka eksplozije. Praćenje ekspiratorne alveolarne koncentracije kiseonika čini osnovu za regulisanje koncentracije kiseonika u inspiratornoj smeši gasova, koja se na zadovoljavajući način može pratiti pomoću pulsne oksimetrije. Ekspiratorna gasna koncentracija kiseonika i pulsni oksimetar omogućavaju zadovoljavajuće praćenje ventilacije i oksigenacije.^{116,117}

Neuromišićni monitoring je neophodan i sastavni deo monitoringa u toku primene džet ventilacije. Zadovoljavajući neuromišićni blok je neophodan za sprečavanje pokreta glasnica u toku mikrolaringealnih procedura. Preduslovi za endolaringealnu mikrohirurgiju i za bezbednu subglotičku džet ventilaciju su zadovoljavajuća mišićna

relaksacija i duboka anestezija. Konvencionalni monitoring, koji uključuje nervni stimulator i objektivnu procenu „train-of-four“ odgovora su korisni za bezbedan oporavak od neuromišićnog bloka.^{118,119}

Laringealna ili trahealna iritacija prouzrokovana samim kateterom, mlazom gasova, hirurškim instrumentima, hirurškim manipulacijama prouzrokuje odgovor od strane autonomnog nervnog sistema, koji se može detektovati sa Autonomic Nervous System State (ANSS) i ukazati na dodatnu potrebu za anestheticima, mišićnim relaksantima i analgeticima.¹²⁰

6. INDIKACIJE, KONTRAINDIKACIJE I KOMPLIKACIJE DŽET VENTILACIJE

6.1. Indikacije

Operativna oblast indikacija za VFVM još uvek je uglavnom ograničena na dijagnostičke i hirurške zahvate na larinksu, disajnim putevima i plućima kod dece i odraslih i u jedinicama intenzivne terapije.

Na gornjim disajnim putevima u odnosu na pristup VFVM, može se primenjivati:

- transtrahealno (infraglotički i supraglotički pristup);
- transkutano;
- kombinovano (translaringealno + transkutano);
- preko traheostome.

Translaringealna primena VFVM sa infraglotičkim ili supraglotičkim pristupom se koristi u endoskopskim dijagnostičkim i hirurškim intervencijama u laringologiji pomoću rigidnog bronhoskopa, direktoskopa, različitih optika i binokularnog mikroskopa. Ovi pristupi se koriste za mikrohirurške tehnike kao i laserske resekcije na gornjem disajnom putu, za resekciju patoloških lezija koje su dublje locirane u disajnom putu kao što je slučaj kod resekcija i plastike traheje ili bronha i kod operacija na traheostomi. Kombinacija oba pristupa primenjuje se kod plasiranja laringotrahealnih stentova, kao i kod plasiranja vokalnih proteza.^{24,121-125}

Najznačajnija grupa indikacija u laringologiji kod kojih je VFVM široko prihvaćena i pokazala se izuzetno korisnom su: laringealne stenoze različite etiologije, tumori larinksa i fonohirurgija.

- Paralitičke stenoze glotisa

Obostrane pareze rekurentnog laringealnog nerva dovodi do postavljanja glasnica u medijalni ili paramedijalni položaj sa suženjem disajnog prostora i pretećom respiratornom opstrukcijom. Etiološki faktori nastanka obostrane pareze rekurentnog

laringealnog nerva su: traume, inflamacije, neurološka oboljenja, tumorske kompresije, idiopatski.

U najvećem broju slučajeva obostrane pareze rekurentnog laringealnog nerva nastaju kao posledica povrede tokom operacije štitne žlezde.

Uvođenjem džet ventilacije u hirurgiju laringealnih stenoza, bilo da su paralitičke ili izazvane ožiljcima, pokazalo se vrlo korisnim. Pri tome, ova tehnika ventilacije čak predstavlja pretpostavku za endoskopske intervencije bez traheotomije, koja je do skoro bila zlatni standard za uspostavljanje disajnog puta.

Bezbrojne mogućnosti ove operativne tehnike koje navodi savremena literatura razlikuju se uglavnom vrlo malo, ali ni jedna od njih ne može da reši osnovni problem recipročnog odnosa između disanja i funkcije glasa.

Prednosti visokofrekventne džet ventilacije u endolaringealnim revizionim operacijama kada su u pitanju bolesnici sa obostranom parezom rekurentnog laringealnog nerva su:

- 1) ventilacija mlazom bez ETT olakšava i omogućava da se sačuva funkcionalno značajna prelazna zona između lateralnog i posteriornog zida glotisa prilikom resekcije
- 2) značajno je olakšana i primena Lihtenbergerovog (Lichtenberger) nosača za igle, koji se pokazao izuzetnim kako kod permanentnih, isto tako i kod privremenih laterarnih fiksacija.
- 3) operativni prostor bez ETT pruža mogućnost nesmetanih manipulacija u larinksu, a da ventilacija pluća pri tome nije ugrožena
- 4) postižu se bolji hirurški i funkcionalni rezultati ¹²⁶⁻¹²⁸

- Tumori

Kod malih tumora u supraglotisnom i subglotisnom delu larinksa, VFVM obezbeđuje neometanu vidljivost operativnog polja, ne predstavlja smetnju u toku hirurške intervencije i omogućava maksimalnu preciznost pri radu.

Džet ventilacija je metoda izbora za dijagnostičko praćenje tumora i omogućava neometani pregled celog endolarinksa.^{20,24}

- Fonohirurgija

Operativno polje rada fonohirurgije, kod kojih se koristi VFVM obuhvata:

- 1) Promene u membranoznom delu glasnica (*Plicae vocalis*), koje prouzrokuju poremećaj fonacije, a nastaju kao posledica mehaničke traume u površinskom sloju (*Lamina propria*) u vidu čvorića, polipa, Reinke-ovih edemi ili kongenitalne promene kao što su ciste, sulcusi.
- 2) Lezije kao što su granulomi locirani u posteriornom delu glotisa

U fonohirurgiji daje se prednost džet ventilaciji sa infraglotičkim pristupu zato što vibracije tkiva, nastale zbog pulsirajuće vazdušne struje mlaza gasa, kada se koristi supraglotički pristup predstavljaju smetnju kod ovih finih, preciznih mikrihirurških zahvata. Sa infraglotičkim pristupom se postižu mirne glasnice i bolji hirurški rezultati.^{38,39}

- Trahealna hirurgija

Plasiranje trahealnih odnosno, bronhijalnih stentova, može se vršiti primenom tehnike VFVM, ali sa supraglotičkim pristupom, koji omogućava kontinuiranu ventilaciju pri čemu se ne ugrožava vidljivost operativnog polja. Operativni zahvati se mogu pomoću mikroskopskog standardnog instrumentarijuma pomeriti kaudalno do visine oko trećeg ili četvrtog trahealnog prstena. Za lezije, koje se nalaze dalje u traheji koristi se isto supraglotički pristup aplikacije VFVM, ali preko specijalno dizajniranog džet traheoskopa.¹²⁹

6.1.1. Specifične indikacije za primenu visoko frekventne džet ventilacije: laringotrahealne stenoze

Primena tehnika visoko frekventne džet ventilacije je u mnogome doprinela razvoju hirurških tehnika i uspešnom hirurškom rešavanju laringotrahealnih stenoza. Kako je primena VFVM od izuzetnog značaja kada su u pitanju stenoze disajnog puta potrebno

je ukazati na važne momente vezane za odnos između isporučenog mlaza gasa, pritiska u plućima i disajnom putu i samog suženja na disajnom putu. U hirurgiji disajnog puta, kada je i prilaz disajnom putu već ograničen, a i sama laringotrahealna stenoza redukuje protok gasa, specifična karakteristika džet ventilacije kao što je isporučivanje malog disajnog volumena preko džet katetera malog prečnika, garantuje zadovoljavajuću oksigenaciju. Najvažnije prednosti koju pruža VFVM u hirurgiji stenoza disajnog puta u odnosu na KV su:

- nedostatak ETT;
- hirurški prilaz i vidljivost larinksa je mnogo bolja;
- smanjena mogućnost aspiracije detritusa i krvi zbog kontinuiranog protoka mlaza gasova;
- izbegava se upotreba zapaljivih materijala u slučaju laserske hirurgije;
- kontinuirana ventilacija za vreme trahealne hirurgije tokom koje je gasna struja usmerena distalno od mesta suženja i samim tim omogućena zadovoljavajuća ventilacija.

Prednost u pristupu VFVM u ovoj vrsti hirurgije se daje supraglotičkoj poziciji džet katetera. Kada se koristi supraglotički pristup, hirurško polje je kompletno slobodno u pogledu vizualizacije svih anatomskih struktura larinksa, a ventilacioni kateteri nedostaju. Infraglotički pristup VFVM može biti tranlaringealno plasirani džet kateter u direktnoj laringoskopiji, koji je ujedno i manje invazivan pristup za razliku od invazivanog pristupa kada se punkтира krikotiroidna membrana ili prednji zid traheje.

Etiološki faktori nastanka suženja (stenoze) disajnog puta su različiti i mogu biti: trauma, infekcija, tumori, aspiracija stranih tela, postintubaciona stenoza, i različiti kongenitalni defekti kod dece. Preporučene su do sada različite klasifikacije stenoza u disajnom putu u odnosu na položaj, stepen i promenljivost suženja. Tipični simptomi kompromitovanog disajnog puta su stridor, dispnea, cijanoza, promuklost ili afonija i poremećaj ishrane kada su u pitanju deca.

Kod suženog disajnog puta isporučeni gasni volumen u toku VFVM može dvojako da utiče na PEEP (*End-expiratory pressure*) i pritisak u plućima (*peak lung pressure*), bilo

da ova dva parametra povećava ili smanjuju, mada povećanje PEEP-a može biti udružen sa smanjenjem pritiska u plućima.

Kakvi će biti efekti isporučenog volumena gasa na pritiske u plućima i disajnom putu, u prisustvu stenoze disajnog puta zavisi će i od stepena opstrukcije, pozicije i veličine poprečnog preseka džet katetera, zdatog radnog pritiska. Visoki pritisak u disajnom putu se može očekivati kada je veliki volumen gasa isporučen u pluća preko džet katetera i / ili kada je ekspiratorni protok gasa izrazito smanjen. Povećan pritisak u plućima može nastati zbog velikog volumena gasa, koji je isporučen, hirurških manipulacija i anatomske prirode samog suženja u disajnom putu. Ako se DV isporučuje velikom frekvencom, auto PEEP (*intrinsic positive end-expiratory pressure, PEEPi*) može da se razvije zbog skraćenog vremena za ekspirijum u toku respiratornog ciklusa ili nekompletnog izlaska vazduha iz pluća (*air trapping*). Prema tome, posebna pažnja mora biti usmerena na bezbednu i nesmetani ekspirijum. U uslovima kada hirurški instrumenati, koji se koriste u tretmanu suženog disajnog puta, prave opstrukciju ekspiratornom protoku visok plućni pritisak se može razviti vrlo brzo (u pitanju su sekunde) zato što se mlaz gasa isporučuje u kontinuitetu.¹³⁰⁻¹³³

6.2. Inikacije za primenu transtrahealne džet ventilacije

Spečifične indikacije za primenu transtrahealne džet ventilacija su:

- hitna stanja (nemoguća intubacija, nemoguća ventilacija) kada je potrebno uspostaviti zadovoljavajuću oksigenaciju do definitivnog uspostavljanja disajnog puta.
- profilaktička primena TTVM kada se očekuju ili je već prepoznat problematičan disajni put u hirurgiji glave i vrata.

Bezbedno uspostavljanje oksigenacije i ventilacije je najvažniji cilj prilikom uspostavljanja disajnog puta. Posledice teške ili neuspele endotrahealne intubacije mogu biti katastrofalne i kreću se od hipoksija, oštećenje mozga do smrti bolesnika. U takvim okolnostima, kada se ventilacija ne može uspostaviti na drugi način primena TTJV je tehnika izbora. TTVM predstavlja isporučivanje gasa u disajni put, transtrahealnim

pristupom, koji se ostvaruje punkcijom krikotiroidne membrane ili prostora između prvog i drugog trahealnog prstena. Za punkciju krikotiroidne membrane se koriste kanile malog promera (Ravussin kanila, veličine od 13-16G). Efikasna ventilacija preko krikotiroidne kanile je moguća jedino ako se koristi izvor kiseonika pod visokim pritiskom. Najvažnije je proveriti položaja kanile u traheji aspiracijom vazduha pre početka isporučivanja mlaza gasova pod pritiskom. U toku primene TTJV od izuzetnog značaja je osigurati nesmetan ekspirijum. U slučaju kada se desi opstrukcija u ekspiratornom delu respiratornog ciklusa, dolazi do povećanja pritiska u disajnim putevima i mogućnost da se razvija barotrauma pluća.

TTJV je tehnika koja se preporučuje u svim algoritmima i vodičima za rešavanje problematičnog disajnog puta (*difficult airway*) u situaciji kada je život ugrožen, a intubacija i ventilacija su neuspešne NINV (*can't intubate, can't ventilate*). Hipoksija koja se brzo razvija, posebno udružena sa bradikardijom je indikacija za invazivnu tehniku, koja će osigurati zadovoljavajuću oksigenaciju. Koliki je rizik od primene invazivne tehnike u odnosu na hipoksično oštećenje mozga ili smrt još je predmet rasprave stručne javnosti. Mada su tzv. NINV scenario relativno retko dešava, primena TTJV je najefikasniji način za hitnu oksigenaciju životno ugrožavajućih bolesnika.¹³⁵ Prednost primene transtrahealne punkcije u odnosu na hiruršku traheotomiju su: brzina, jednostavna upotreba i manje krvarenje. Nedostaci kod primene TTJV su nemogućnost da se prevenira aspiracija u disajni put i u slučaju kompletne opstrukcije u gornjem disajnom putu, nastanak barotraume pluća.

Komplikacije udružene sa primenom TTJV su: povreda trahealnih hrskavica, barotrauma pluća, refleksno izazvan kašalj pri svakom isporučenom mlazu gasa, presavijanje katetera (*kinking*), opstrukcija katetera sa krvlju ili mukusom, ezofagealna punkcija, povreda trahealne mukoze kao posledice korišćenja hladnog i nezagrejanog gasa. Posledice pogrešnog plasiranja džet katetera mogu da dovedu do nastanka pneumomediastinuma i hirurškog edema. Nastanak pneumotoraksa je rizik ili komplikacija i u slučaju korektnog plasiranja katetera, kada je prisutna značajna opstrukcija u disajnom putu.

Profilaktička primena TTJV zauzima značajno mesto u hirurugiji glave i vrata. Kod bolesnika sa malignom patologijom u gornjim disajnim putevima kada se očekuju

problemi sa endotrahealnom inubacijom u lokalnoj anesteziji se plasira transtrahealno kanila, oksigenacija se uspostavi TTVM i na taj način se može izbeći traheotomija. Fiberoptička intubacija (FOI) u budnom stanju je preporučena tehnika kod većine pacijenata sa kompromitovanim gornjim disajnim putem zbog maligne patologije, iznad i u blizini glotisa. Ova tehnika, kada se koristi nosi svoje rizike koji se odnose na mogućnost pojave krvarenja i nastanka kompletne opstrukcije gornjeg disajnog puta. U takvim okolnostima, pacijent može biti ugrožen i TTJV-om se sprovodi hitna oksigenacija i ventilacija dok se ne obezbedi definitivni disajni put ili traheotomija. Najvažnije je da gornji disajni put mora biti otvoren, protok gasa nesmetan u toku ekspirijuma jer u protivnom, barotrauma pluća postaje realna i ozbiljna komplikacija. Prema podacima iz literature, TTJV se profilaktički uspešno koristila i kod bolesnika sa izraženim suženjem disajnog puta i prisutnim stridoroznim disanjem, koji su se podvrgavali faringolaringealnoj hirurgiji i to bez bilo kakvih komplikacija.

TTJV se uspešno može primeniti umesto traheotomije i kod bolesnika sa dispnejom, stridoroznim disanjem i kritično kompromitovanim disajnim putem kao posledicama oštećenja rekurentnog nerva posle hirurgije štitaste žlezde.^{136-139,}

6.3. Kontraindikacije

Apsolutna kontraindikacija za primenu tehnike VFVM je visok stepen opstrukcije ili poremećaja u izlasku gasa, odnosno ekspirijuma, koji je prisutan kada je površina poprečnog preseka disajnog puta manja od 20 % u odnosu na normalnu veličinu. Ovo se događa kod veoma uskih (visok stepen stenoze larinksa, četvrti stepen po Cotton-u) i/ili dugačkih stenoza u disajnom putu, prisustva tumora i trauma disajnog puta. Sve dok u disajnom putu ima dovoljno prostora za nesmetani ekspirijum, VFVM je zapravo, kod stenoza disajnih puteva i jedina pogodna tehnika, a često je i ujedno i jedina moguća opcija za ventilaciju. U ovu grupu apsolutnih kontraindikacija spadaju bolesnici sa ekstremnom gojaznošću i oboleli od teških infektivnih bolesti kao što je tuberkuloza, hepatitis C i HIV. Problemi, koji se odnose na teške infektivne bolesti više su vezani za osoblje u operacionoj sali, zato što je primena džet ventilacije vezana za „otvoren disajni put“ i zagađenje operacione sale.

U apsolutnu kontraindikaciju za primenu ove tehnike ventilacije spada i nemogućnost postizanja retrofleksije glave bolesnika zbog čega se direktno ne može na zadovoljavajući način pozicionirati.

Zbog otežane procene efikasnosti ventilacije u određenim uslovima primene tehnike VFVM javljaju se i relativne kontraindikacije vezane za poremećaj difuzije, nehomogene aeracije pojedinih delova pluća, restriktivne promene, koje pre svega imaju za posledicu otežanu oksigenaciju, a problemi vezani za eliminaciju CO₂ su vezani i za restriktivne i opstruktivne bolesti pluća.

Poremećaji plućne funkcije kod bolesnika sa hroničnom opstruktivnom bolešću pluća i restriktivnim bolestima pluća su relativne kontraindikacije za primenu džet ventilacije.^{6,24}

6.4. KOMPLIKACIJE

6.4.1. Specifični rizici vezani za primenu VFVM

Specifični rizici i nastanak mogućih komplikacija kada se koristi džet ventilacija zavise od modela džet ventilatora i prisutnih parametara sa kojima ventilator raspolaže, a koji se mogu pratiti, načina isporučivanja gasova, upotrebe laserske tehnike. Najozbiljnija komplikacija udružena sa džet ventilacijom je nastanak barotraume pluća udružene sa neadekvatnim ekspirijumom.

Kada se džet ventilacija ostvaruje preko džet katetera, postavljenog u rigidni bronhoskop, mlaz gasa isporučen pod određenim radnim pritiskom održava uvek isti pritisak u disajnom putu. Neočekivane prepreke na putu izlaska gasa, ekspirijuma, su nemoguće i mogućnost nastanka barotraume pluća ne postoji pod uslovom da su u pitanju odrasli pacijenti.

Džet ventilacija koja se ostvaruje preko kanala u fiberskopu je udružena sa visokim rizikom od nastanka barotraume.

Transkutana intratrahealna džet ventilacija je povezana sa visokim stepenom komplikacija, rizik je prisutan bez obzira na vrstu džet ventilatora koji se koristi i

barotrauma nastaje kao rezultat okluzije na ekspiratornom putu. Dodatno, transkutana kanila vrlo lako može da izađe (isklizne) iz traheje i u zavisnosti od njenog položaja, pogotovo ako se nalazi između kože i trahealnog zida, svaki sledeći mlaz gasa može da prouzrokuje hirurški emfizem i ozbiljne probleme za bolesnike.

Translaringealnom džet ventilacijom se na prvom mestu izbegava rizik od trahealne punkcije, ali se sa druge strane, džet kateter može dislocirati i isporučeni mlaz može da prouzrokuje rupturu želuca. Položaj džet katetera u traheji predstavlja poseban rizik i okluzija na ekspiratornom putu dovodi odmah do barotraume pluća. Mlaz gasa, koji izlazi iz džet katetera pogotovo ako je suv i hladan može da ošteti trahealnu mukožu ukoliko džet kateter nije u centralnom položaju u odnosu na lumen traheje. Koliki je rizik od oštećenja trahealne mukože zavisi od položaja džet katetera, oblika i veličine poprečnog preseka i same traheje. U svakom slučaju, pogoršanje mukocilijarnog transporta koji vodi razvoju traheobronhitisa, može se desiti kod dugotrajne primene visokofrekventne džet ventilacije ako se koriste nekondicionirani gasovi.

Primenom supraglotisne džet ventilacije izbegava se rizik od okluzije ekspiratornog puta i mogućnost nastanka barotraume, zato što se ventilacioni kateter ne nalazi u operativnom polju, ali postoji rizik od aspiracije delova tkiva i udisanja dima ako se koristi laserska tehnika. Rizik kod primene ove tehnike je da kontrola ventilacije i oksigenacije zavisi od veštine endoskopiste, hirurga, a ne od anesteziologa.

Upotreba lasera u hirurgiji disajnog puta nosi rizik od mogućnosti nastanka eksplozije u prisustvu zapaljivih materijala i više od 50% kiseonika u isporučenoj mešavini gasova. Dodatna opasnost postoji i pri svakom laserskom udaru pošto se oslobađa ugljenik iz tkiva ili dim, što bi značilo da koncentracija kiseonika mora biti manja od 30% u mešavini gasova.^{4,12,24,38,140}

6.4.2. Komplikacije vezane za primenu džet ventilacije

Pored toga što je džet ventilacija uspešno uvedena u kliničku praksu između ostalog da bi se tretirale komplikacije mehaničke ventilacije, ova tehnika ventilacije je udružena i sa složenim komplikacijama.¹⁴

Komplikacije, koje su udružene sa VFVM i delom prisutne u KV, su posledice: prisustvo prekomerno visokog pritiska u disajnim putevima, produžena upotreba visoke koncentracije kiseonika, neadekvatna humidifikacija i zagrevanje inspiratornog gasa, upotreba uzanog katetera za isporučivanje gasova i korišćenje džet ventilacije od strane nestručnog osoblja.

Najozbiljnija komplikacija udružena sa primenom džet ventilacije je barotrauma pluća nastala kao posledica nezadovoljavajućeg ekspirijuma.

U ostale komplikacije udružene sa primenom džet ventilacije spadaju: pneumotoraks, pneumomediastinum, subkutani emfizem i pneumoperikardijum. Prema podacima iz literature, prisutnost ovih komplikacija se kreće oko 0.58 %. Pneumoperitoneum i gastrična ruptura kod primene VFVM nastaju kao posledica dislociranog džet katetera.

Posebno treba ukazati na komplikacije udružene sa primenom VFVM u toku hirurgije laringotrahealnih stenoza: gastrička distenzija, kardijalne disaritmije, subkutani emfizem, pneumotoraks, pneumomediastinum, pneumoperikardijum i smrtni ishod.

Koliko je procenatualni odnos različitih komplikacija udruženih sa džet ventilacijom ipak je teško sagledati zbog nedostatka velikih randomizovanih kliničkih studija. Komplikacije u toku primene džet ventilacije kao prikazi pojedinačnih slučajeva počele su se pojavljivati već u prvoj deceniji upotrebe ove tehnike.

Mora se naglasiti da komplikacije, koje nastaju u toku džet ventilacije i njihov broj obrnuto je proporcionalan iskustvu anesteziologa i hirurga. Zanemarivanje osnovnih pravila o bezbednosti u odnosu na korišćenje džet ventilacije, predstavlja glavni uzrok nastanka komplikacija.

Najnoviji pregled rezultata o pojavi komplikacija u toku džet ventilacije, koji je sumiran od strane Bera i saradnika, nalaze se u Tabeli 2.

Tabela 2. Prikaz komplikacija, koje su vezane za upotrebu džet ventilacije.

<i>Izvor podataka autor, godina</i>	<i>Broj bolesnika</i>	<i>A/P</i>		<i>Komplikacije %</i>	<i>Broj centara u kojima se sprovodi istraživanje</i>
Ross Anderson,2011	50	A	TTHFJV	0	1
Davies, 2009	552	A	TLJV	0	1
Jaquet, 2006	265	A	TTJV	2.26	1
Jaquet, 2006	469	A	TLJV	0.2	1
Gulleth,2005	33	A	TTJV	6.06	1
Bourgain, 2001	643	A	TTHFJV	10.3	multicentrična
Russel, 2000	90	A	TTHFJV	2.22	1
Depierraz, 1994	28	P	TTJV	7.14	1
Chang,1980	600	A	TLJV	0.5	1
1971-1975.*	104	A	TLJV	7.69	multicentrična
1973-1981.*	367	A	TLJV	1.64	multicentrična

Objašnjenje tabele: *rezultati uzeti iz tri različita studije,

A-odrasli pacijenti, P-deca,

TTHFJV-transtrahealna visokofrekventna ventilacija,

TLJV-translaringealna džet ventilacija,

TTJV-transtrahealna džet ventilacija.

Za džet ventilaciju se vezuje i problem nastanka nekrotizirajućeg traheobronhitisa, koji je posledica visokog protoka hladnog, suvog inspiratornog gasa i dodatnog rashlađivanja tog istog gasa zbog Žoli-Tomsonovog (Joule-Thomsonov) efekta. U eksperimentalnim istraživanjima je dokazano da je povećanje regionalnog protoka krvi u traheji udruženo sa endotrahealnom intubacijom i KV, ali je više naglašeno kada se primenjuje VFJV sa gasom koji se hladan isporučuje. Histološka oštećenja epitelnih ćelija u disajnom putu su teža kada se koristi KV, nego kada se koristi VFVM, što je i dokazano u eksperimentalnim radovima na životinjama. U toku džet ventilacije, isporučeni mlaz može da prouzrokuje u traheji i oba glavna bronha oštećenja ka što su: edem i kongestija mukoze, erozije epitela i hemoragijsku nekrozu. Kako ozbiljne histopatološke promene su u korelaciji sa frekvencom isporučenog inspiratornog mlaza, rutinska bronhoskopska procena posle primene džet ventilacije bi bila korisna u preveniranju ove komplikacije. I pored svega nekrotični traheobronhitis i preterano rashlađivanje bolesnika vezano je ipak samo za višesatnu primenu nekondicionirane džet ventilacije.^{11,14,23,141,142,}

7. KONTROLISANA MEHANIČKA VENTILACIJA I VISOKO FREKVENTNA DŽET VENTILACIJA

Džet ventilacija, kao alternativna tehnika ventilacije se koristi isključivo u uslovima kada su bolesnici uvedeni u opštu anesteziju, što podrazumeva da je oprema za KMV obavezna. Primena tehnike ventilacije sa mlazom u hirurgiji disajnog puta je nerazdvojna u odnosu na konvencionalnu ventilaciju.

VFVM omogućava zadovoljavajuću razmenu gasova kod bolesnika sa normalnom plućnom funkcijom tokom endolaringealne hirurgije; primena kombinovane tehnike ventilacije VFVM i KMV se favorizuju u slučaju kompromitovanog disajnog puta i plućne funkcije.

Kako je nemoguće predvideti da li će ventilacija tokom primene VFVM biti zadovoljavajuća, zbog interakcije mnogobrojnih zadatih parametara ventilacije i mogućnosti razmene gasova kod samih bolesnika, primena konvencionalne ventilacije mora biti dostupna u svakom momentu.

Nekoliko je ključnih momenata tokom primene džet ventilacije, koji zahtevaju primenu i KMV:

- preoksigenacija i period indukcije;
- hiperkapnija, nezadovoljavajuća ventilacija, uprkos korigovanju zadatih parametara prema individualnim uslovima;
- tehnika anestezije - TIVA (inhalacioni anestetici se u današnjim uslovima ne mogu koristiti zbog zagađenja okoline i mogućnosti eksplozije u sličaju primene laser-hirurgije).

Na značaj preoksigenacije se mora ukazati bilo da je u pitanju primena VFVM u endolaringealnoj hirurgiji sa direkoskopom ili bronhoskopom, trahealnoj hirurgiji, transtorakalnoj plućnoj hirurgiji - preoksigenacija bolesnika je obavezna. Udisanje 100 % kiseonika u trajanju od tri minute ili osam dubokih udisaja preko maske za lice, koja je dobro adaptirana je od velike važnosti pogotovo kada se koristi i ventilacija mlazom. Tokom preoksigenacije azot se zamenjuje kiseonikom što omogućava da se poveća

rezerva kiseonika u toku same indukcije i produži vreme za nastanak desaturacije hemoglobina kiseonikom u periodu apneje.⁷⁶

Od izuzetne je važnosti upravo ovaj period apneje kada se plasira prvo u direktnoj laringoskopiji džet kateter od strane anesteziologa, a zatim direktoskop od strane hirurga. Plasiranje direktoskopa može biti otežano ili nemoguće (glotis se ne vidi kroz džet laringoskop), a bolesnik je anesteziran i relaksiran. Bilo koji pristup da se koristi infraglotički ili supraglotički, postavljanje direktoskopa zavisi od spretnosti hirurga. Ukoliko je plasiranje direktoskopa otežano između ponovljenih pokušaja potrebno je osigurati zadovoljavajuću ventilaciju preko maske za lice ili laringealne maske. Konvencionalna ventilacija preko maske za lice ili laringealne maske se primenjuje tokom uvoda u anesteziju kod svakog bolesnika, koji je predviđen za VFVM.¹⁴³⁻¹⁴⁵

7.1. Hiperekapnija i džet ventilacija

Tokom primene VFVM u opštoj anesteziji može doći do nezadovoljavajuće ventilacije (promenljive vrednosti PaO_2 i $PaCO_2$) čak i posle podešavanja zadatih parametara u ventilatoru prilagođenih uslovima/zahtevima vezanim za bolesnike. Pojava hiperkapnije i hipoksije se često dešava u mikrolaringealnoj hirurgiji, čak i kada se radni pritisak maksimalno koriguje pri 100 % protoku kiseonika (F_{IO_2}).

Kod zadovoljavajuće oksigenacije mogu se odabrati i niže vrednost $F_{jet}O_2$ isporučenog u smeši gasova. Nagli i iznenadni pad saturacije kiseonikom može biti posledica i akutno nastalog pneumotoraksa; da bi se to potvrdilo neophodno je pratiti torakalne ekskuzije, primeniti auskultaciju oba plućna krila, perkutovati i tražiti znake enfizema tkiva. Radni pritisak se mora konstantno podešavati sve dok se početni porast $PaCO_2$ ne zaustavi i stabilizuje na prihvatljivom nivou. Ukoliko se ni sa najvećim radnim pritiskom ne postigne smanjenje $PaCO_2$ u tom slučaju se prelazi na konvencionalnu ventilaciju.

Hansaker (Hunsaker) je ukazao na pojavu izrazite hiperkapnije ($PaCO_2 >55$ mmHg) posebno kada je vreme trajanja hirurške intervencije bilo duže od 30 minuta. Bečer

(Bacher) i grupa autora su ukazali da od 164 bolesnika, kod pet bolesnika je zbog hiperkapnije džet ventilacija bila zamenjena KMV sa ETT.^{2,7}

U slučaju hiperkapnije, kada se koristi supraglotični pristup za isporučivanje džet ventilacije, postoji mogućnost da se oksigenacija održava pomoću džet ventilacij. Interponiranjem kratkih IPPV-faza preko ETT plasiranog kroz laringološki direktoskop može se održavati vrednost PaCO₂ u granicama, koje su za bolesnike prihvatljive.

Uspešno kombinovanje dve tehnike ventilacije, džet ventilacije i konvencionalne ventilacije preko supraglotisne opreme (laringealna maska) je opisana od strane Kantija (Canty)⁷¹ U hirurgiji stenoza disajnog puta kombinovanom primenom džet ventilacije i KV sa supraglotisnom opremom postignuta je zadovoljavajuća ventilacija i oksigenacija.^{18,147} Kombinovana primena visokofrekventne džet ventilacije u opštoj anesteziji je sa spontanom disanjem uspešno se primenjuje u rešavanju bronhopleuralnih fistula.^{146,148} Sato (Satoh) i grupa autora su koristili u prikazu slučaja VFVM i KV u hirurškom rešavanju tumora u donjim disajnim putevima.¹²⁹

Problem hiperkapnije, može biti prisutan u mikrolaringealnoj hirurgiji i vezan je i za tehniku anestezije pogotovo kada hirurška intervencija traje nepredviđeno kratko, a bolesnik je još u dubokoj anesteziji i relaksiran pa se buđenje odvija uz džet ventilaciju, koja se u većini slučajeva dobro toleriše, pogotovo ako se koristi infraglotički pristup.^{2,16,24} U takvim uslovima, može doći do nezadovoljavajuće ventilacije, razvoja hiperkapnije, otežanog povratka na sponatano disanje; prelaskom na konvencionalnu ventilaciju kao siguran način ventilacije do buđenja pacijenta, ovi problemu mogu biti prevaziđeni.

Kako je održavanje normokapnije jedan od osnovnih ciljeva moderne anestezije, ukoliko tokom primene džet ventilacije dođe do nezadovoljavajuće ventilacije, porasta PaCO₂, nezadovoljavjuće oksigenacije, a promenom zadatih parametara se ne postigne očekivana, zadovoljavajuća ventilacija, mora se preći na konvencionalni režim ventilacije bilo preko maske za lice, endotrahealnog tubusa ili laringealne maske.^{24,149}

II HIPOTEZA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Imajući u vidu radnu hipotezu ove studije da se primenom tehnike visokofrekventne džet ventilacije tokom mikrolaringealne hirurgije kod bolesnika uvedenih u opštu anesteziju postižu zadovoljavajući rezultati u odnosu na oksigenaciju i ventilaciju pluća bolesnika, a u isto vreme obezbeđuju zadovoljavajući uslovi za hirurški rad, postavili smo sledeće ciljeve rada:

1. Utvrditi da li je vrednost parcijalnog pritiska ugljen-dioksida - PaCO₂ zadovoljavajuća pri kombinovanoj primeni visokofrekventne džet ventilacije i kontrolisane mehaničke ventilacije sa dva različita pristupa u uspostavljanju disajnog puta (ventilacioni džet kateter i endotrahealni tubus ili LMA) u toku mikrolaringealne hirurgije.
2. Utvrditi da li je zadovoljavajuća vrednost PaCO₂ kao parametra ventilacije, tokom primene visokofrekventne džet ventilacije u toku hirurške intervencije u mikrolaringoskopiji sa rigidnim direktoskopom.
3. Utvrditi da li postoji korelacija između trećeg i četvrtog stepena vidljivosti glotisa u direktnoj laringoskopiji prema Kormak-Lienovoj klasifikaciji i vrednosti PaCO₂ tokom primene visokofrekventne džet ventilacije.
4. Utvrditi da li parametri koji ukazuju na tešku endotrahealnu intubaciju tj. tešku laringoskopiju koreliraju sa teškom vidljivošću glotisa u mikrolaringealnoj hirurgiji kada se koristi rigidni direktoskop.
5. Utvrditi da li se prediktorni faktori koji ukazuju na tešku endotrahealnu intubaciju mogu koristiti za procenu težine plasiranja džet katetera.

III MATERIJAL I METOD

1. ISPITANICI

Ispitivanjem je obuhvaćeno 102 bolesnika, starijih od 18 godina, koji su bili hospitalizovani na Klinici za bolesti uva, grla i nosa, Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu u periodu od jula 2010. godine do jula 2011. godine. Za izvođenje ove studije je dobijeno odobrenje Etičkog komiteta Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu i Etičkog odbora Kliničkog centra Vojvodine. Studija je institucionalno odobrena, dok pismena saglasnost bolesnika nije tražena, s obzirom da se način lečenja nije razlikovao od uobičajenog.

1.1. Bolesnici predviđeni za mikrolaringealnu hirurgiju

Istraživanje je dizajnirano po tipu kohortne studije. Bolesnici, koji su planirani za mikrolaringealnu hirurgiju su randomizovano podeljeni na grupu VFV-KMV (visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija) kao eksperimentalna i grupu VFV (visokofrekventna ventilacija) kao kontrolna grupa.

Grupu VFV-KMV je činilo 51 bolesnik, kod kojih je primenjena kombinacija dve tehnike ventilacije sa dva načina uspostavljanja disajnog puta: visokofrekventna ventilacija mlazom preko ventilacionog džet katetera infraglotično plasiranog - režim ventilacije koji se koristio od uvoda u opštu anesteziju pa do kraja hirurške intervencije, i KMV preko endotrahealnog tubusa ili laringealne maske (LMA), režim ventilacije, koji smo koristili do uspostavljanja zaštitnih refleksa i buđenja bolesnika (Tabela 3).

Grupu VFV je činilo 51 bolesnik, kod kojih je primenjen režim ventilacije – visokofrekventna ventilacija mlazom preko ventilacionog džet katetera od uvoda u opštu anesteziju do uspostavljanja zaštitnih refleksa i buđenja bolesnika iz opšte anestezije (Tabela 3).

Tabela 3. Distribucija bolesnika po grupama

Grupa	Učestalost	Procenat (%)
VFV	51	50
VFV-KMV	51	50
UKUPNO:	102	100

Kriterijumi za uključivanje u studiju su bili:

- bolesnici sa različitim patološkim stanjima larinksa predviđeni za endolaringealnu mikroskopsku hirurgiju

Kriterijumi za preoperativno isključivanje iz studije su bili:

- krvarenje u predelu larinksa i traheje;
- tuberkuloza pluća;
- infektivne bolesti jetre – hepatitis;
- HIV;
- visok stepen stenoze larinksa (III stepen prema Cottonu);
- ekstremna gojaznost ($BMI > 40 \text{ kg/m}^2$);
- hronična opstruktivna bolest pluća;
- bronhijalna astma.

Svi bolesnici su bili odabrani metodom slučajnog izbora i bili su predviđeni za mikrolaringološke intervencije u opštoj anesteziji zbog različitih patoloških stanja u larinksu, koji su grupisani kao benigne, maligne i funkcionalne lezije (Tabela 4).

Tabela 4. Dijagnoze patoloških lezija larinksa

<i>Benigne lezije</i>	<i>Maligne lezije</i>	<i>Funkcionalne lezije</i>
Oedema Reinke	Ca chordae vocalis	Paresis n.recurrentis
Polypus chordae vocalis	Ca chordae vocalis+ sulcus chorde vocalis	
Cystis laryngis		
Nodulus chordae vocalis		
Laryngitis hyperkeratotica		
Sulcus chordae vocalis		
Papilloma laryngis		
Granuloma chordae vocalis		

2. METODE RADA

Ispitivanje je obavljeno na uniformni način kod svih bolesnika i koristili su se sledeći metodi: određivanje parcijalnog pritiska ugljen dioksida (PaCO_2), preoperativna procena disajnog puta i procena vidljivosti glotisa sa krivom špatulom po Mekintošu (McIntosh) u direktnoj laringoskopiji.

2.1. Određivanje parcijalnog pritiska CO_2

Parcijalni pritisak CO_2 (PaCO_2) se određivao analizom kapilarne krvi u određenim vremenskim intervalima: 5 minuta pre indukcije, 5 minuta nakon početka hirurške

intervencije i 3 minuta nakon završene hirurške intervencije. Kao referentna vrednost povišenog parcijalnog pritiska ugljen-dioksida uzeta je vrednost PaCO₂ > 45 mmHg. Parcijalni pritisak CO₂ se određivao kapilarnim gasnim analizatorom (ABL 625[®] Radiometer Copenhagen, Denmark).

2.2. Preoperativna procena disajnog puta

U preoperativnoj proceni disajnog puta koristili smo pet standardnih kliničkih testova i mera:

1) Mallampatijev test

Test je urađen preoperativno kod svakog bolesnika. Postupak je bio sledeći: svaki bolesnik je sedeo, sa maksimalno otvorenim ustima, jezik je bio maksimalno ispružen, bez foniranja. Inspekcija faringealnih struktura je urađena od strane anesteziologa (linija pogleda anesteziologa je bila u nivou bolesnikovih očiju).

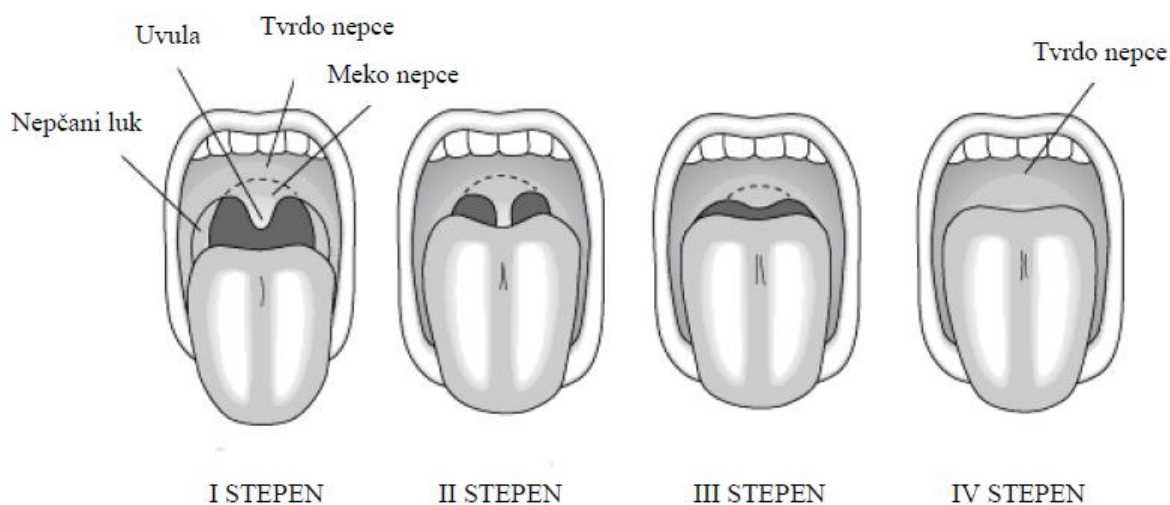
Na osnovu vidljivosti anatomskih struktura orofarinksa formirana je klasifikacija po Malampatiju:

I stepen- meko nepce, prednji i zadnji nepčani luk, uvula vidljivi.

II stepen- prednji i zadnji nepčani luk nevidljivi, baza uvule vidljivi (zadnji faringealni zid se vidi ispod mekog nepca; nepčani luci skriveni bazom jezika).

III stepen- samo meko nepce vidljivo.

IV stepen- meko nepce nije vidljivo (Slika 3).



Slika 3. Mallampatijeva klasifikacija vidljivosti orofaringealnih struktura (preuzeto sa sajta [http:// www.drpaulose.com/laser-treatment/ossa-surgery-and-mallampati-score](http://www.drpaulose.com/laser-treatment/ossa-surgery-and-mallampati-score))

2) Procena mento-hioidnog rastojanje

Morfometrijska mera, mento-hioidno rastojanje (MHR) predstavlja rastojanje od vrha brade do hioidne kosti; izmereno pri punoj ekstenziji vratne kičme, normalna veličina je 3 poprečna prsta bolesnika kod koga se meri ovo rastojanje.

3) Procena fleksiono-ekstenzione pokretljivosti vratne kičme

Mogućnost ekstenzije vratne kičme se procenjivala tako što su bolesnici pri maksimalno mogućoj ekstenziji vrata mogli da vide plafon iznad sebe.

Mogućnost fleksije vrata se procenjivala tako što su bolesnici pri maksimalnoj fleksiji vrata bili u mogućnosti da dodirnu bradom svoju grudnu kost.

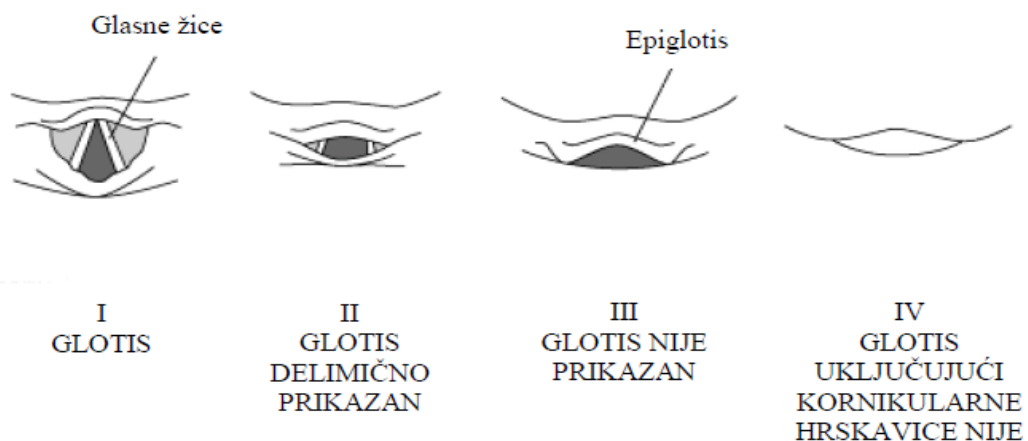
4) Procena prisustva zuba u gornjoj i donjoj vilici je klasifikovana kao: prisutni, delimično nedostaju, nedostaju i prisustvo implanta.

- 5) Procena interincizornog prostora (IP) - rastojanje između sekutića pri maksimalno otvorenim ustima; ograničeno na 3 pp bolesnika kod koga se određuje ovo rastojanje.

2.3. Procena vidljivosti glotisa i Kormak-Lienova klasifikacija

Vidljivosti glotisa se procenjivala u direktoskopiji, pri čemu se koristio laringoskop sa krivom špatulom po Mekintošu. Adekvatan položaj glave bolesnika pri direktoskopiji je uključivao: elevacija glave u snifing (*sniffing*) poziciji i ekstenzija vrata u atlantookcipitalnom zglobu. Stepen vidljivosti glotisa se procenjivao po Kormak-Lienovoj klasifikaciji:

- I - glotis (uključujući prednju komisuru i interaritenoidnu incizuru) u potpunosti prikazan
- II - glotis delimično prikazan (prednja komisura se ne vidi)
- III - glotis nije prikazan (jedino se vidi kornikularne hrskavice)
- IV - glotis uključujući kornikularne hrskavice nije prikazan (Slika 4)



Slika 4. Izgled glotisa u direktnoj laringoskopiji i klasifikacija po Kormak-Lienu. (preuzeto sa sajta http://viaaereadificil.com.br/posic_ideal_laringoscop/position.htm).

Dužina primene visokofrekventne džet ventilacije se definisala kao vreme od plasiranja do uklanjanja ventilacionog džet katetera (buđenja bolesnika) ili zamena džet katetera sa endotrahealnim tubusom ili laringealnom maskom (LMA) i prelaskom na režim KMV. Dužina primene KMV se definiše kao vreme od plasiranja endotrahealnog tubusa ili LMA do buđenja bolesnika. Kriterijumi za buđenje bolesnika su bili: frekvencija disanja iznad 10 udisaja u minuti, disajni volumen veći od 7 ml kg^{-1} , prisutnost refleksa gutanja, otvaranje očiju, stisak šake, koji odgovara preoperativnom.

Komplikacije se definišu kao oštećenje zuba, aspiracija želudačnog sadržaja, pneumotoraks, emfizem kože, oštećenje trahealne sluznice, bradikardija (frekvencija pulsa $< 45 \text{ udara min}^{-1}$), pojava aritmija i smrt.

3. STATISTIČKA ANALIZA

U cilju izvođenja neophodnih statističkih testiranja, korišćen je statistički program SPSS version 14; SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.

Numerička obeležja posmatranja obrađena su standardnim procedurama deskriptivne i komparativne statistike za analizu numeričkih obeležja.

Metode deskriptivne statistike upotrebljene su za određivanje mera centralne tendencije (aritmetička sredina (\bar{X})), mera varijabiliteta (standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV)), relativnih odnosa (procenti) i ekstremnih vrednosti (minimum i maksimum) posmatranih numeričkih obeležja.

U okviru metoda komparativne statistike korišćeni su sledeći statistički testovi:

- a) Neparametarske metode - Mann-Whitney test, Kolmogorov-Smirnov test saglasnosti, Pearsonov χ^2 test;
- b) Parametarske metode – Studentov T-test, ANOVA test (analiza varijansi)

U primenjenim testovima granične vrednosti verovatnoće rizika su na nivou značajnosti od 95% ($p < 0.05$) (razlika statističkih parametara značajna) i 99% ($p < 0.01$) (razlika statističkih parametara visoko značajna).

U analizi uticaja posmatranih parametara na vidljivost glotisa između dve grupe bolesnika korišćena je multivarijantna logistička regresiona analiza. Ovom analizom izdvojeni su nezavisni faktori razlike između posmatranih grupa odnosno određena je prediktivna uloga ovde posmatranih kliničkih testova za procenu vidljivosti glotisa. Varijable, koje su statistički značajno uticale na vidljivost glotisa u univarijantnoj analizi uvrštene su potom u multivarijabilni logistički regresioni model uz određivanje odds ratio u 95% confidence interval.

Rezultati su prikazani putem apsolutnih brojeva, u procentima, tabelarno, grafički uz tekstualni komentar.

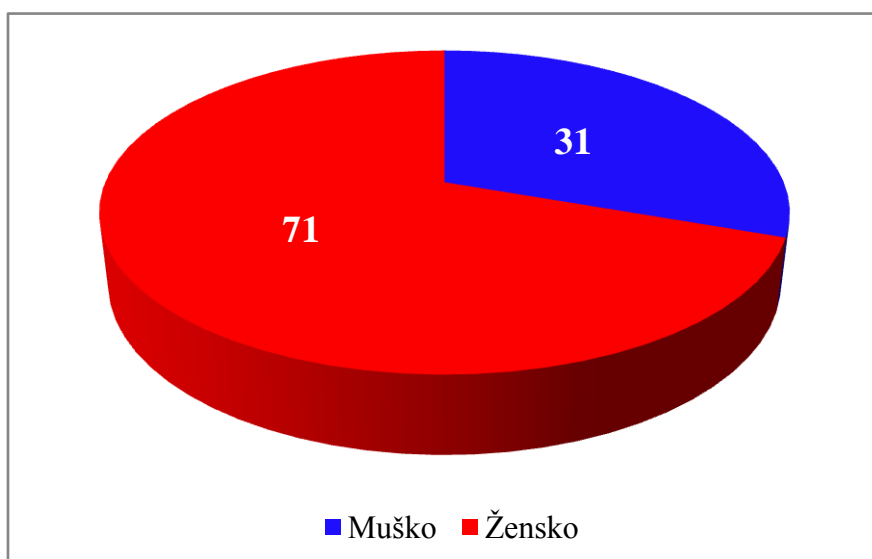
IV REZULTATI

Grupa od 104 bolesnika, koji su planirani za mikrolaringealnu hirurgiju je randomizovano podeljena na grupu VFV-KMV (visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija) i grupu VFV (visokofrekventna ventilacija). Dva bolesnika nisu ušla u našu studiju: jedan bolesnik zbog velikog patološkog procesa u larinksu nije mogao biti hirurški zbrinut u mikrolaringoskopiji, a kod drugog bolesnika se zbog nezadovoljavajuće ventilacije, visokih vrednosti PaCO₂ i neadekvatnog prostora za nesmetani ekspirijum, visoko-frekventna džet ventilacija nije mogla primeniti.

1. DEMOGRAFSKE KARAKTERISTIKE BOLESNIKA

1.1. Polna struktura bolesnika

Od ukupnog broja (102) bolesnika, bolesnika muškog pola je bilo 31 ili 30,39%, a ženskog pola je bilo 71 ili 69,61% (Grafik 1).



Grafik 1. Polna struktura bolesnika.

U odnosu na polnu strukturu bolesnika, od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi VFV, muškog pola (M) je bilo 15 ili 48,4%. U grupi VFV-KMV od ukupnog broja bolesnika (51) muškog pola je bilo 16 ili 51.6% (Tabela 5).

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi VFV ženskog pola (Ž) je bilo 36 ili 50.7%. U grupi VFV-KMV od ukupnog broja (51) bolesnika ženskog pola je bilo 35 ili 49.3% (Tabela 5).

Tabela 5. Polna struktura bolesnika po grupama.

Grupa		Polna struktura		Ukupno
		M [†]	Ž ^{††}	
VFV*	Broj bolesnika	15	36	51
	%	48.4	50.7	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	16	35	51
	%	51.6	49.3	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	31	71	102
	%	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

† Muški pol

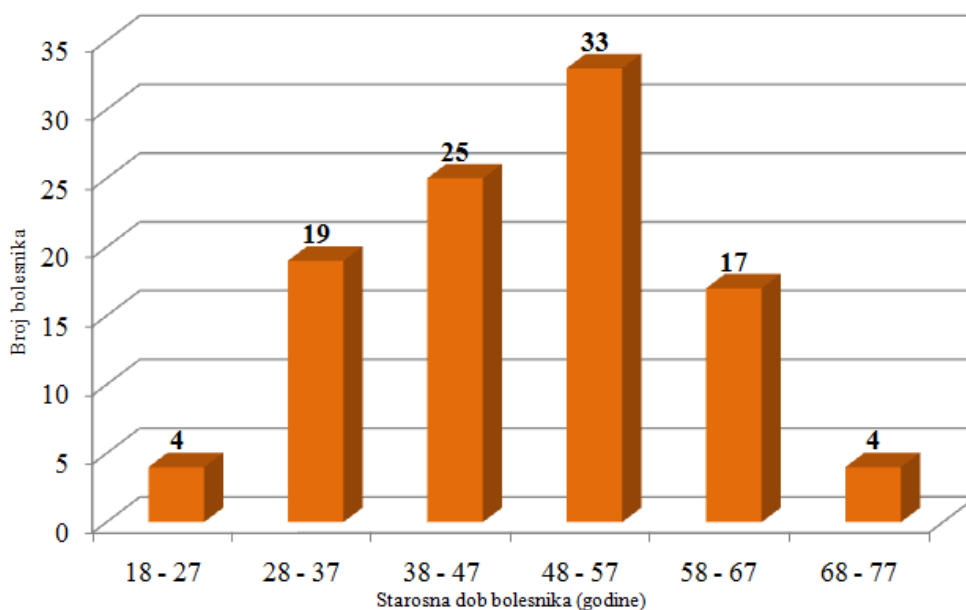
†† Ženski pol

U odnosu na polnu strukturu bolesnika ne postoji značajna statistička razlika između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika ($Hi\text{-kvadrat} = 0.46; p = 0.83 > 0,05$).

1.2. Starosna struktura bolesnika

Godine starosti bolesnika se kreće u rasponu od 23 do 77 godina. Najviše bolesnika 33 ili 32,35% je pripadalo starosnoj dobi od 48 do 57 godina. Najmanje 4 ili 3,92%

bolesnika je pripadalo najmlađoj starosnoj dobi od 18 do 27 godina i najstarijoj starosnoj dobi od 68-77 godina (Grafik 2).



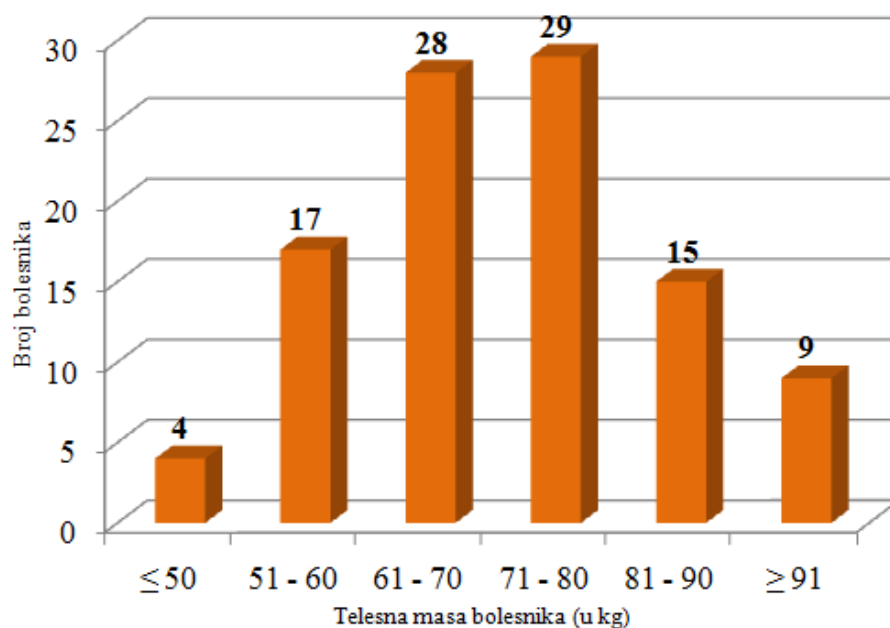
Grafik 2. Starosna struktura bolesnika.

Prosečna starost bolesnika u grupi VFV je bila 46,47 godina (SD = 10,38), a u grupi VFV-KMV prosečna starost je bila 49,47godina (SD=12,29).

Prosečna starost bolesnika nije statistički značajno različita ($p>0.05$) između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.

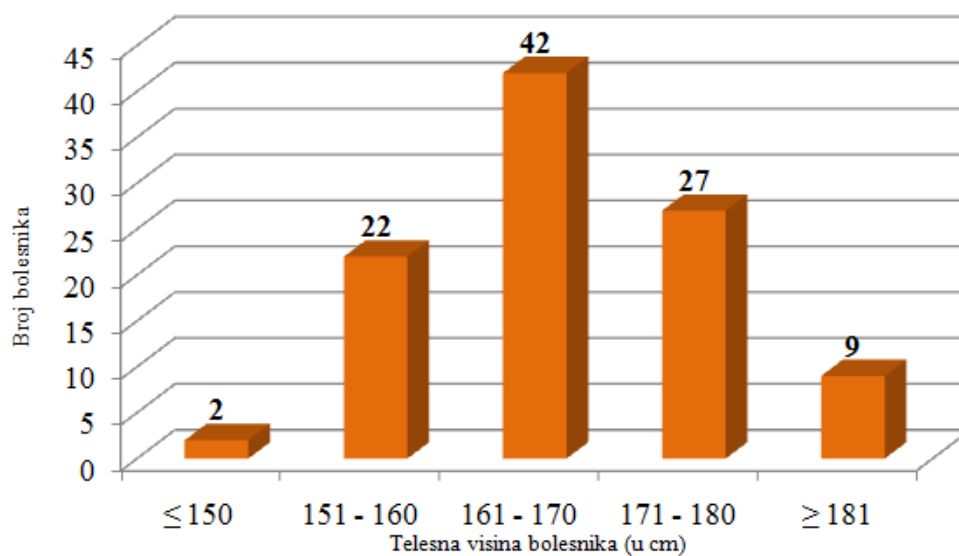
1.3. Rezultati telesne mase i telesne visine bolesnika

Telesna masa ispitivanih bolesnika kretala se u rasponu od 44,5 do 103 kg. Najviše bolesnika 29 ili 28,4% je imalo telesnu masu od 71 do 80 kg (Grafik 3).



Grafik 3. Telesna masa bolesnika

Telesna visina ispitivanih bolesnika kretala se u rasponu od 136 do 185 cm. Najviše bolesnika 42 ili 41,17% je imalo telesnu visinu od 161 do 170 cm (Grafik 4).



Grafik 4. Telesna visina bolesnika.

Prosečna telesna masa bolesnika u grupi VFV je bila 71.53 kg (SD=14.72), a u grupu VFV-KMV, prosečna telesna masa je bila 73.39 kg (SD=11.78).

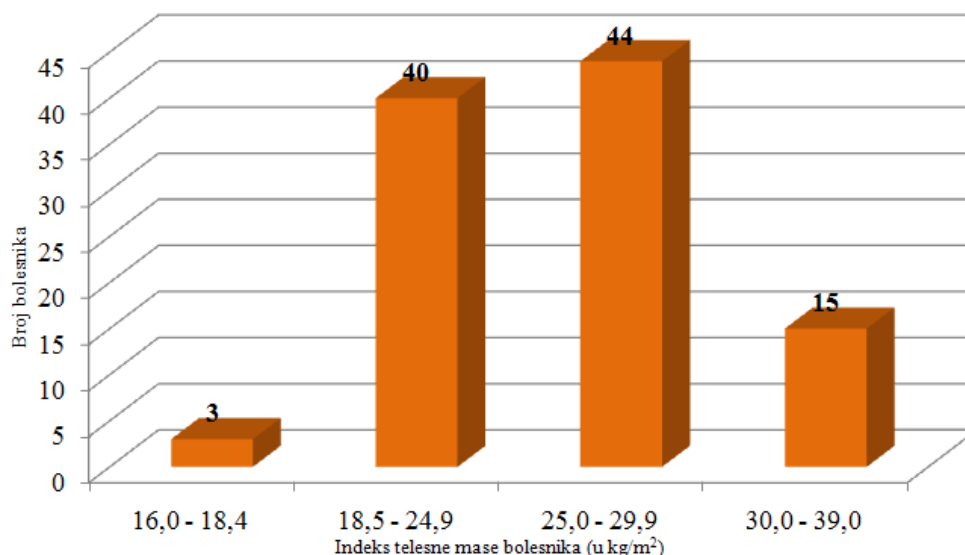
Prosečna visina bolesnika u grupi VFV je bila 167.25 cm (SD=3.31), a u grupi VFV-KMV prosečna visina je bila 168.54 cm (SD=9.12).

Prosečne vrednosti telesne visine i telesne mase nisu značajno statistički različite ($p > 0.05$) između VFV i VFV-KMV grupa bolesnika.

1.4. Indeks telesne mase – BMI bolesnika

Od ukupnog broja (102) bolesnika 41 ili 40,18% je imalo indeks telesne mase od 18.5 do 24.9 kg/m² (normalna uhranjenost), 3 ili 2,94% bolesnika je imalo BMI manji od 18,5 (podhranjeni), 43 ili 42,15% bolesnika je imalo BMI od 25,0 do 29,9 kg/m² (povišena težina ili umereno gojazni), a 15 bolesnika ili 14,70% je imalo BMI veći od 30,0 kg/m² (gojazni). U grupi ispitanika ni jedan bolesnik nije imao BMI veći od 40, što se smatra ekstremnom gojaznošću (Grafik 5).

Prosečna vrednost BMI u grupi VFV bolesnika je bila 25.51 (SD=4.42), a u grupi VFV-KMV prosečna vrednost BMI je bila 25.79 (SD=3.31).



Grafik 5. Indeks telesne mase bolesnika

Od ukupnog broja bolesnika (51) u grupi VFV, 3 (100 %) bolesnika su imali BMI prve kategorije (< 18,4), 23 (56.1%) bolesnika su imali BMI druge kategorije (18,5-24,9), 15 (34.9%) bolesnika je imalo BMI treće kategorije (25,0-29,9) i 10 (66.7%) bolesnika su imali BMI četvrte kategorije (30,0-39,0) (Tabela 6).

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi VFV-KMV, 18 (43.9%) bolesnika su imali BMI druge kategorije (18.5-24.9), 28 (65.1%) bolesnika su imali BMI treće kategorije (25.0-29.9) i 5 (33.3%) bolesnika je imalo BMI četvrte kategorije (30.0-39.0) (Tabela 6).

Tabela 6. Kategorije BMI po grupama.

Grupa		Body Mass Index (BMI) kategorije				Ukupno
		16.0-18.4	18.5-24.9	25.0-29.9	30.0-39.0	
VFV*	Broj bolesnika	3	23	15	10	51
	%	100.0	56.1	34.9	66.7	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	0	18	28	5	51
	%	0	43.9	65.1	33.3	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	3	41	43	15	102
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

Kategorije BMI bolesnika statistički su značajno različite između VFV i VFV-KMV grupa bolesnika ($Hi\text{-kvadrat}=9,207; p=0,027 < 0,05$).

U grupi VFV je bilo značajno više bolesnika, koji su pothranjeni (BMI < 18.5) i značajno više gojaznih bolesnika (BMI >30.0).

U grupi VFV-KMV je bilo značajno više bolesnika, koji imaju povišenu telesnu težinu i pripadaju trećoj kategoriji u odnosu na BMI (25.0-29.9).

2. OPERATIVNI RIZIK BOLESNIKA (ASA)

Od ukupnog broja (86) bolesnika, koji su imali operativni rizik ASA 2, 44 ili 51.2% bolesnika pripadaju grupi VFV, a 42 ili 48.8% bolesnika pripada grupi VFV-KMV.

Od ukupnog broja (16) bolesnika, koji su imali operativni rizik ASA 3, 7 ili 43.8% bolesnika je pripadala grupi VFV, a 9 ili 56.3% bolesnika je pripadala grupi VFV-KMV. (Tabela 7).

Tabela 7. Operativni rizik (ASA) u odnosu na operativne grupe bolesnika

Grupa		ASA klasifikacija		Ukupno
		2	3	
VFV*	Broj bolesnika	44	7	51
	%	51.2	43.8	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	42	9	51
	%	48.8	56.3	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	86	16	102
	%	100.0	100.0	100.0

*Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

Operativni rizik (ASA) nije značajno statistički različit između operativnih grupa (*Hi-kvadrat* = 0.297; $p = 0.589$ $p > 0,05$).

3. PATOLOŠKE LEZIJE LARINKSA U ODNOSU NA OBE GRUPE BOLESNIKA

Distribucija bolesnika (102) u odnosu na patološki proces, koji se rešava u mikrolaringealnoj hirurgiji prikazan je u Tabeli 7.

Benigna patologija (1) u grupi VFV bolesnika, je bila prisutna kod 31 bolesnika ili 52.5% od ukupnog broja (59) bolesnika sa benignom patologijom. U grupi VFV-MKV bolesnika, benigna patologija je bila prisutna kod 28 bolesnika ili 47.5% od ukupnog broja bolesnika obe grupe sa benignom patologijom.

U grupi VFV maligna patologija (2) je bila prisutna kod 5 bolesnika ili kod 38,5% od ukupnog broja (13) bolesnika sa malignom patologijom. U grupi VFV-KMV maligna patologija je bila prisutna kod 8 bolesnika ili 61.5% od ukupnog broja bolesnika obe grupe sa malignom patologijom.

Funkcionalne promene (3) su bile prisutne kod 15 bolesnika u grupi VFV ili kod 50.0% od ukupnog broja (30) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-MKV funkcionalne promene su bile prisutne kod 15 bolesnika ili 50.0% od ukupnog broja bolesnika obe grupe sa funkcionalnim promenama (Tabela 7).

Tabela 7. Distribucija benigne, maligne i funkcionalne patologije u odnosu na grupe bolesnika.

Grupa		Patologija larinksa			Ukupno
		Benigna	Maligna	Funkcionalna	
VFV*	Broj bolesnika	31	5	15	51
	%	52.5	38.5	50.0	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	28	8	15	51
	%	47.5	61.5	50.0	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	59	13	30	102
	%	100	100	100	100

*Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

U odnosu na vrstu patologije larinksa (benigna, maligna i funkcionalna), ne postoji statistički značajna razlika između grupe VFV i grupe VFV-KMV bolesnika (*Hi-kvadrat* = 0.845; *p* = 0.65 > 0,05).

4. PREOPERATIVNA PROCENA DISAJNOG PUTA

4.1. Rezultati preoperativnog pregleda orofaringealnih struktura-Malampatijev test

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi VFV, samo je jedan bolesnik imao klasu I vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, a u grupi VFV-KMV od ukupnog broja (51) bolesnika klasu I vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju nije imao ni jedan bolesnik (Tabela 9).

U grupi VFV, klasu II vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju je imalo 46 bolesnika ili 54,8% bolesnika u odnosu na ukupan broj (84) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV, klasu II vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju je imalo je 38 bolesnika ili 45,2% bolesnika u odnosu na ukupan broj (84) bolesnika obe grupe (Tabela 9).

U grupi VFV, klasu III vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju je imalo 4 bolesnika ili 23,5% u odnosu na ukupan broj (17) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV, klasu III vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju je imalo je 13 bolesnika ili 76,5% bolesnika u odnosu na ukupan broj (17) bolesnika obe grupe (Tabela 9).

Tabela 9. Klase vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju.

Grupa		Malampatijev test			Ukupno
		I klasa	II klasa	III klasa	
VFV*	Broj bolesnika	1	46	4	51
	%	100.0	54.8	23.5	50.0
VFV- KMV**	Broj bolesnika	0	38	13	51
	%	0	45.2	76.5	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	1	84	17	102
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

Rezultat preoperativnog fizikalni pregled orofarinksa po Malampatiju, statistički su značajno različiti između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika ($Hi-kvadrat = 6.527; p = 0.038 < 0.05$).

U grupi VFV bolesnika ima značajno više bolesnika (46), koji su imali u toku preoperativnog pregleda orofarinksa klasu II vidljivosti po Malampatiju.

U grupi VFV-KMV bolesnika je bilo značajno više bolesnika (13), koji su imali u toku preoperativnog pregleda orofarinksa klasu III vidljivosti po Malampatiju.

4.2. Rezultati preoperativnog pregleda mento-hioidnog rastojanja

U grupi VFV mento-hioidno rastojanje (MHR) je bilo 3 pp kod 43 bolesnika ili 53,8% u odnosu na obe grupe bolesnika (80). U grupi VFV-KMV, MHR od 3pp je imalo 37 bolesnika ili 46,3% bolesnika u odnosu na broj (80) bolesnika obe grupe (Tabela 10).

U grupi VFV, MHR veće od 3 pp je imalo 2 bolesnika ili 50.0% od ukupnog broja (4) bolesnika obe grupe, a u grupi VFV-KMV, MHR je bilo veće od 3 pp kod 2 bolesnika ili 50.0% od ukupnog broja bolesnika obe grupe (Tabela 10).

U grupi VFV, MHR manje od 3pp je imalo 6 bolesnika ili 33.3% bolesnika u odnosu na broj (18) bolesnika obe grupe, a u grupi VFV-KMV, MHR manje od 3pp je imalo 12 bolesnika ili 66,7% bolesnika u odnosu na broj (18) bolesnika obe grupe (Tabela 10).

Tabela 10. Veličine mento-hioidnog rastojanja (MHR) po grupama.

Grupa		Mento-hioidno rastojanje			Ukupno
		3 pp	> 3 pp	< 3 pp	
VFV*	Broj bolesnika	43	2	6	51
	%	53.8	50.0	33.3	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	37	2	12	51
	%	46.3	50.0	66.7	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	80	4	18	102
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

Rezultati preoperativnog pregleda mento hioidnog rastojanja (MHR) nisu statistički značajno različiti ($Hi = 2.45$; $p = 0.29 > 0.05$) između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.

4.3. Rezultata preoperativnog pregleda stanja zuba (gornja i donja vilica)

U grupi VFV, svi zubi (gornja i donja vilica) su bili prisutni kod 29 bolesnika ili 47.5% od ukupnog broja (61) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV kod 32 bolesnika su svi zubi bili prisutni, što predstavlja 52.5% u odnosu na ukupan broj (61) bolesnika obe grupe (Tabela 11).

U grupi VFV kod 11 bolesnika zubi (gornja i donja vilica) su delimično nedostajali što iznosi 52.4% od ukupnog broja (21) bolesnika obe grupe, a u grupi VFV-KMV kod 10 bolesnika zubi su delimično nedostajali što predstavlja 47.65% bolesnika u odnosu na

obe grupe (Tabela 11).

U grupi VFV kod 10 bolesnika su svi zubi nedostajali (62.5% u odnosu na broj bolesnika obe grupe). U grupi VFV-KMV kod 6 bolesnika su svi zubi nedostajali, što iznosi 37.5% u odnosu na ukupan broj (16) bolesnika obe grupe (Tabela 11).

Kod jednog bolesnika su bili ugrađeni implantati (gornja i donja vilica), što predstavlja 25.0% u odnosu na ukupan broj (4) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KVF, kod 3 bolesnika su ugrađeni implantati, što predstavlja 75.0% u odnosu na ukupan broj (4) bolesnika obe grupe (Tabela 11).

Tabela 11. Stanje zuba u gornjoj i donjoj vilici.

Grupa		Zubi				Ukupno
		Prisutni	Delimično nedostaju	Nedostaju	Prisutni implantati	
VFV*	Broj bolesnika	29	11	10	1	51
	%	47.5	52.4	62.5	25.0	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	32	10	6	3	51
	%	52.5	47.6	37.5	75.0	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	61	21	16	4	102
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

Rezultati preoperativnog pregleda stanja zuba u donjoj i gornjoj vilici nisu statistički značajno različiti ($Hi\text{-kvadrat} = 2.195; p=0.53 > 0.05$) između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.

4.4. Rezultati veličine interincizornog prostora - IP

Veličinu IP od 3pp je imalo 48 bolesnika u grupi VFV ili 50,5% bolesnika u odnosu na ukupan broj (95) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV, 47 bolesnika je imalo veličinu IP od 3 pp, što predstavlja 49.5% u odnosu na ukupan broj (95) bolesnika obe

grupe (Tabela 12).

U grupi VFV kod jednog bolesnika je IP bio veći od 3 pp ili kod 50.0% bolesnika u odnosu na ukupan broj (2) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV kod jednog ili 50.0% bolesnika IP je bio veći od 3 pp (Tabela 12).

U grupi VFV kod 2 bolesnika je IP bio manji od 3 pp, što predstavlja 40.0% od ukupnog broja (5) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV kod 3 bolesnika IP je bio manji od 3 pp što predstavlja 60.0% ukupnog broja (5) bolesnika obe grupe (Tabela 12).

Tabela 12. Veličina interincizornog prostora.

Grupa		Interincizorni prostor			Ukupno
		3 pp	> 3 pp	< 3 pp	
VFV*	Broj bolesnika	48	1	2	51
	%	50.5	50.0	40.0	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	47	1	3	51
	%	49.5	50.0	60.0	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	95	2	5	102
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

Rezultati preoperativnog pregleda interincizornog prostora nisu statistički značajno različiti ($Hi\text{-kvadrat} = 0.211$; $p=0.90 > 0.05$) između VFV i VFV- KMV grupe bolesnika.

4.5. Rezultati preoperativnog pregleda vrata – mogućnost fleksije vratne kičme

Fleksija vratne kičme kod 4 bolesnika, VFV grupe, nije bila zadovoljavajuća-NZ, što predstavlja 66.7% od ukupnog broja (6) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV, kod 2 bolesnika fleksija vratne kičme nije bila zadovoljavajuća-NZ, što predstavlja 33.3% bolesnika u odnosu na ukupan broj (6) bolesnika obe grupe (Tabela 13).

Fleksija vratne kičme je bila zadovoljavajuća-Z kod 47 bolesnika u grupi VFV, što predstavlja 49.5 % bolesnika u odnosu na ukupan broj (96) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV, fleksija vrata je bila zadovoljavajuća-Z kod 49 bolesnika ili 50.5% bolesnika u odnosu na ukupan broj (96) bolesnika obe grupe (Tabela 13).

Tabela 13. Kategorije fleksije vratne kičme.

Grupa		Fleksija vrata		Ukupno
		NZ [†]	Z ^{††}	
VFV*	Broj bolesnika	4	47	51
	%	66.7	49.5	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	2	49	51
	%	33.3	50.5	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	6	96	102
	%	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

† Nezadovoljavajuća fleksija

†† Zadovoljavajuća fleksija

Rezultati preoperativnog pregleda fleksije vratne kičme nisu statistički značajno različiti ($Hi\text{-kvadrat} = 1.677; p=0.43 > 0.05$) između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.

4.6. Rezultati preoperativnog pregleda vrata - mogućnost ekstenzije vratne kičme

Ekstenzija vratne kičme nije bila zadovoljavajuća-NZ kod 4 bolesnika u grupi VFV, što iznosi 57.1% u odnosu na ukupan broj (7) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV kod 3 bolesnika, ekstenzija vratne kičme nije bila zadovoljavajuća kod 3 bolesnika, što predstavlja 42.9% u odnosu na ukupan broj (7) bolesnika obe grupe (Tabela 14).

Ekstenzija vratne kičme je bila zadovoljavajuća-Z kod 47 bolesnika u grupi VFV, što predstavlja 49.47 % u odnosu na ukupan broj (95) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV, kod 48 bolesnika, ekstenzija vratne kičme je bila zadovoljavajuća-Z, što predstavlja 50.53% od ukupnog broja (95) bolesnika obe grupe (Tabela 14).

Tabela 14. Kategorije ekstenzije vratne kičme

Grupa		Ekstenzija vrata		Ukupno
		NZ [†]	Z ^{††}	
VFV*	Broj bolesnika	4	47	51
	%	57.1	49,47	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	3	48	51
	%	42.9	50.53	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	7	95	102
	%	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

† Nezadovoljavajuća ekstenzija

†† Zadovoljavajuća ekstenzija

Rezultati preoperativnog pregleda ekstenzije vratne kičme nisu značajno statistički različiti ($Hi\text{-kvadrat} = 0.133; p = 0.71 > 0.05$) između VFV i VFV- KMV grupe bolesnika.

5. REZULTATI VIDLJIVOSTI GLOTISA PO KORMAK-LIENOVOJ KLASIFIKACIJI

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi VFV kod jednog bolesnika je vidljivost glotisa bila 1-vog stepena po Kormak-Lienovoj (K-L) klasifikaciji. U grupi VFV-KMV od ukupnog broja (51) bolesnika ni jedan bolesnik nije imao 1-vi stepen vidljivosti glotisa po Kormak-Lienou (K-L) (Tabela 16).

U grupi VFV, kod 39 bolesnika je vidljivost glotisa bila 2-og stepena po K-L klasifikaciji, što iznosi 51.3% u odnosu na ukupan broj (76) bolesnika obe grupe. U grupi VFV-KMV kod 37 bolesnika je vidljivost glotisa bila 2-og stepena po K-L klasifikaciji, što predstavlja 48.7% od ukupnog broja (76) bolesnika obe grupe

(Tabela 16).

U grupi VFV kod 11 bolesnika ili 44.0% bolesnika u odnosu na ukupan broj (25) bolesnika obe grupe, vidljivost glotisa je bila 3-eg stepena po K-L klasifikaciji. U grupi VFV-KMV, kod 14 bolesnika ili 56.0% bolesnika u odnosu na ukupan (25) bolesnika obe grupe, vidljivost glotisa je bila 3-eg stepena po K-L klasifikaciji (Tabela 16).

Tabela 16. Kategorije vidljivosti glotisa po Kormak-Lienovoj klasifikaciji u odnosu na operativne grupe.

Grupa		Kormak-Lienova klasifikacija			Ukupno
		1	2	3	
VFV*	Broj bolesnika	1	39	11	51
	%	100.0	51.3	44.0	50.0
VFV-KMV**	Broj bolesnika	0	37	14	51
	%	0	48.7	56.0	50.0
Ukupno	Broj bolesnika	1	76	25	102
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

* Visokofrekventna ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

Rezultati vidljivosti glotisa u direktnoj laringoskopiji sa krivom špatulom, po Kormak-Lienovoj klasifikaciji, nisu statistički značajno različiti ($Hi\text{-kvadrat} = 1.413; p=0.40 > 0.05$) između operativnih grupa VFV i VFV- KMV bolesnika.

5.1. Faktori rizika za otežanu vidljivost glotisa u direktnoj laringoskopiji

Univarijantnom logističkom regresijom, od 10 navedenih faktora rizika prikazanih na Tabeli 17, kao prediktor teške vidljivosti glotisa izdvojili smo Malampatijev test (OR= 4.318; 95% CI 1.328-14.04, $p<0.05$) - najznačajniji prediktor teške vidljivosti glotisa u odnosu na grupe bolesnika (Tabela 18).

Tabela 17. Faktori rizika za otežanu vidljivost glotisa

Prediktori	P	OR	95.0%CI	
Patološke lezije larinksa	.811	1.066	.630	1.806
Pol	1.000	1.000	.369	2.708
Starost	.143	.968	.927	1.011
BMI	.978	1.002	.883	1.136
Malampatijev test	.049	4.090	1.007	16.610
MHR	.325	1.374	.730	2.577
Zubi	.698	1.118	.637	1.964
IP	.810	1.115	.358	3.726
Fleksija	.608	1.744	.208	14.595
Ekstenzija	.661	1.508	.240	9.481
Constant	.219	.023	.	.

OR – unakrsni odnos (Odds ratio)

CI – interval poverenja (confidence interval)

Tabela 18. Malampatijev test, prediktor teške vizualizacije glotisa.

Prediktor	Koeficijent	SE	<i>p.</i>	OR	95.0% CI	
Malampatijev test	1.463	.602	.015	4.318	1.328	14.041
Constant	-3.159	1.292	.015	.042		

OR – unakrsni odnos (Odds ratio)

CI – interval poverenja (confidence interval)

6. PROSEČNE VREDNOSTI PaCO₂ U SVAKOM OD TRI MERENJA

Prosečna vrednost PaCO₂ u prvom merenju u grupi VFV bolesnika je bila 41.52 mmHg (SD=4.90), a u grupi VFV-KMV bolesnika prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.10 mmHg (SD=5.60) (Tabela 19).

- Prosečna vrednost PaCO₂ u prvom merenju (pre indukcije) nije statistički značajano različita ($t=-1.35$; $p = 0.17 > 0.05$) između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.

Prosečna vrednost PaCO₂ u drugom merenju u grupi VFV bolesnika je bila 47.62 mmHg (SD=8.42), a u grupi VFV-KMV bolesnika, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.01 mmHg (SD=8.28) (Tabela 16).

- Prosečna vrednost PaCO₂ u drugom merenju (nakon početka hirurškog rada) nije statistički značajano različita ($t=-1.57$; $p = 0.18 > 0.05$) između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.

Prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju (hirurški rad je završen, buđenje bolesnika je bilo sa džet kateterom) u grupi VFV bolesnika je bila 47.60 mmHg (SD=7.59), a u grupi VFV-KMV bolesnika prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju (džet kateter je zamenjen endotrahealnim tubusom, a džet ventilacija zamenjena kontrolisanom mehaničkom ventilacijom) je bila 42.93 mmHg (SD=8.16) (Tabela 19).

- Prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju je statistički značajno različita ($t=-2.98$; $p = 0.004 < 0.05$) između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.

Tabela 19. Prosečne vrednosti PaCO₂

PaCO ₂	Grupa	Broj bolesnika	\bar{x}	SD
Prvo merenje (mmHg)	VFV-KMV	51	40.04	5.50
	VFV	51	41.64	4.96
Drugo merenje (mmHg)	VFV-KMV	51	45.32	8.45
	VFV	51	47.40	8.32
Treće merenje (mmHg)	VFV-KMV	51	43.14	8.14
	VFV	51	47.56	7.66

* Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija

Praćenjem dinamike kretanja prosečnih vrednosti PaCO₂ u svakom od tri merenja koristeći generalni linearni model (GLM) uočavamo značajne promene u toku ta tri merenja ($F=23.12$; $p=0.000 < 0.05$). Dinamika promena je bila ista i u VFV i VFV-KMV grupi bolesnika ($F= 1.51$; $p= 0.222 > 0.05$).

Kada se porede sva tri merenja prosečne vrednosti PaCO₂ dobijeni su sledeći rezultati:

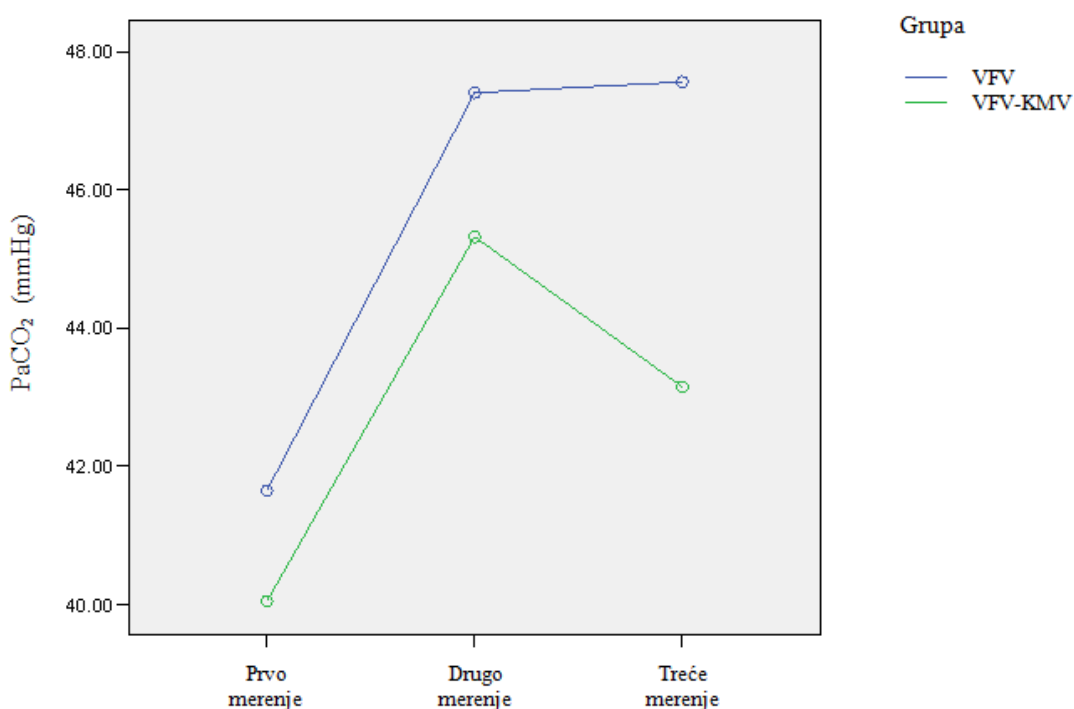
- u odnosu na prosečne vrednosti PaCO₂ u prvom merenja, prosečne vrednosti PaCO₂ u drugom merenju su bile značajno više ($F = 45.06$; $p= 0.0001 < 0.05$)
- u odnosu na prvo merenje, prosečne vrednosti PaCO₂ u trećem merenju su bile

značajno više ($F = 27.13$; $p=0.0001 < 0.05$)

Analizirajući promenu prosečnih vrednosti PaCO₂ u toku tri merenja u obe grupe istovremeno, dobijeni su sledeći rezultati: prosečna vrednost PaCO₂ u toku drugog merenja u grupi VFV je bila 45.32 mm Hg, a u grupi VFV-KMV je bila 47.40 mmHg; obe vrednosti su značajno više od vrednosti dobijene u prvom merenju.

U trećem merenju prosečna vrednost PaCO₂ je bila neznatno promenjena (skoro isti nivo sa drugim merenjem) u grupi VFV, dok u grupi VFV-KMV u toku trećeg merenja, vrednost PaCO₂ je značajno smanjena u odnosu na drugo merenje u istoj grupi.

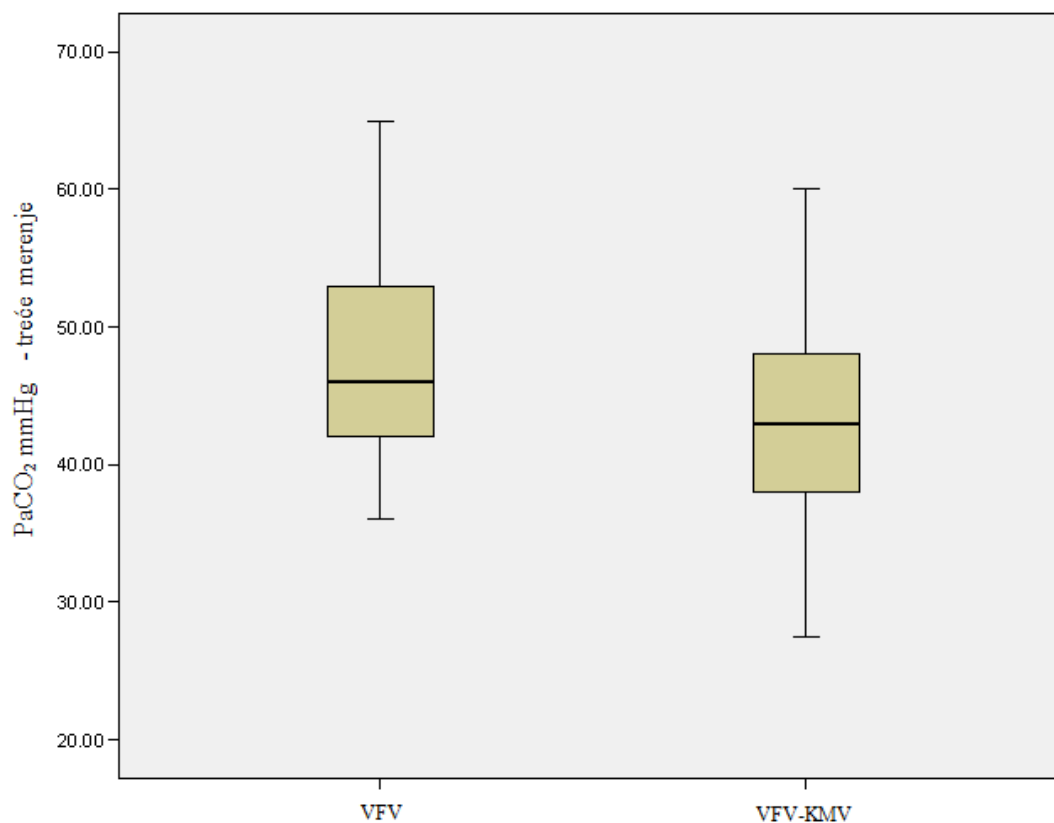
Prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju u grupi VFV-KMV je značajno manja u odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ dobijenu u trećem merenju u grupi VFV (Grafik 6).



Grafik 6. Promene prosečnih vrednosti PaCO₂ u svakom od tri merenja u grupama.

Prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju u grupi VFV bolesnika je bila 47.60 mmHg (SD=7.59), a u grupi VFV-KMV bolesnika prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.93 mmHg (SD=8.16) (Tabela 19, Grafik 7).

Prosečna vrednost PaCO₂ izmerena u trećem merenju je statistički značajno različita $t = -2.987$; $p = 0.004 < 0.05$ između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika.



Grafik 7. Vrednost PaCO₂ u trećem merenju u obe grupe

7. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PaCO₂ U ODNOSU NA VIDLJIVOST GLOTISA PO KORMAK-LIENOVOJ KLASIFIKACIJI U OBE GRUPE

U prvom merenju PaCO₂, u grupi **VFV-KMV** kod 37/51 bolesnika sa drugim stepenom vidljivosti glotisa po Kormak-Lienovoj (K-L) klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 38.92 mmHg (SD=5.34). Kod 14 bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 43.22 mmHg (SD=5.20) (Tabela 20).

U drugom merenju PaCO₂ kod 37/51 bolesnika sa drugim stepenom po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost je PaCO₂ je bila 43.31 mmHg (SD=8.20). Kod 14 bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.53 mmHg (SD=6.87) (Tabela 20).

Prilikom trećeg merenja PaCO₂, kod 37/51 bolesnika sa drugim stepenom vidljivosti glotis po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 55 mmHg (SD=7.77). Kod 14 bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.53 mmHg (SD=9.35) (Tabela 20).

Tabela 20. Proselne vrednosti PaCO₂ u sva tri merenja kod različitih stepena vidljivosti glotisa u direktnoj laringoskopiji po K-L klasifikaciji u grupi VFV-KMV.

PaCO ₂ mmHg	Vidljivost glotisa po K-L klasifikaciji	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	2*	37	38.92	5.34	21.00	52.00
	3**	14	43.22	5.20	37.00	57.00
	Ukupno	51	40.10	5.60	21.00	57.00
Drugo merenje	2*	37	43.31	8.20	28.00	62.00
	3**	14	49.53	6.87	36.00	58.00
	Ukupno	51	45.01	8.28	28.00	62.00
Treće merenje	2*	37	42.55	7.77	29.00	60.00
	3**	14	43.93	9.35	27.40	60.00
	Ukupno	51	42.93	8.16	27.40	60.00

* drugi stepen vidljivosti po K-L klasifikaciji

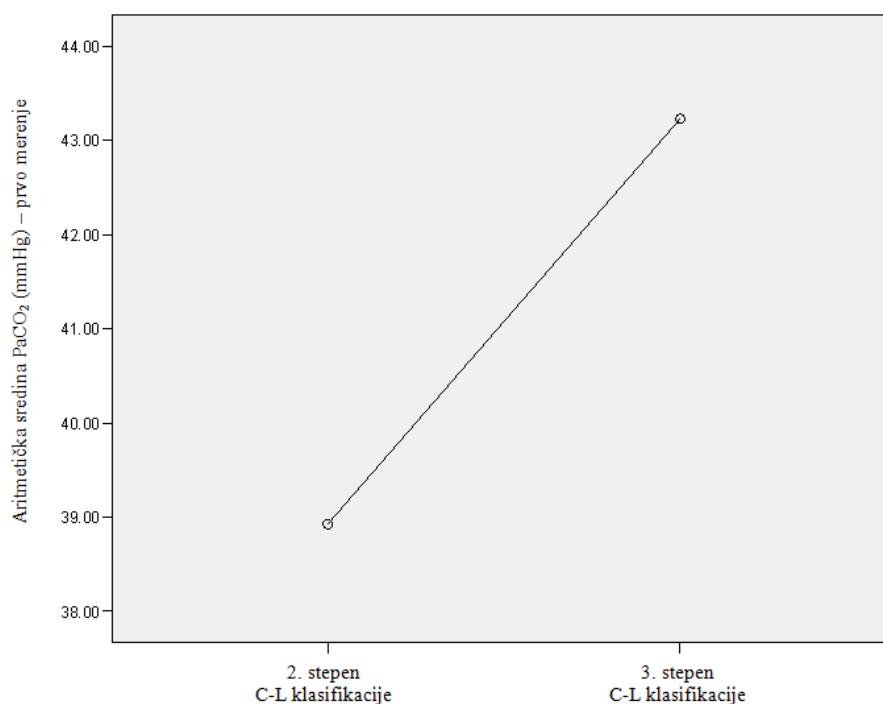
** treći stepen vidljivosti po K-L klasifikaciji

Prosečna vrednost PaCO₂ u prvom merenju je bila statistički je značajno različita ($F=6.67$; $p=0.013<0.05$) između različitih stepena vidljivosti glotisa prema K-L

klasifikaciji.

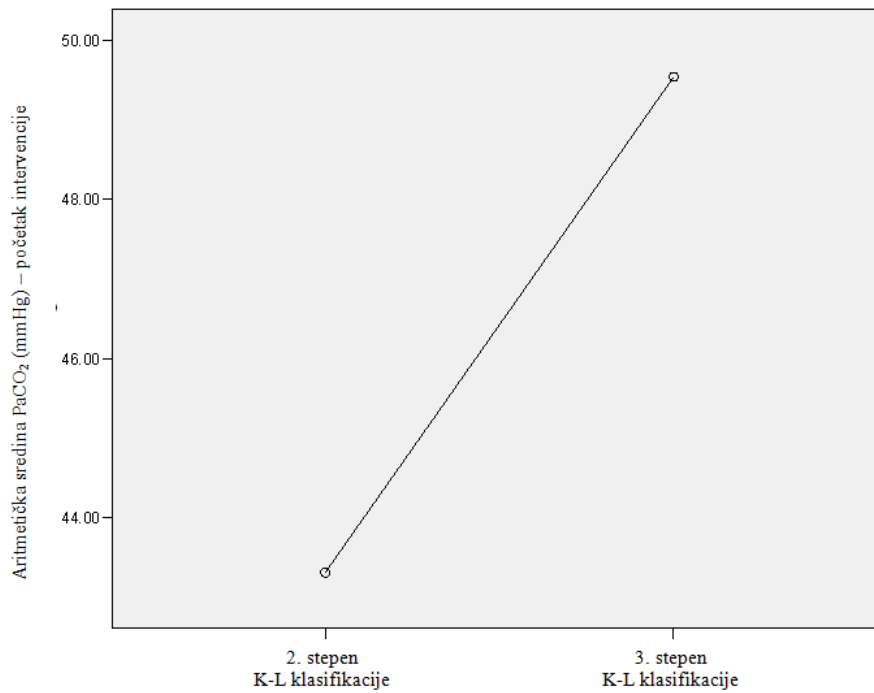
Prosečna vrednost PaCO₂ u drugom merenju je bila statistički značajno različita ($F=6.34$; $p=0.015<0.05$) između različitih stepena vidljivosti glotisa prema K-L klasifikaciji.

Kada se pratio trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom prvog merenja (38.92 mmHg, 43.22 mmHg) nema značajnog odstupanja PaCO₂ u odnosu na referentne vrednosti za PaCO₂ (Grafik 8)



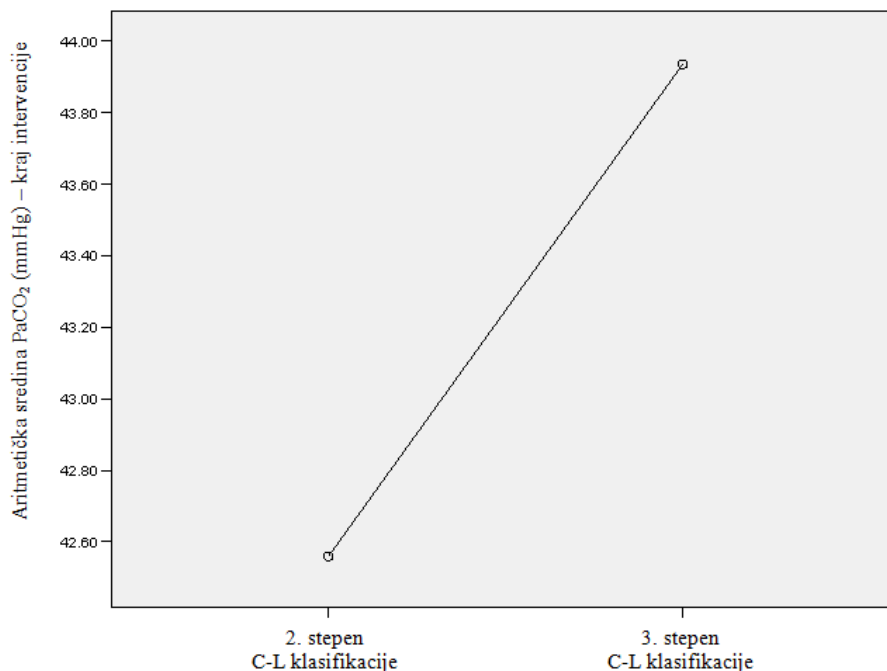
Grafik 8. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju kod drugog i trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji.

Analizom kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom drugog merenja može se uočiti da su vrednost PaCO₂ više u odnosu na prvo merenje; kod bolesnika sa drugim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je 43.31 mmHg; kod bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti glotisa, prosečna vrednost PCO₂ je 49.53 mmHg i značajno je veća (Grafik 9).



Grafikon 9. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju kod drugog i trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji.

Analizom kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom trećeg merenja (42,55 mmHg, 43.93 mmHg) može se uočiti da je prosečna vrednost PaCO₂ niža u odnosu na drugo merenje, razlika je vrlo mala u oba stepena vidljivosti glotisa po K-L u VFV-KMV grupi bolesnika (Grafik 10).



Grafik 10. Aritmetička sredina PCO₂ u trećem merenju kod drugog i trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji

Od ukupnog broja (51) bolesnika, u grupi VFV prilikom prvog merenja PaCO₂, kod 1 bolesnika sa prvim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji prosečna vrednost PaCO₂ je bila 39.40 mmHg. Kod 39 bolesnika sa drugim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.59 mmHg (SD=5.42). Kod 11 bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti glotisa po K-Li klasifikaciji, prosečna vrednost je bila PaCO₂ 41.52 mmHg (SD=4.90) (Tabela 21).

U drugom merenju PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod jednog bolesnika sa prvim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji prosečna vrednost PaCO₂ je bila 30.40 mmHg. Kod 39 bolesnika sa drugim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost je bila PaCO₂ je 47.98 mmHg (SD=8.17). Kod 11 bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je 47.90 mmHg (SD=8.40) (Tabela 21).

U trećem merenju PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 1 bolesnika sa prvim

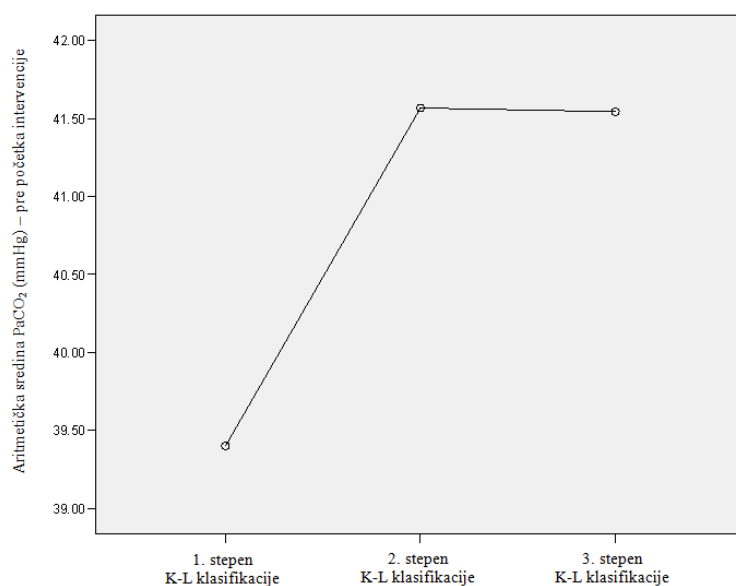
stepenom vidljivosti glotisa K-L klas. prosečna vrednost PaCO₂ je bila 36.00 mmHg. Kod 39 bolesnika sa drugim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost je PaCO₂ je bila 46.46 mmHg (SD=7.35). Kod 11 bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 52.68 mmHg (SD=5.95) (Tabela 21).

Tabela 21. Prosečne vrednosti PaCO₂ u odnosu na vidljivost glotisa u direktnoj laringoskopiji po K-L klasifikaciji u grupi VFV.

PaCO ₂ (mmHg)	Vidljivost glotisa K-L klasif.	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	1	1	39.40	.	39.40	39.40
	2	39	41.56	5.42	32.60	63.00
	3	11	41.54	2.80	38.00	47.00
	Ukupno	51	41.52	4.90	32.60	63.00
Drugo merenje	1	1	30.40	.	30.40	30.40
	2	39	47.98	8.17	33.00	62.00
	3	11	47.90	8.40	32.00	58.00
	Ukupno	51	47.62	8.42	30.40	62.00
Treće merenje	1	1	36.00	.	36.00	36.00
	2	39	46.46	7.35	36.00	65.00
	3	11	52.68	5.95	45.50	62.00
	Ukupno	51	47.60	7.59	36.00	65.00

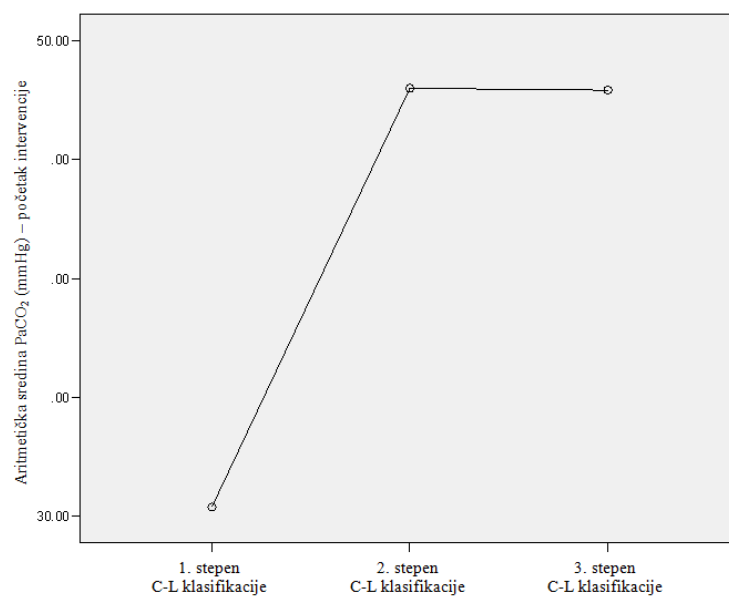
U trećem merenju prosečna vrednost PaCO₂ je statistički značajno različita ($F=4.66$; $p=0.014 < 0.05$) između različitih kategorija vidljivosti glotisa prema K-L klasifikaciji u grupi VFV bolesnika.

Ako se prati kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom prvog merenja može se uočiti da su prosečne vrednosti bile ujednačene u sva tri stepena vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji (Grafik 11).



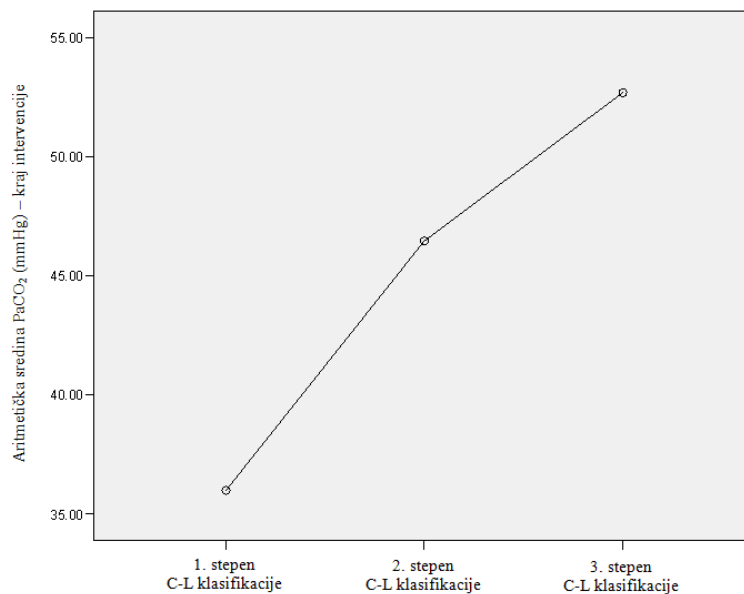
Grafik 11. Aritmetička sredina PCO₂ u prvom merenju kod prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji.

Kada se prati kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u drugom merenju uočava se povećanje prosečne vrednosti PaCO₂ i to kod 2-og (47.98 mmHg) i 3-ćeg stepena vidljivosti glotisa (47.90mmHg) (Grafik 12)



Grafik 12. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju kod prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji.

Kada se prati kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u trećem merenju može se uočiti da je najviše zabeležena vrednosti PaCO₂ (52.68 mmHg) bila upravo u trećem merenju u grupi VFV bolesnika, za razliku od VFV-KMV grupe bolesnika, kod kojih je prosečna vrednost PaCO₂ bila niža (43.93 mmHg) (Tabela 20, Grafikon 13).



Grafik 13. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju kod prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti glotisa po K-L klasifikaciji.

7.1. Analiza linearne povezanosti prosečnih vrednosti PaCO₂, između prvog, drugog i trećeg merenja

Primenom Pirsonovog (Pearson) koeficijenta linearne korelacije (r) za procenu jačine međusobnog odnos prosečnih vrednosti PaCO₂, u sva tri merenja, dobijeni su sledeći rezultati:

- postoji statistički značajna linearna povezanost između prvog i drugog merenja ($r=0.34$; $p=0.0001$); prvog i trećeg merenja ($r=0.20$; $p=0.043$), između drugog i trećeg merenja ($r=0.39$; $p=0.0001$).
- Postoji statistički značajna linearna povezanost između prosečne vrednosti PaCO₂ pogotovo između drugog i trećeg merenja.

Statistički je bila značajna regresija vrednosti PaCO₂ u trećem merenju nad vrednošću PaCO₂ u prvom merenju ($F=4.18$; $p=0.043<0.05$) što znači da je prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju povezana sa promenama prosečne vrednosti PaCO₂ u prvom merenju. Pri tome, prosečna vrednost PaCO₂ u prvom merenju nije uzrok promena prosečnih vrednosti PaCO₂ u trećem merenju. To znači, da su u našem istraživanju, promene prosečnih vrednosti PaCO₂ u trećem merenju posledica promene tehnike ventilacije u toku buđenja bolesnika.

8. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PaCO₂ U ODNOSU NA MALAMPATIJEV TEST U OBE GRUPE BOLESNIKA

Od ukupnog broja (51) bolesnika, u grupi **VFV-KMV** prilikom prvog merenja PaCO₂, kod 38 bolesnika sa prvo klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 38.80 mmHg (SD=5.20). Kod 13 bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 43.39 mmHg (SD=5.10) (Tabela 22).

U drugom merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 38 bolesnika sa drugom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.39 mmHg (SD=8.15). Kod 13 bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 46.84mmHg (SD=8.73) (Tabela 22).

Prilikom trećeg merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 38 bolesnika sa sa drugom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.58 mmHg (SD=8,07). Kod 13 bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 38.11 mmHg (SD=6.55) (Tabela 22).

Tabela 22. Prosečne vrednosti PaCO₂ u odnosu na vidljivost orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV-KMV bolesnika.

PaCO ₂ mmHg	Mallampatijev test - klase	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	II [*]	38	38.80	5.20	21.00	52.00
	III ^{**}	13	43.92	5.10	37.00	57.00
	Ukupno	51	40.10	5.60	21.00	57.00
Dugo merenje	II [*]	38	44.39	8.15	28.00	62.00
	III ^{**}	13	46.84	8.73	31.00	57.00
	Ukupno	51	45.01	8.28	28.00	62.00
Treće merenje	II [*]	38	44.58	8.07	29.00	60.00
	III ^{**}	13	38.11	6.55	27.40	49.00
	Ukupno	51	42.93	8.16	27.40	60.00
Razlika	II [*]	38	5.78	8.33	-11.00	24.00
	III ^{**}	13	-5.80	6.46	-14.60	4.00
	Ukupno	51	2.83	9.35	-14.60	24.00

* Druga klasa vidljivosti po Mallampatiju

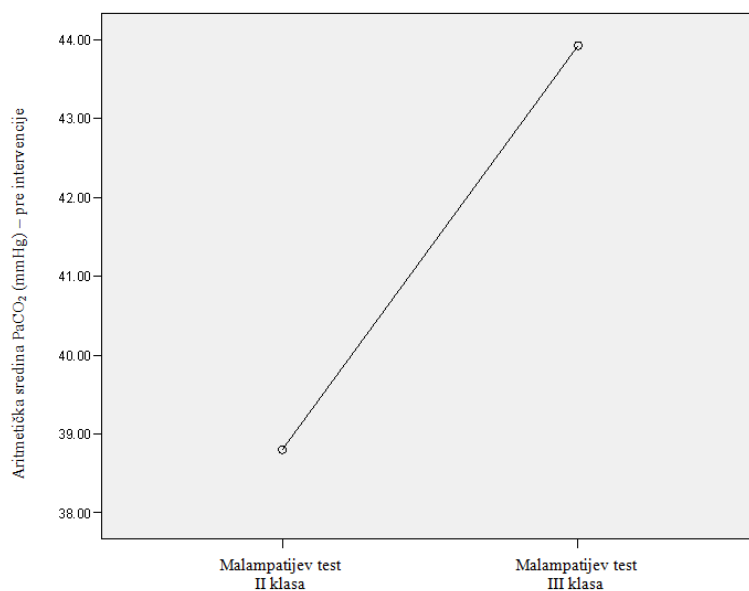
** Treća klasa vidljivosti po Mallampatiju

Prosečna vrednost PaCO₂ u prvom merenju statistički je značajno različita ($F=9.470$; $p=0.003 < 0.05$) između druge i treće klase vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV-KMV bolesnika.

Prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju statistički je značajno različita ($F=6.79$; $p=0.012 < 0.05$) između druge i treće klase vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV-KMV.

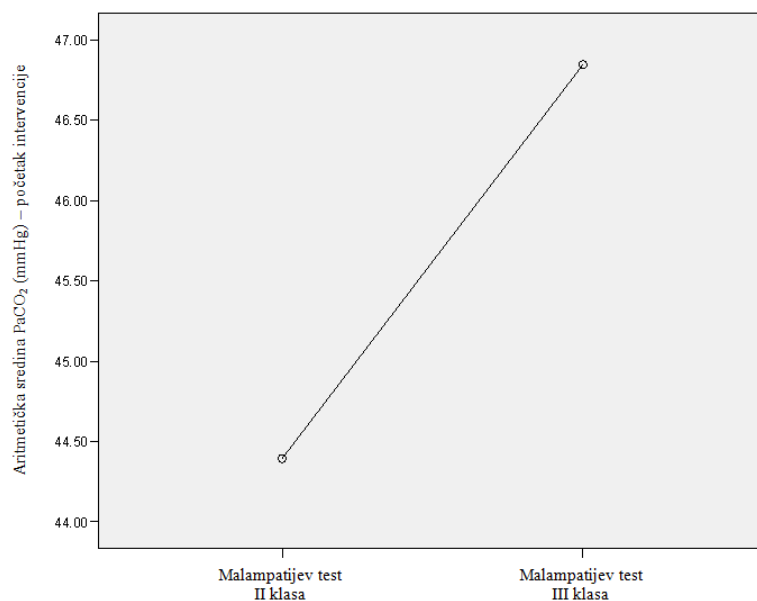
Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ je statistički značajno različita ($F=20.77$; $p=0.0001 < 0.05$) između druge i treće klase vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV-KMV bolesnika (Grafik 14).

Kada se analiziraju kretanja prosečne vrednosti PaCO_2 u prvom merenju može se uočiti da se prosečne vrednosti PaCO_2 značajno razlikuju između klasa vidljivosti orofaringealnih struktura (Grafik 14).



Grafik 14. Aritmetička sredina PaCO_2 u prvom merenju kod drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV-KMV.

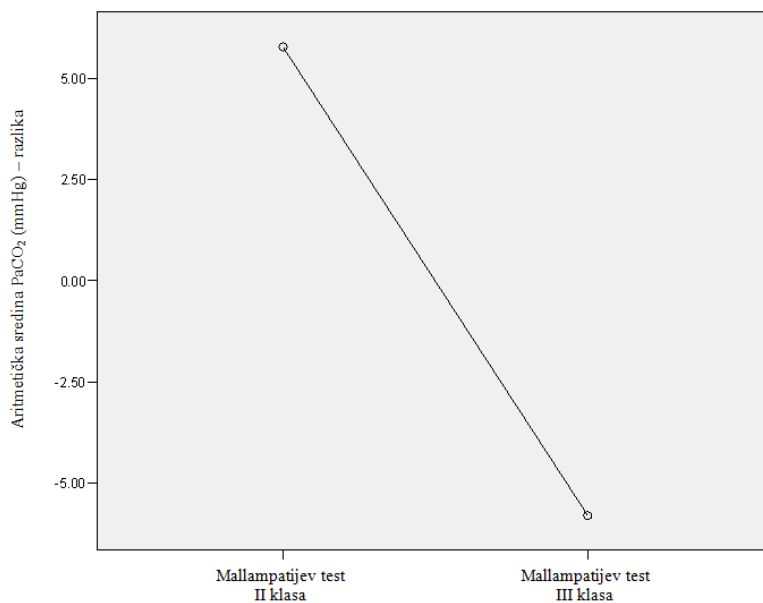
Kada se prate kretanja prosečnih vrednosti PaCO_2 u drugom merenju uočavaju se nešto više prosečne vrednosti PaCO_2 u odnosu na prvo merenje; prosečne vrednosti PaCO_2 u trećoj klasi i u ovom merenju su više u odnosu na drugu klasu (Grafik 15).



Grafik 15. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju kod drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju.

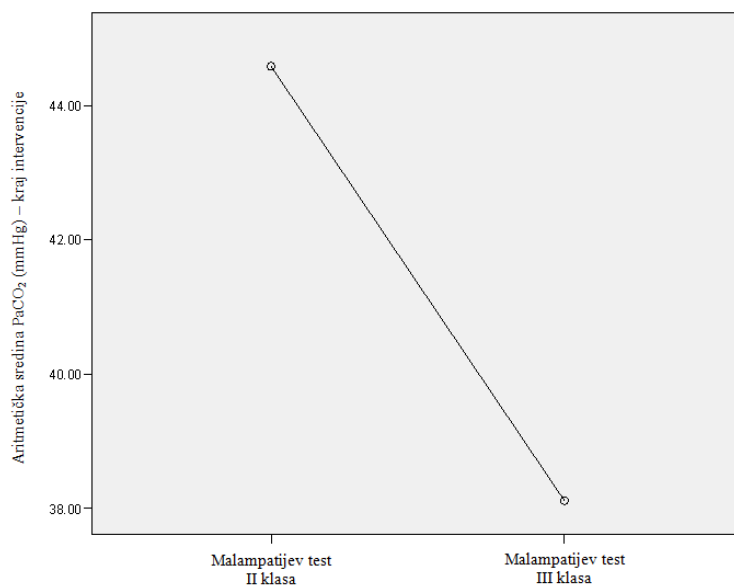
Kada se prate kretanja prosečnih vrednosti PaCO₂ prilikom trećeg merenja kod bolesnika sa drugim stepenom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je 44.58 mmHg, i ne razlikuje se mnogo od vrednosti PaCO₂ u drugom merenju.

Kod bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je 38.11 mmHg i značajno je manja u odnosu na prvo i drugo merenje (Grafik 16).



Grafik 16. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju kod drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju.

Razlika posečnih vrednosti PaCO₂ između prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju je statistički značajna ($F=20,77; p=0.000 < 0.05$) u grupi VFV-KMV bolesnika (Grafik 17).



Grafik 17. Razlika aritmetičke sredine PaCO₂ između drugog i trećeg stepena vidljivosti orofarinksa po Malapatiju u grupi VFV-KMV.

Od ukupnog broja (51) bolesnika, u grupi VFV prilikom prvog merenja PaCO₂, kod 1 bolesnika sa prvom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.00 mmHg. Kod 46 bolesnika sa drugom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.59 mmHg (SD=5.09). Kod 4 bolesnika sa trećom klasom vidljivosti po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.07 mmHg (SD=2.29) (Tabela 23).

U drugom merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod jednog bolesnika sa prvom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju prosečna vrednost PaCO₂ je bila 48.00 mmHg. Kod 46 bolesnika sa drugom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.83 mmHg (SD=8.59). Kod 4 bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.17 mmHg (SD=8.17) (Tabela 23).

U trećem merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 1 bolesnika sa prvom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.50 mmHg. Kod 38 bolesnika sa drugom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.75 mmHg (SD=7.81). Kod 4 bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 46.37 mmHg (SD=6.35) (Tabela 23).

Tabela 23. Prosečna vrednost PaCO₂ u svakom od tri merenja u odnosu na vidljivost orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV.

PaCO ₂ mmHg	Malampati klasa	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	I*	1	44.00	.	44.00	44.00
	II**	46	41.59	5.09	32.60	63.00
	III**	4	40.07	2.29	38.00	43.30
	Ukupno	51	41.52	4.90	32.60	63.00
Drugo merenje	I	1	48.00	.	48.00	48.00
	II	46	47.83	8.59	30.40	62.00
	III	4	45.17	8.17	35.00	55.00
	Ukupno	51	47.62	8.42	30.40	62.00
Treće merenje	I	1	45.50	.	45.50	45.50
	II	46	47.75	7.81	36.00	65.00
	III	4	46.37	6.34	38.50	54.00
	Ukupno	51	47.60	7.59	36.00	65.00
Razlika	I	1	1.50	.	1.50	1.50
	II	46	6.15	8.12	-6.00	24.00
	III	4	6.30	8.21	-4.80	15.00
	Ukupno	51	6.07	7.99	-6.00	24.00

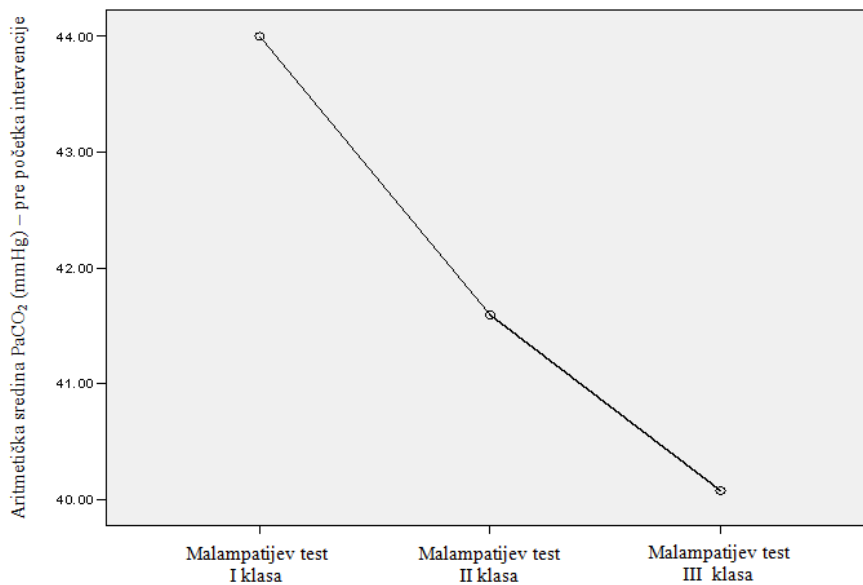
* Prva klasa vidljivosti po Malampatiju

** Druga klasa vidljivosti po Malampatiju

*** Treća klasa vidljivosti po Malampatiju

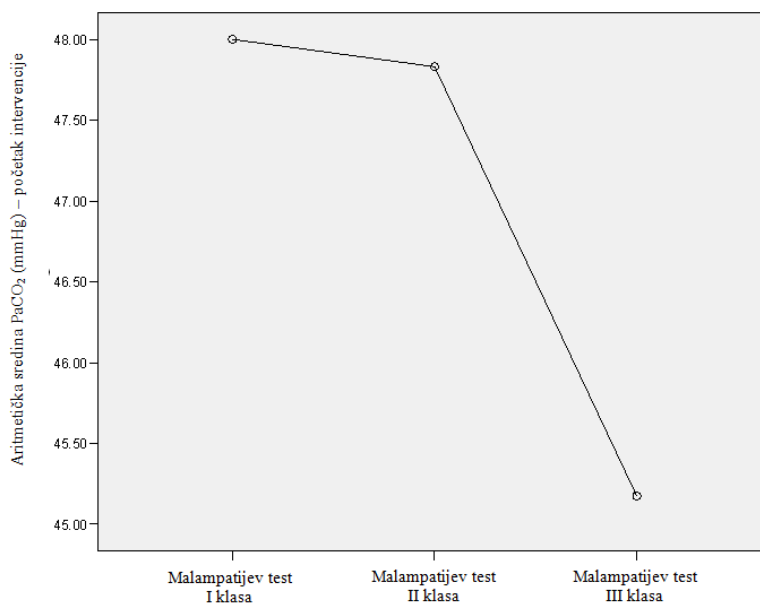
Prosečna vrednosti PaCO₂ nije statistički značajno različita ($p > 0.05$) između tri merenja u odnosu na klase vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV bolesnika.

Kada se prati prosečna vrednosti PaCO₂ u prvom merenju, uočava se najviša prosečna vrednost PaCO₂ jedino u prvom stepenu vidljivosti po Malampatiju (Grafik 18).



Grafik 18. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju kod prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV bolesnika

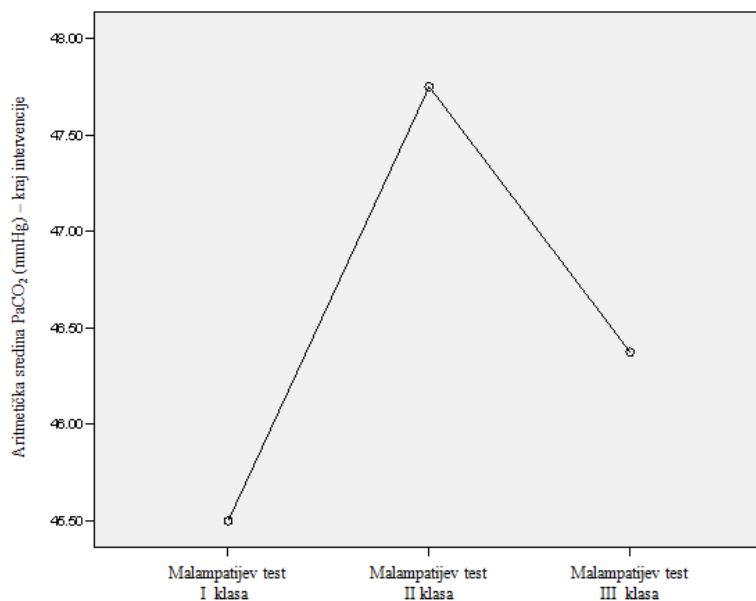
Kada se prati trend kretanja vrednosti PaCO₂ u drugom merenju može se uočiti da je kod bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ bila 45.17mmHg, ali je vrednost u trećoj klasi vidljivosti orofarinksa bila niža u odnosu na ostale klase vidljivosti po Malampatiju (Grafik 19).



Grafik 19. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju kod prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV.

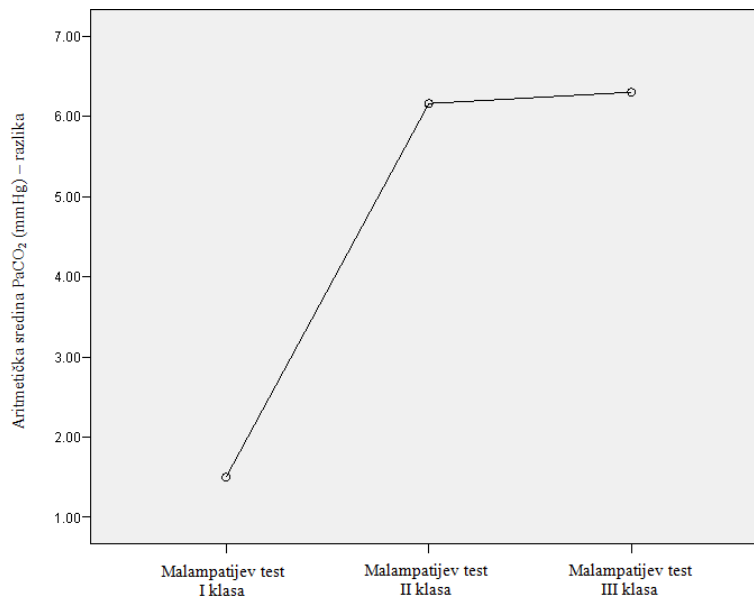
Kada se prati trend kretanja vrednosti PaCO₂ prilikom trećeg merenja može se uočiti da su vrednosti PaCO₂ bile više u odnosu na referentne vrednosti PaCO₂ u svakoj klasi.

Kod bolesnika sa trećom klasom vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 46.37mmHg i značajno je viša u odnosu na istu klasu grupe VFV-KMV (PaCO₂=38,11 mmHg) (Grafik 16 i 20).



Grafik 20. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju kod prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV bolesnika

Razlika prosečnih vrednosti PaCO₂ između prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju nije statistički značajna ($F=0.162$; $p=0.85>0.05$) u grupi VFV bolesnika (Grafik 21)



Grafik 21. Razlika prosečnih vrednosti PaCO₂ između prvog, drugog i trećeg stepena vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju u grupi VFV bolesnika.

9. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PaCO₂ U ODNOSU NA MHR U OBE GRUPE BOLESNIKA

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi **VFV-KMV**, prilikom prvog merenja kod 37 bolesnika sa normalnim MHR=3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 39.62 mmHg (SD=5.58). Kod 2 bolesnika sa MHR > 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.50 mmHg (SD=3.53). Kod 12 bolesnika sa MHR < 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.17 mmHg (SD=6.02) (Tabela 24).

Prilikom drugog merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 37 bolesnika sa normalnim MHR prosečna vrednost PaCO₂ je bila 43.51 mmHg.(SD=8.68). Kod 2 bolesnika sa MHR > 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.20 mmHg (SD=8.76). Kod 12 bolesnika sa MHR < 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.29 mmHg (SD=5.43) (Tabela 24).

Prilikom trećeg merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 37 bolesnika sa normalnim MHR, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.89 mmHg (SD=8.42). Kod 2 bolesnika sa MHR > 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.00 mmHg (SD=4.24).

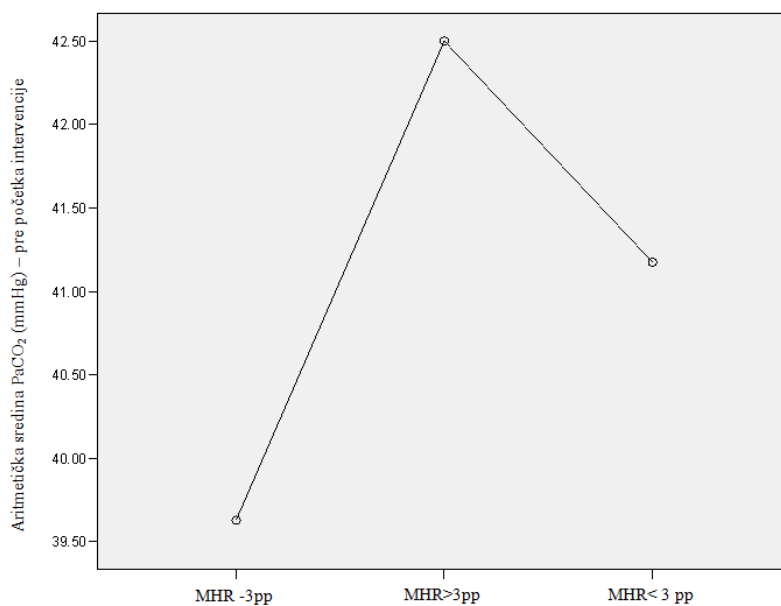
Kod 12 bolesnika sa MHR < 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.72 mmHg (SD=8.23) (Tabela 24).

Tabela 24. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenjau u odnosu na MHR u grupi VFV-KMV bolesnika.

Pa CO ₂ mmHg	Mento- hoidno rastojanje	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	=3pp	37	39.62	5.58	21.00	52.00
	> 3 pp	2	42.50	3.53	40.00	45.00
	< 3 pp	12	41.17	6.02	33.00	57.00
	Ukupno	51	40.10	5.60	21.00	57.00
Drugo merenje	=3pp	37	43.51	8.68	28.00	62.00
	> 3 pp	2	47.20	8.76	41.00	53.40
	< 3 pp	12	49.29	5.43	39.00	57.00
	Ukupno	51	45.01	8.28	28.00	62.00
Treće merenje	=3pp	37	42.89	8.42	27.40	60.00
	> 3 pp	2	45.00	4.24	42.00	48.00
	< 3 pp	12	42.72	8.23	32.00	59.00
	Ukupno	51	42.93	8.16	27.40	60.00
Razlika	=3pp	37	3.26	9.20	-14.60	24.00
	> 3 pp	2	2.50	0.70	2.00	3.00
	< 3 pp	12	1.55	10.85	-12.90	22.00
	Ukupno	51	2.83	9.35	-14.60	24.00

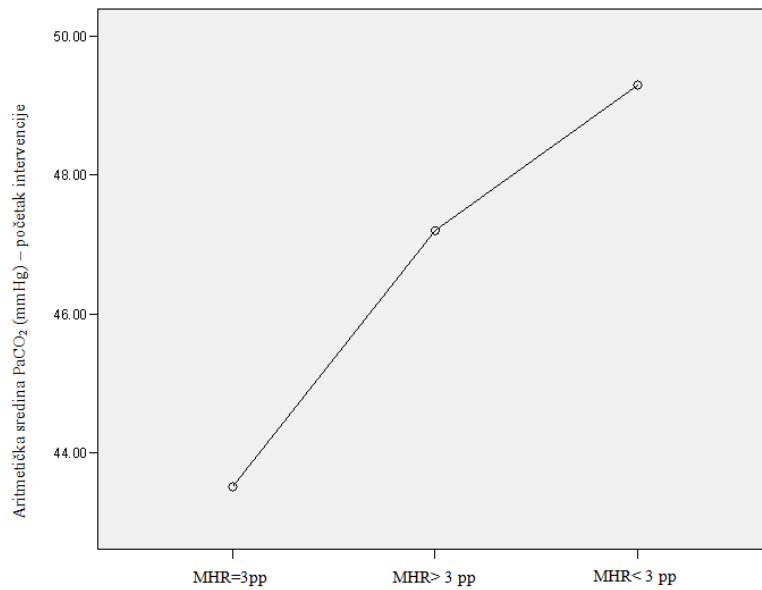
Prosečna vrednost PaCO₂ nije statistički značajno različita ($p > 0.05$) između različitih kategorija veličine MHR u sva tri merenja u grupi VFV-KMV bolesnika.

Kada se prati kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u prvom merenju može se uočiti da ne postoji značajna razlika u prosečnim vrednostima PaCO₂ (Grafik 22).



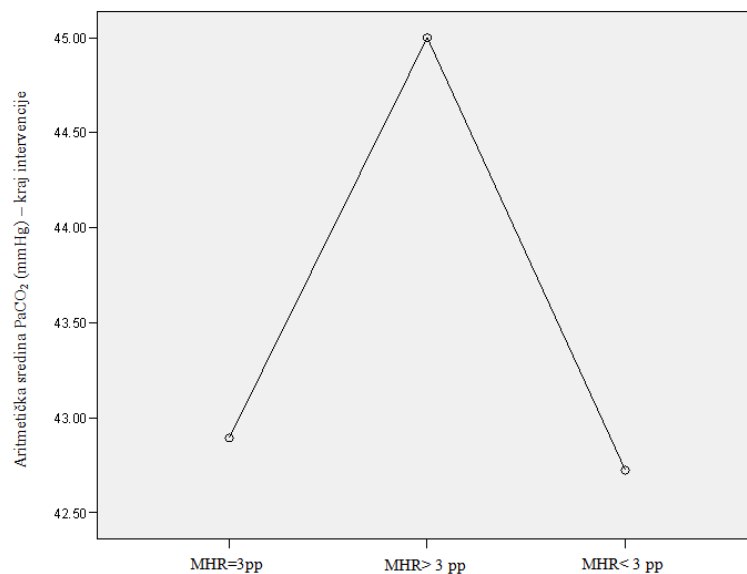
Grafik 22. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju kod normalnog MHR, MHR>3pp i MHR<3pp u grupi VFV-KMV.

Kada se prati kretanja vrednosti PaCO₂ u drugom merenju mogu se uočiti povećane prosečne vrednosti PaCO₂ i kod bolesnika sa MHR > 3pp (47.20 mmHg) i kod bolesnika sa MHR < 3pp (49.29 mmHg) (Grafik 23).



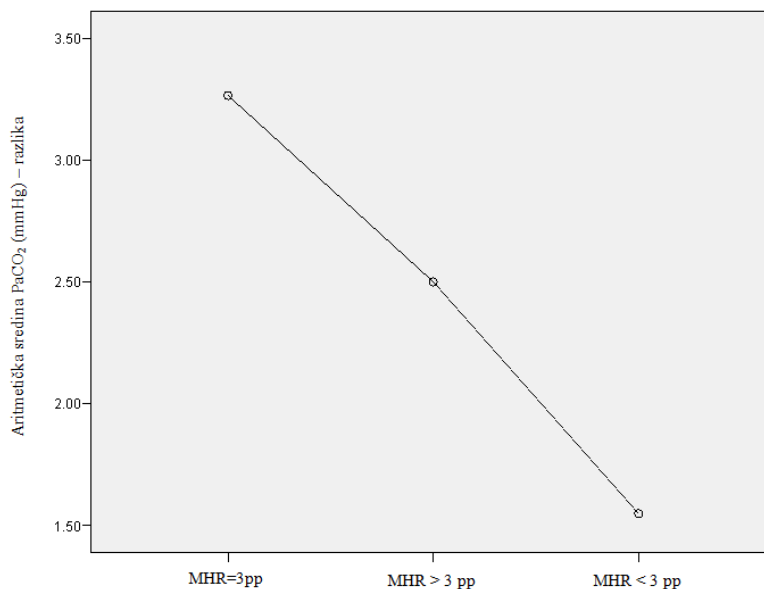
Grafik 23. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju kod normalnog MHR, MHR>3pp i MHR<3pp u grupi VFV-KMV.

Kada se prati trend kretanja vrednosti PaCO₂ u trećem merenju, prosečne vrednosti PaCO₂ su ujednačene i ispod referentnih vrednosti za PaCO₂ (Grafik 24).



Grafik 24. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju kod normalnog MHR, MHR>3pp i MHR<3pp u grupi VFV-KMV.

Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ između tri kategorije veličine normalnog MHR, nije statistički značajna ($F=0.148$; $p=0.86>0.05$) (Grafik 25).



Grafik 25. Razlika prosečnih vrednosti PaCO₂ između normalnog MHR, MHR>3pp, MHR<3pp.

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi **VFV**, prilikom prvog merenja PaCO₂, kod 43 bolesnika sa normalnim MHR=3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.56 mmHg.(SD=5.11). Kod 2 bolesnika sa MHR > 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.50 mmHg (SD=2.12). Kod 6 bolesnika sa MHR< 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.88 mmHg (SD=4.29) (Tabela 25).

U drugom merenju PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 43 bolesnika sa normalnim MHR prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.40 mmHg.(SD=8.68). Kod 2 bolesnika sa MHR > 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 48.50 mmHg (SD=3.53). Kod 6 bolesnika sa MHR< 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 48.95 mmHg (SD=8.38) (Tabela 25).

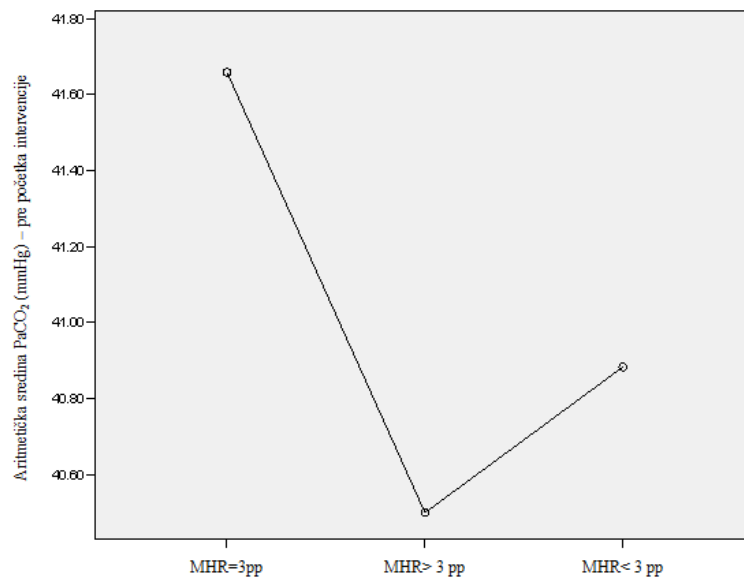
U trećem merenju PaCO₂,od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 43 bolesnika sa normalnim MHR , prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.95 mmHg.(SD=7.00). Kod 2 bolesnika sa MHR > 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.00 mmHg (SD=18.38). Kod 6 bolesnika MHR< 3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.58 mmHg (SD=9.13) (Tabela 25).

Tabela 25. Prosečna vrednost PaCO₂ u svakom od tri merenja u odnosu na MHR u grupi VFV bolesnika.

PaCO ₂ mmHg	Mento- hoidno rastojanje	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	=3pp	43	41.65	5.11	32.60	63.00
	> 3 pp	2	40.50	2.12	39.00	42.00
	< 3 pp	6	40.88	4.29	34.00	44.00
	Ukupno	51	41.52	4.90	32.60	63.00
Drugo merenje	=3pp	43	47.40	8.68	30.40	62.00
	> 3 pp	2	48.50	3.53	46.00	51.00
	< 3 pp	6	48.95	8.38	38.00	60.00
	Ukupno	51	47.62	8.42	30.40	62.00
Treće merenje	=3pp	43	47.95	7.00	36.00	65.00
	> 3 pp	2	49.00	18.38	36.00	62.00
	< 3 pp	6	44.58	9.13	36.00	58.00
	Ukupno	51	47.60	7.59	36.00	65.00
Razlika	=3pp	43	6.29	7.92	-6.00	24.00
	> 3 pp	2	8.50	16.26	-3.00	20.00
	< 3 pp	6	3.70	7.01	-4.80	14.00
	Ukupno	51	6.07	7.99	-6.00	24.00

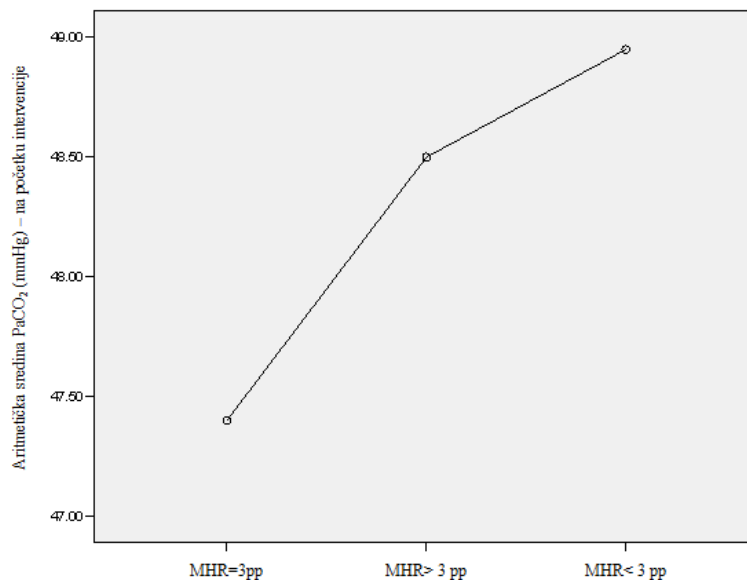
Prosečne vrednosti PaCO₂ nisu statistički značajno različite ($p > 0.05$) između kategorija veličine MHR u svakom od tri merenja u grupi VFV bolesnika.

U prvom merenju prosečne vrednosti PaCO₂ u sve tri kategorije veličine MHR su ispod referentnih vrednosti za PaCO₂ (Grafik 26).



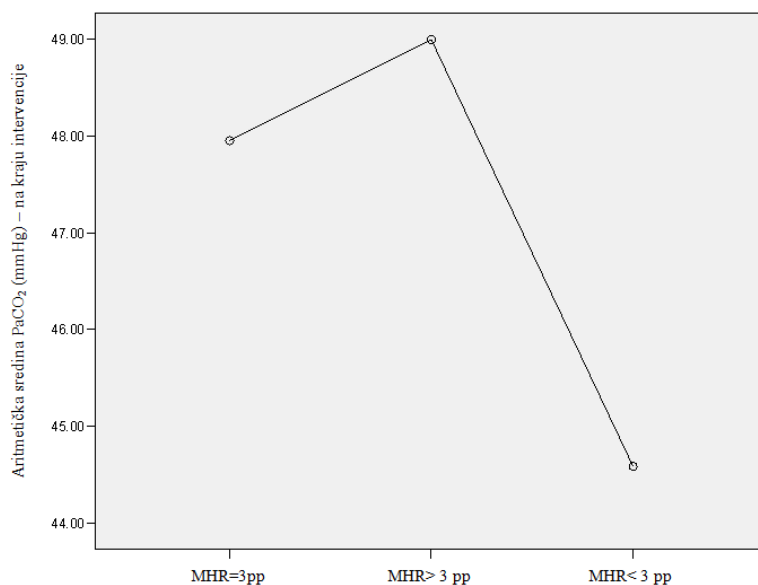
Grafik 26. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju kod normalnog MHR, MHR>3pp i MHR<3pp .

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom drugog merenja PaCO₂ u sve tri kategorije, veličine MHR (47.40 mmHg, 48.50 mmHg, 48,95 mmHg) može se uočiti da su vrednosti PaCO₂ više u odnosu na prvo merenje; sve tri vrednosti su iznad referentnih vrednosti za PaCO₂ (Grafik 27).



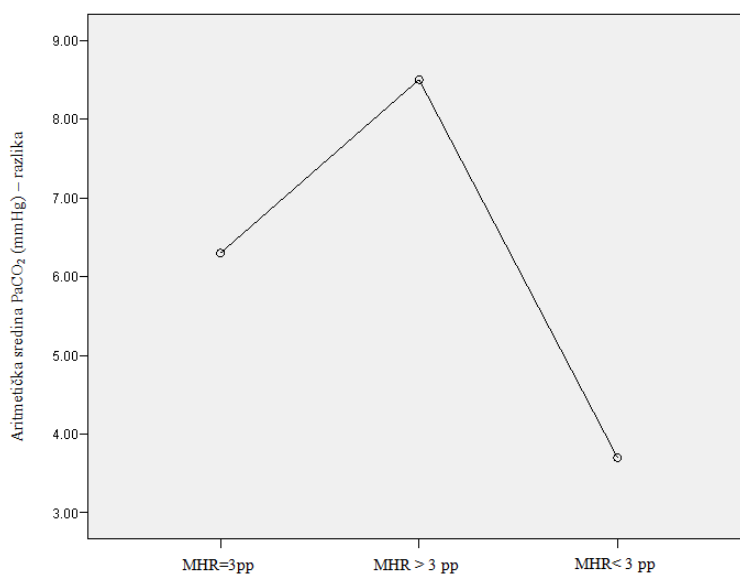
Grafik 27. Prosečna vrednost PaCO₂ u drugom merenju kod bolesnika sa normalnim MHR, MHR>3pp i MHR<3pp u grupi VFV.

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom trećeg merenja, najveća vrednost PaCO₂ je bila kod bolesnika sa MHR>3pp (u grupi VFV-KMV vrednost PaCO₂ je bila 45.00 mmHg u trećem merenju kod bolesnika sa MHR>3pp (Grafik 24 i 28).



Grafik 28. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju kod bolesnika sa normalnim MHR, MHR>3pp i MHR<3pp u grupi VFV.

Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ između normalnog MHR, MHR>3pp i MHR<3pp nije statistički značajna ($F=0.36$; $p=0.69>0.05$) (Grafik 29).



Grafik 29. Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ između normalnog MHR, MHR>3pp, MHR<3pp u grupi VFV-KMV bolesnika.

10. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PaCO₂ U ODNOSU NA STANJE ZUBA U GORNJOJ I DONJOJ VILICI

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi **VFV-KMV**, u prvom merenju, kod 32 bolesnika (prisutni svi zubi) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.47 mmHg (SD=5.45). Kod 10 bolesnika (zubi delimično nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.02mmHg (SD=6.57). Kod 6 bolesnika (zubi nedostaju), prosečna vrednost je bila PaCO₂ je 37.66 mmHg (SD=6.47). Kod 3 bolesnika (prisutni implantati) prosečna vrednost je bila PaCO₂ 41.33 mmHg (SD=1.52) (Tabela 26).

Prilikom drugog merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 32 bolesnika (prisutni svi zubi) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.83 mmHg (SD=8.16). Kod 10 bolesnika (zubi delimično nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.94 mmHg (SD=9.58). Kod 6 bolesnika (zubi nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.66 mmHg (SD=9.09). Kod 3 bolesnika (prisutni implantati) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.00 mmHg (SD=5.29) (Tabela 26).

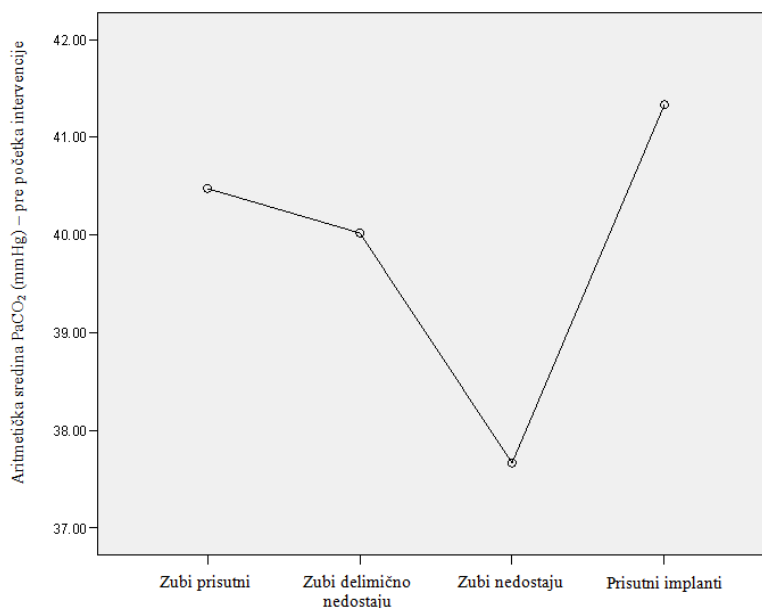
Prilikom trećeg merenja PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 32 bolesnika (prisutni svi zubi) prosečna vrednost PaCO₂ je 43.24 mmHg (SD=9.84). Kod 10 bolesnika (zubi delimično nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je 42.80 mmHg (SD=6.81). Kod 6 bolesnika (zubi nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je 42.50 mmHg (SD=94.41). Kod 3 bolesnika (prisutni implantati) prosečna vrednost PaCO₂ 41.00 mmHg (SD=2.64) (Tabela 26).

Tabela 26. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja u odnosu na stanje zuba u grupi VFV-KMV.

PaCO ₂ mmHg	Stanje zuba	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	Prisutni	32	40.47	5.45	21.00	57.00
	Delimično nedostaju	10	40.02	6.57	33.00	52.00
	Nedostaju	6	37.66	6.47	27.00	46.00
	Implanti	3	41.33	1.52	40.00	43.00
	Ukupno	51	40.10	5.60	21.00	57.00
Drugo merenje	Prisutni	32	45.83	8.16	31.00	62.00
	Delimično nedostaju	10	42.94	9.58	28.00	53.40
	Nedostaju	6	44.66	9.09	36.00	57.00
	Implanti	3	44.00	5.29	40.00	50.00
	Ukupno	51	45.01	8.28	28.00	62.00
Treće merenje	Prisutni	32	43.24	9.48	27.40	60.00
	Delimično nedostaju	10	42.80	6.81	32.00	52.00
	Nedostaju	6	42.50	4.41	36.00	49.00
	Implanti	3	41.00	2.64	38.00	43.00
	Ukupno	51	42.93	8.16	27.40	60.00
Razlika	Prisutni	32	2.76	10.62	-14.60	24.00
	Delimično nedostaju	10	2.78	7.39	-12.00	13.00
	Nedostaju	6	4.83	8.03	-3.00	18.00
	Implanti	3	-.33	1.52	-2.00	1.00
	Ukupno	51	2.83	9.35	-14.60	24.00

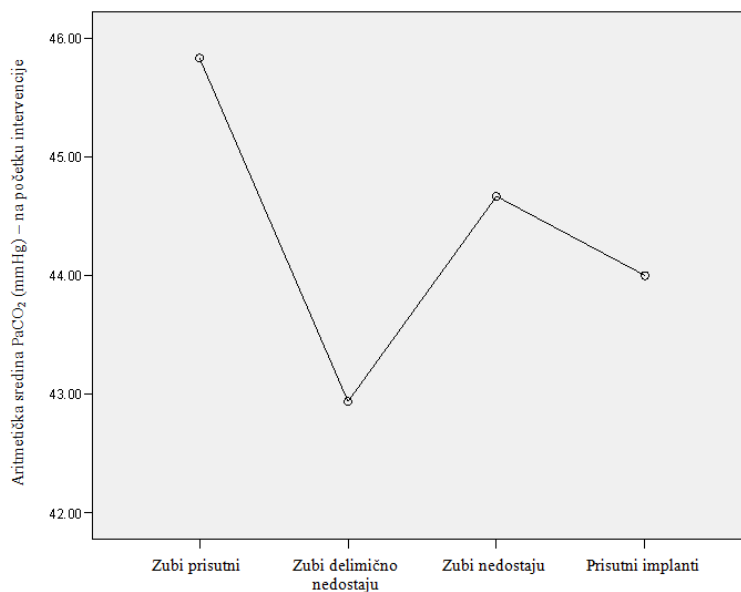
Prosečna vrednost PaCO₂ nije statistički značajna ($p > 0.05$) između kategorija stanja zuba u sva tri merenja u grupi VFV-KMV bolesnika.

Kada se analizira kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom prvog merenja, vrednosti PaCO₂ su ujednačene i ispod referentnih vrednosti za PaCO₂ (Grafik 30).



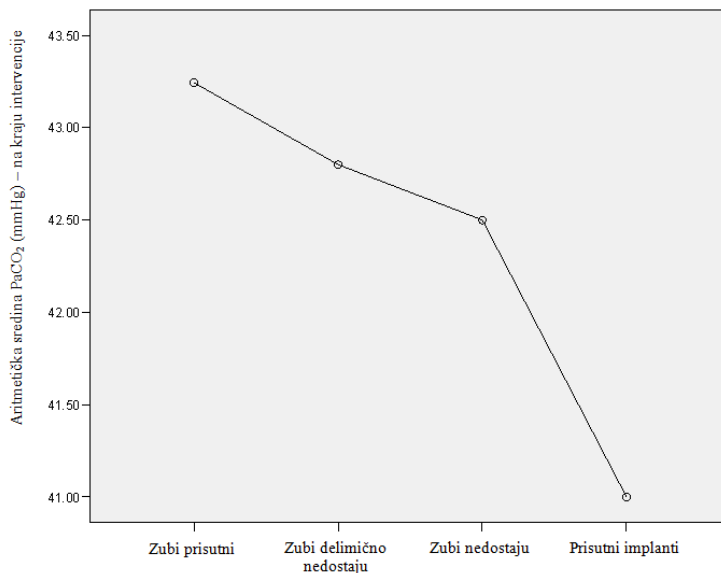
Grafik 30. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju u odnosu na stanje zuba u grupi VFV-KMV bolesnika

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom drugog merenja nema značajnih odstupanja u odnosu na kategorije stanje zuba i referentnu vrednost za PaCO₂ (Grafik 31).



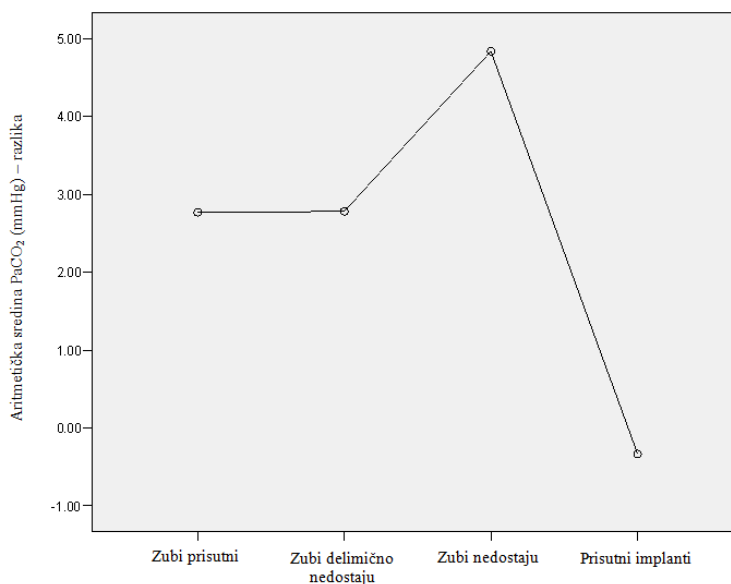
Grafik 31. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju u odnosu na stanje zuba u grupi VFV-KMV bolesnika.

Kada se prati kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ prilikom trećeg merenja nema značajne razlike u odnosu na prvo i drugo merenje, prosečne vrednosti PaCO₂ su ujednačene u grupi VFV-KMV bolesnika (Grafik 32).



Grafik 32. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju u odnosu na stanje zuba u grupi VFV-KMV bolesnika.

Razlika prosečnih vrednosti PaCO₂ između četiri kategorije stanja zuba, nije statistički značajna ($F=0.197$ $p=0.89 > 0.05$) (Grafik 33)



Grafik 33. Razlika prosečnih vrednosti PaCO₂ između stanja zuba u grupi VFV-KMV bolesnika.

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi **VFV**, prilikom prvog merenja PaCO₂, kod 29 bolesnika (prisutni svi zubi) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.30 mmHg (SD=5.45). Kod 11 bolesnika (zubi delimično nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.93 mmHg (SD=3.23). Kod 10 bolesnika (zubi nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42,06 mmHg (SD=8.13). Kod 1 bolesnika (prisutni implantanti) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 38.00 mmHg (Tabela 27).

U drugom merenju PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 29 bolesnika (prisutni svi zubi) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 46.38 mmHg (SD=8.80). Kod 11 bolesnika (zubi delimično nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.67 mmHg (SD=7.65). Kod 10 bolesnika (zubi nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.14 mmHg (SD=8.66). Kod 1 bolesnika (prisutni implantanti) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 46.00 mmHg (SD=5.29) Tabela 27).

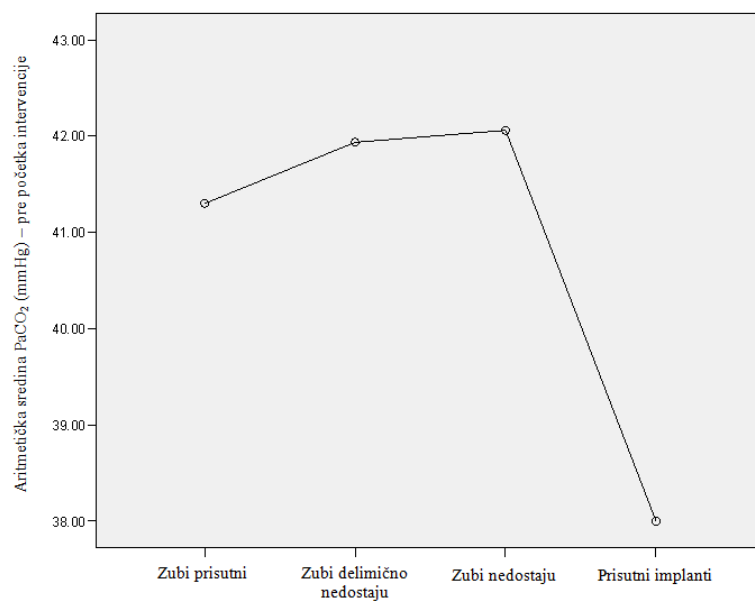
U trećem merenju PaCO₂, od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 29 bolesnika (prisutni svi zubi) prosečna vrednost PaCO₂ je bilo 45.36 mmHg (SD=6.71). Kod 11 bolesnika (zubi delimično nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.77 mmHg (SD=8.76). Kod 10 bolesnika (zubi nedostaju), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 51.26 mmHg (SD=7.46). Kod 1 bolesnika (prisutni implantanti) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 52.00 mmHg (Tabela 27).

Tabela 27. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja a u odnosu na stanje zuba u grupi VFV.

PaCO ₂ mmHg	Stanje zuba	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	Prisutni	29	41.30	4.14	34.00	49.00
	Delimično nedostaju	11	41.93	3.23	37.00	48.30
	Nedostaju	10	42.06	8.13	32.60	63.00
	Implanti	1	38.00	.	38.00	38.00
	Ukupno	51	41.52	4.90	32.60	63.00
Drugo merenje	Prisutni	29	46.38	8.80	30.40	62.00
	Delimično nedostaju	11	49.67	7.65	32.00	62.00
	Nedostaju	10	49.14	8.66	33.00	62.00
	Implanti	1	46.00	.	46.00	46.00
	Ukupno	51	47.62	8.42	30.40	62.00
Treće merenje	Zubi	29	45.36	6.71	36.00	62.00
	Delimično nedostaju	11	49.77	8.76	36.00	65.00
	Nedostaju	10	51.26	7.46	42.00	60.00
	Implanti	1	52.00	.	52.00	52.00
	Ukupno	51	47.60	7.59	36.00	65.00
Razlika	Prisutni	29	4.06	6.89	-5.00	21.00
	Delimično nedostaju	11	7.83	9.03	-3.30	23.00
	Nedostaju	10	9.20	9.03	-6.00	24.00
	Implanti	1	14.00	.	14.00	14.00
	Ukupno	51	6.07	7.99	-6.00	24.00

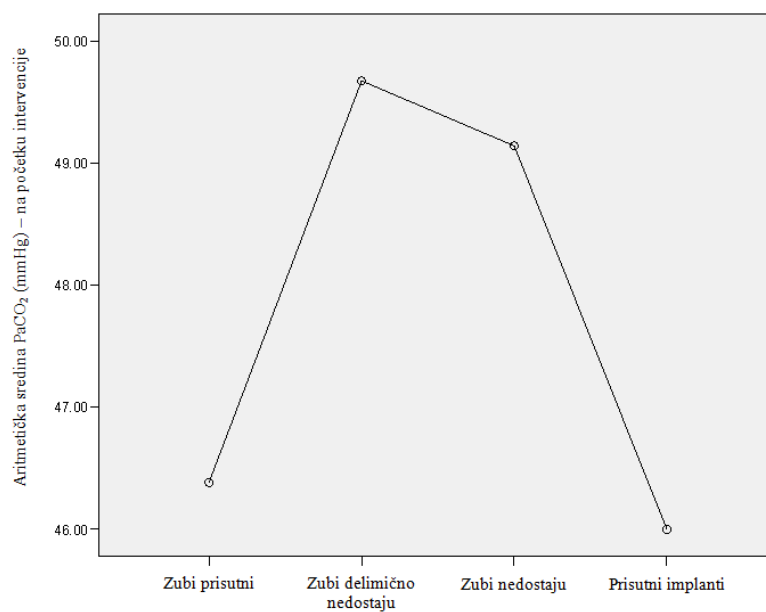
Prosečna vrednost PaCO₂ nije statistički značajno različita ($p > 0.05$) u odnosu kategorije stanja zuba u sva tri merenja u grupi VFV bolesnika.

Kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u toku prvog merenja je u referentnim granicama za vrednost PaCO₂ (Grafik 34).



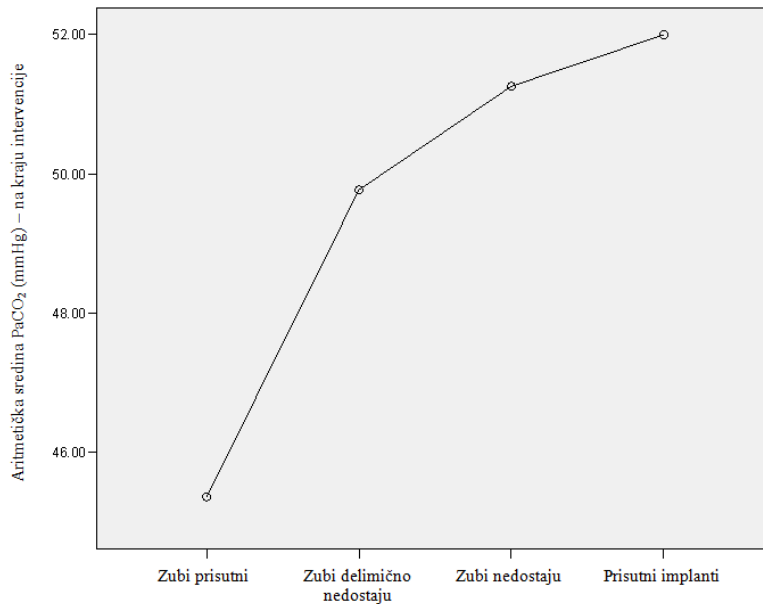
Grafik 34. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju u odnosu na stanje zuba u grupi VFV.

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u toku drugog merenja može se uočiti porast vrednosti PaCO₂ u sve četiri kategorije stanja zuba, a pogotovo kod bolesnika kod kojih zubi nedostaju (Grafik 35).



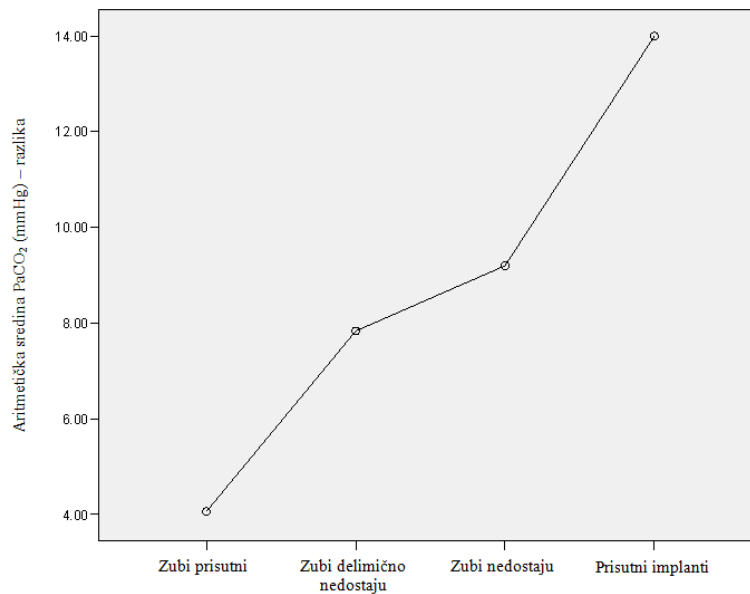
Grafik 35. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju u odnosu na stanje zuba u grupi VFV bolesnika

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u toku trećeg merenja uočava se porast prosečne vrednosti PaCO₂ kod bolesnika (10) kod kojih zubi nedostaju i kod bolesnika (1) koji ima ugrađene implante (Grafik 36).



Grafik 36. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju u odnosu na stanje zuba u grupi VFV bolesnika

Razlika prosečnih vrednosti PaCO₂ između različitih kategorija stanjima zuba nije statistički značajna ($F=1.69$ $p=0.18>0.05$) (Grafikon 37).



Grafikon 37. Razlika prosečnih vrednosti PaCO₂ među različita stanja zuba u grupi VFV bolesnika

11. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PaCO₂ U ODNOSU NA IP U OBE GRUPE BOLESNIKA

Od ukupnog broja (51) bolesnika u grupi **VFV-KMV** prilikom prvog merenja PaCO₂, kod 47 bolesnika sa normalnim interincizionim prostorom, IP=3pp prosečna vrednost PaCO₂ je bila 39.85 mmHg (SD=5.67). Kod jednog bolesnika sa IP>3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.00 mmHg. Kod 3 bolesnika sa IP <3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.00 mmHg (SD=4.58) (Tabela 28).

U drugom merenju PaCO₂ od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 47 bolesnika sa normalnim IP prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.29 mmHg (SD=8.44). Kod 1 bolesnika sa IP>3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.00 mmHg. Kod 3 bolesnika sa IP <3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.00 mmHg (SD=7.21) (Tabela 28).

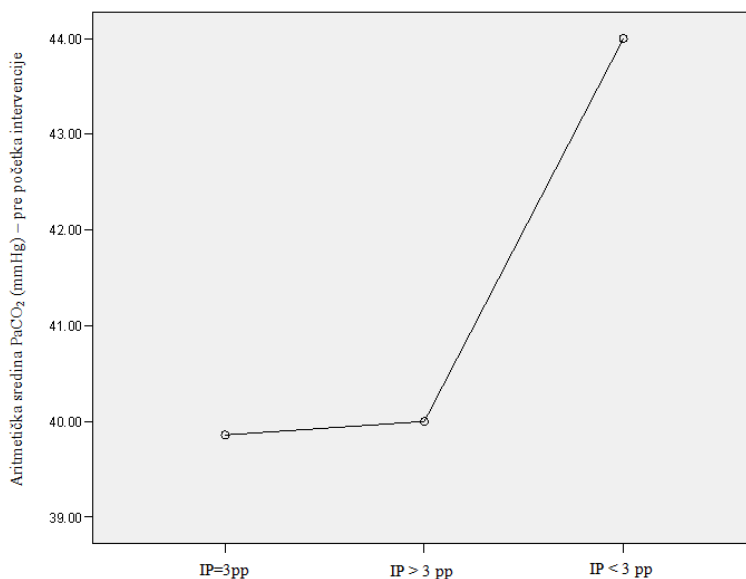
U trećem merenju PaCO₂, kod 47 bolesnika sa normalnim IP prosečna vrednost PaCO₂ je bila 43.18 mmHg (SD=8.42). Kod 1 bolesnika sa IP>3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.00 mmHg. Kod 3 bolesnika sa IP <3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 39.33 mmHg (SD=3.21) (Tabela 28)

Tabela 28. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja u odnosu na IP u grupi VFV-KMV bolesnika.

PaCO ₂ mmHg	Inter- incizorni prostor (IP)	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	IP=3pp	47	39.85	5.67	21.00	57.00
	IP > 3 pp	1	40.00	.	40.00	40.00
	IP < 3 pp	3	44.00	4.58	40.00	49.00
	Ukupno	51	40.10	5.60	21.00	57.00
Drugo merenje	IP=3pp	47	45.29	8.44	28.00	62.00
	IP > 3 pp	1	41.00	.	41.00	41.00
	<i>IP < 3 pp</i>	<i>3</i>	<i>42.00</i>	<i>7.21</i>	<i>36.00</i>	<i>50.00</i>
	Ukupno	51	45.01	8.28	28.00	62.00
Treće merenje	IP=3pp	47	43.18	8.42	27.40	60.00
	IP > 3 pp	1	42.00	.	42.00	42.00
	<i>IP < 3 pp</i>	<i>3</i>	<i>39.33</i>	<i>3.21</i>	<i>37.00</i>	<i>43.00</i>
	Ukupno	51	42.93	8.16	27.40	60.00
Razlika	IP=3pp	47	3.32	9.45	-14.60	24.00
	IP > 3 pp	1	2.00	.	2.00	2.00
	IP < 3 pp	3	-4.66	6.42	-12.00	0.00
	Ukupno	51	2.83	9.35	-14.60	24.00

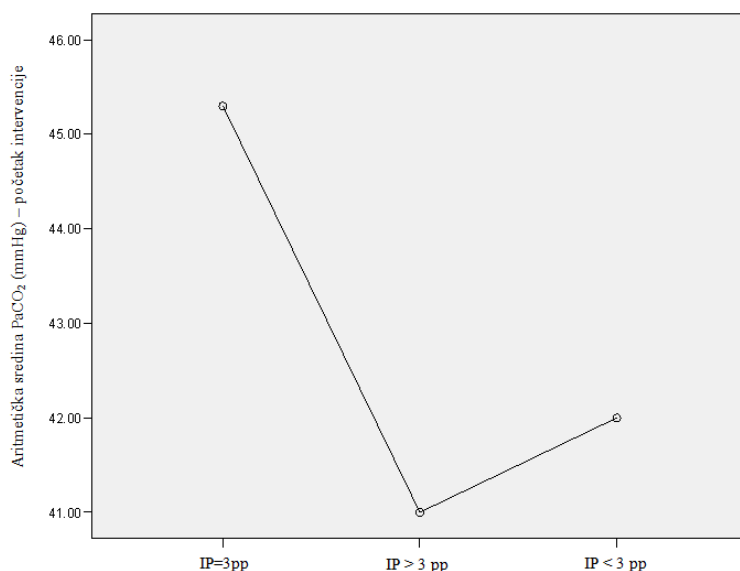
Prosečna vrednost PaCO₂ nije statistički značajno različita ($p > 0.05$) između različitih kategorija IP u grupi VFV-KMV bolesnika.

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u toku prvog merenja vrednosti su ujednačene u svim kategorijama veličina IP (Grafik 38).



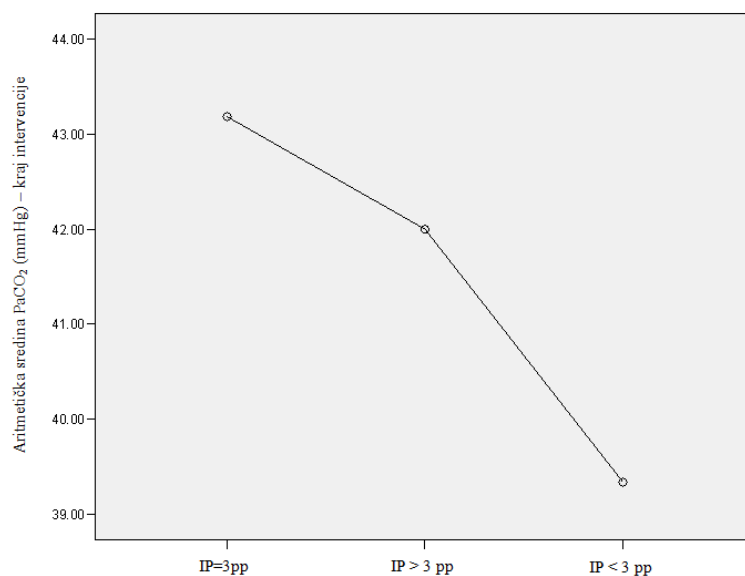
Grafik 38. Aritmetička sredina i PaCO₂ u prvom merenju u odnosu na IP u grupi VFV-KMV

Kada se analizira kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u toku drugog merenja (45.29 mmHg, 41.00 mmHg, 42.00 mmHg) može se uočiti da su prosečne vrednosti PaCO₂ ujednačene i u referentnim granicama za PaCO₂ (Grafik 39).



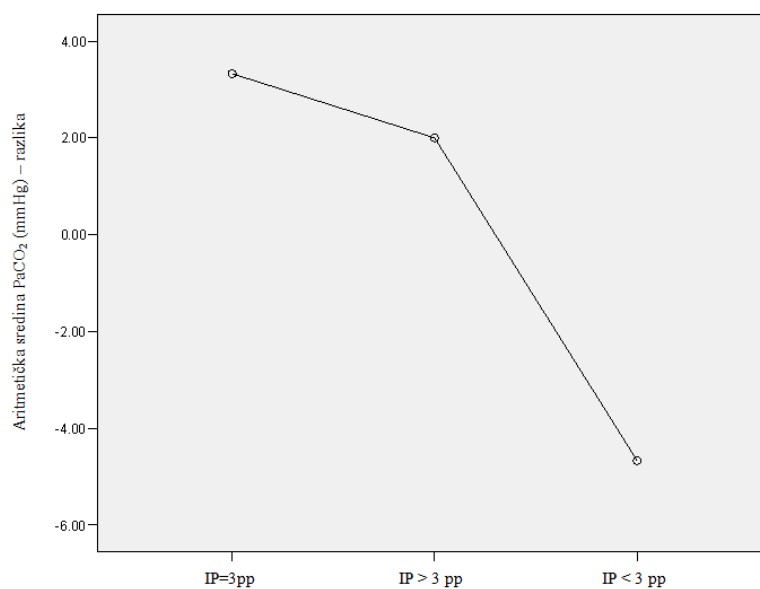
Grafik 39. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju u odnosu na IP u grupi VFV-KMV bolesnika.

Kretanja prosečnih vrednosti PaCO₂ u toku trećeg merenja su ujednačena i u granicama referentnih vrednosti (Grafik 40).



Grafik 40. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju u odnosu na IP u grupi VFV-KMV bolesnika

Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ između različitih kategorija veličine IP nije statistički značajna ($F=1.036$ $p=0.36 > 0.05$) u grupi VFV-KMV bolesnika (Grafik 41).



Grafik 41. Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ između različitih kategorija vrednosti IP u grupi VFV-KMV

Od ukupnog broja (51) bolesnika u **VFV** grupi, prilikom prvog merenja PaCO₂, kod 48 bolesnika sa normalnim IP prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.78 mmHg (SD=4.91). Kod 1 bolesnika sa IP>3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 35.00 mmHg. Kod 3 bolesnika sa IP <3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 38.50 mmHg (SD=0.70) (Tabela 29).

U drugom merenju PaCO₂ od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 48 bolesnika sa normalnim IP prosečna vrednost PaCO₂ je bilo 47.67 mmHg (SD=8.67). Kod 1 bolesnika sa IP>3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.00 mmHg. Kod 3 bolesnika sa IP <3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.75 mmHg (SD=2.47) (Tabela 29).

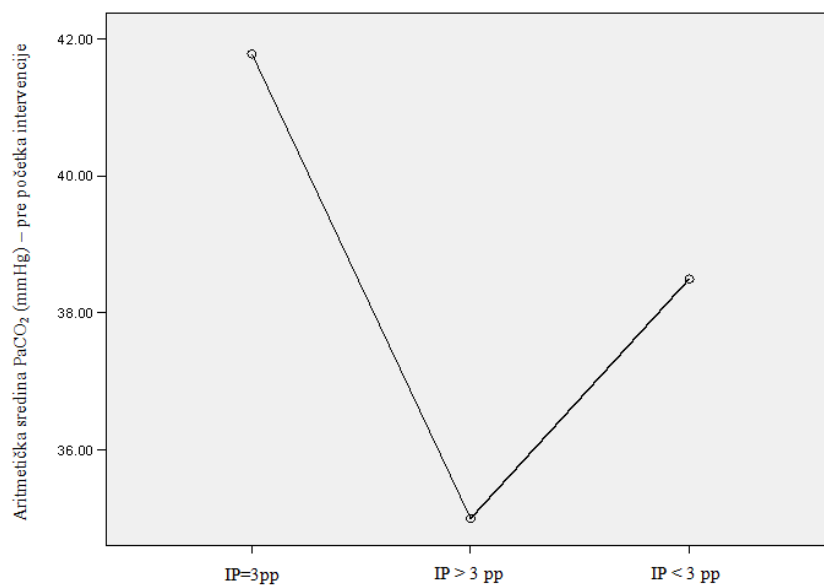
U trećem merenja PaCO₂ od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 48 bolesnika sa normalnim IP prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.52 mmHg (SD=7.72; SE=1.11). Kod 1 bolesnika sa IP>3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.00 mmHg. Kod 3 bolesnika sa IP <3pp, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 52.30 mmHg (SD=0.42; SE=0.30) (Tabela 29).

Tabela 29. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja u odnosu na IP u grupi VFV bolesnika

PaCO ₂ (mmHg)	Inter- incizorni prostor (IP)	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	Normalni IP	48	41.78	4.91	32.60	63.00
	IP > 3 pp	1	35.00	.	35.00	35.00
	IP < 3 pp	2	38.50	0.70	38.00	39.00
	Ukupno:	51	41.52	4.90	32.60	63.00
Drugo merenje	Normalni IP	48	47.67	8.67	30.40	62.00
	IP > 3 pp	1	45.00	.	45.00	45.00
	IP < 3 pp	2	47.75	2.47	46.00	49.50
	Ukupno:	51	47.62	8.42	30.40	62.00
Treće merenje	Normalni IP	48	47.52	7.72	36.00	65.00
	IP > 3 pp	1	42.00	.	42.00	42.00
	IP < 3 pp	2	52.30	0.42	52.00	52.60
	Ukupno:	51	47.60	7.59	36.00	65.00
Razlika	Normalni IP	48	5.73	8.07	-6.00	24.00
	IP > 3 pp	1	7.00	.	7.00	7.00
	IP < 3 pp	2	13.80	0.28	13.60	14.00
	Ukupno:	51	6.07	7.99	-6.00	24.00

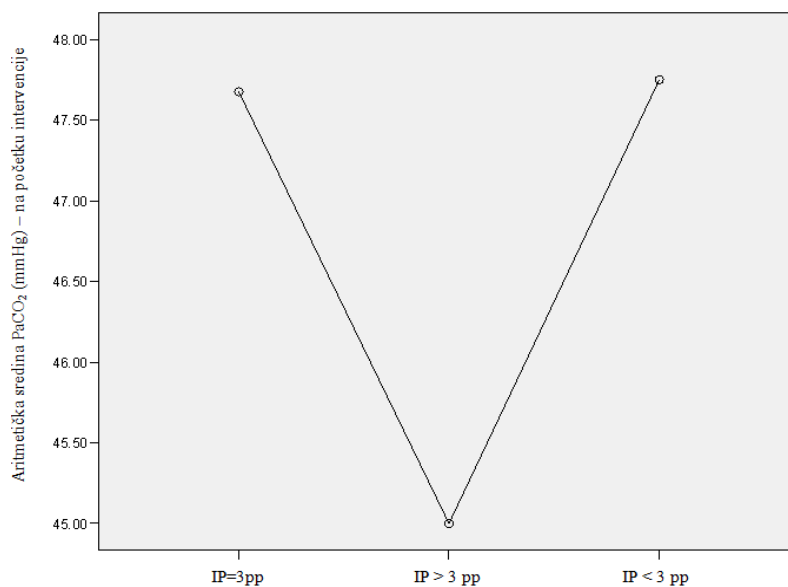
Prosečna vrednost PaCO₂ nije statistički značajno različita ($p > 0.05$) između različitih kategorija veličine IP u grupi VFV bolesnika.

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u prvom merenju (41.78 mmHg, 35.00 mmHg, 38.50 mmHg) vrednosti PaCO₂ su ujednačene (Grafik 42).



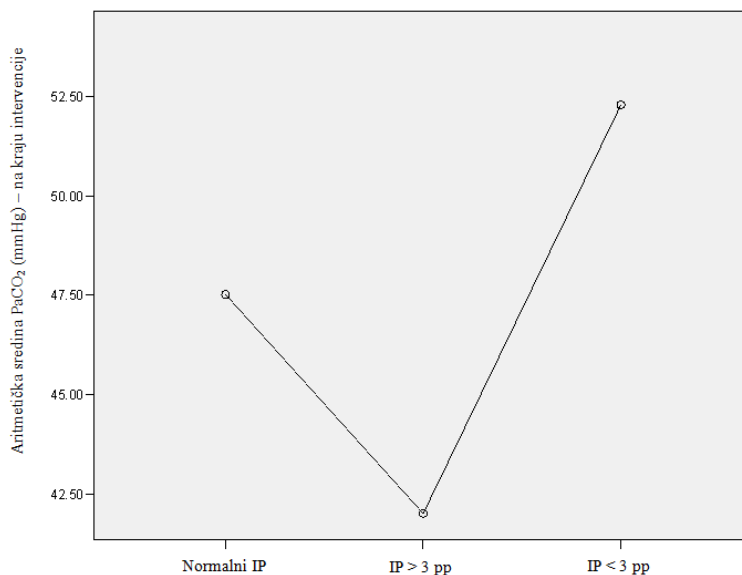
Grafik 42. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju u odnosu na IP u grupi VFV

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u toku drugog merenja (47.67 mmHg, 45.00 mmHg, 47.75 mmHg) mogu se uočiti povećane vrednosti PaCO₂ u odnosu na grupu VFV-KMV bolesnika (Grafik 39 i 43).



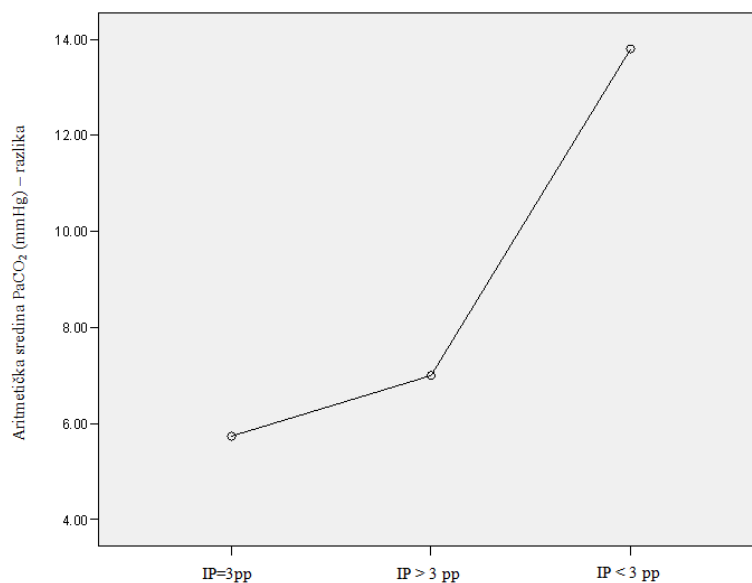
Grafik 43. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju u odnosu na IP kod bolesnika u grupi VFV.

Kada se prati trend kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u toku trećeg merenja, najveća prosečna vrednost PaCO₂ je bila kod bolesnika sa IP <3pp, za razliku od grupe VFV-KMV u kojoj je prosečna vrednost PaCO₂ kod bolesnika sa IP <3pp bila 39.33 mmHg (Grafik 40 i 44).



Grafikon 44. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju u odnosu na IP kod bolesnika u grupi VFV.

Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ nije statistički značajna ($F=0.98$; $p>0.05$) između kategorija koje se odnose na vrednost IP u grupi VFV bolesnika (Grafik 45).



Grafik 45. Razlika prosečne vrednosti PaCO₂ između varijansi (koje se odnose na IP) u grupi VFV-KMV bolesnika.

12. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PaCO₂ U ODNOSU NA MOGUĆNOST EKSTENZIJE VRATNE KIČME U OBE GRUPE BOLESNIKA

Od ukupnog broja (51) bolesnika, u grupi VFV-KMV u prvom merenju PaCO₂, kod 48 bolesnika sa zadovoljavajućom ekstenzijom (Z) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.00 mmHg (SD=5.69). Kod 3 bolesnika sa nezadovoljavajućom ekstenzijom (NZ) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je 39.00 mmHg (SD=5.29) (Tabela 30).

U drugom merenju PaCO₂ od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 48 bolesnika sa zadovoljavajućom ekstenzijom (Z) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 44.31 mmHg (SD=8.20). Kod 3 bolesnika sa nezadovoljavajućom (NZ) ekstenzijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 53.33 mmHg (SD=4.16) (Tabela 30).

Prilikom trećeg merenja PaCO₂, kod 48 bolesnika sa zadovoljavajućom ekstenzijom (Z) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 42.57 mmHg (SD=8.07). Kod 3 bolesnika sa nezadovoljavajućom ekstenzijom (NZ) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.00 mmHg (SD=11.53) (Tabela 30).

Tabela 30. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja u odnosu na mogućnost ekstenzije u grupi VFV-KMV bolesnika.

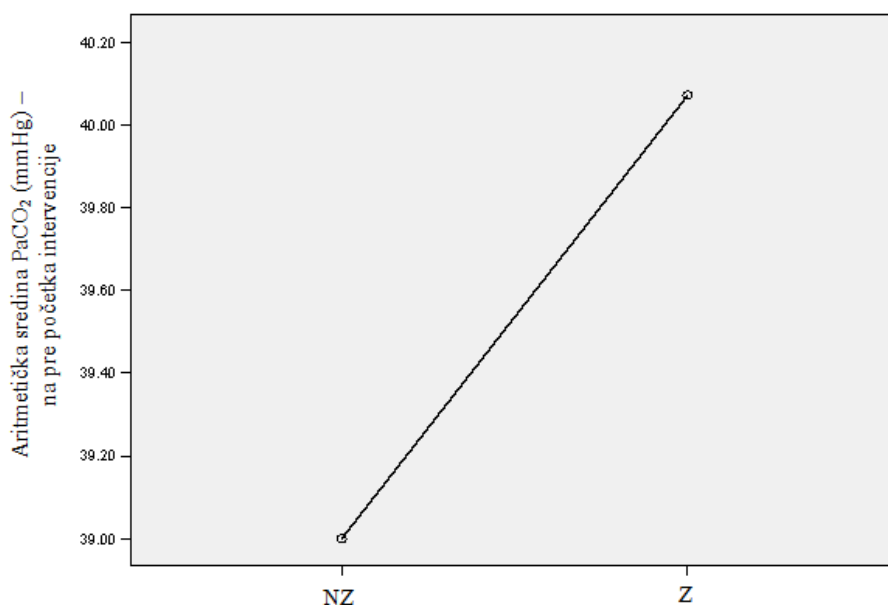
PaCO ₂ (mmHg)	Ekstenzija vratne kičme	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	NZ*	3	39.00	5.29	33.00	43.00
	Z**	48	40.07	5.68	21.00	57.00
	Ukupno	51	40.00	5.61	21.00	57.00
Drugo merenje	NZ*	3	53.33	4.16	50.00	58.00
	Z**	48	44.31	8.20	28.00	62.00
	Ukupno	51	44.85	8.28	28.00	62.00
Treće merenje	NZ*	3	47.00	11.53	38.00	60.00
	Z**	48	42.57	8.05	27.40	60.00
	Ukupno	51	42.83	8.21	27.40	60.00
razlika	NZ*	3	8.00	9.84	.00	19.00
	Z**	48	2.49	9.43	-14.60	24.00
	Ukupno	51	2.82	9.44	-14.60	24.00

* Nezadovoljavajuća ekstenzija vratne kičme

** Zadovoljavajuća ekstenzija vratne kičme

Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja nije statistički značajno različita ($p < 0.05$) između nezadovoljavajuće i zadovoljavajuće ekstenzije vratne kičme bolesnika u grupi VFV-KMV.

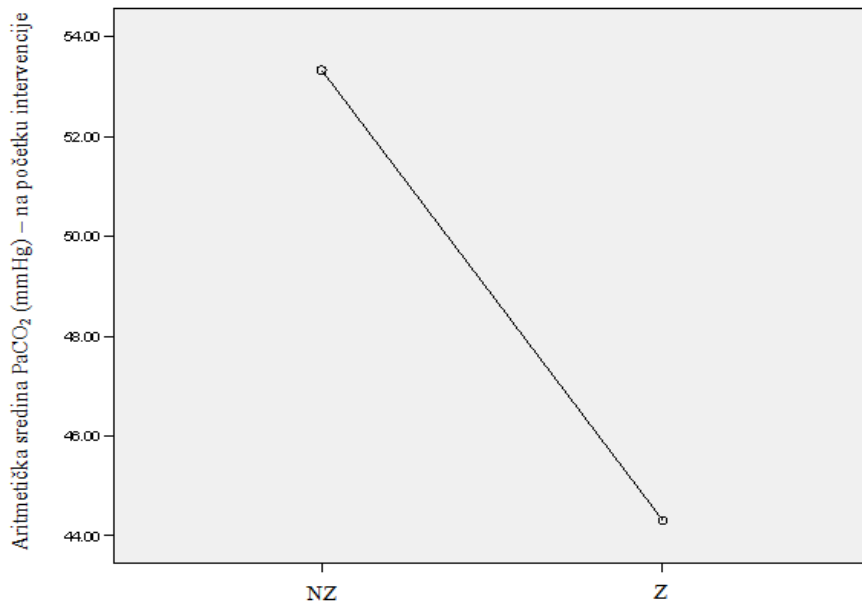
U prvom merenju prosečne vrednosti PaCO₂ su približno iste i u referentnim granicama za PaCO₂ (Grafik 46).



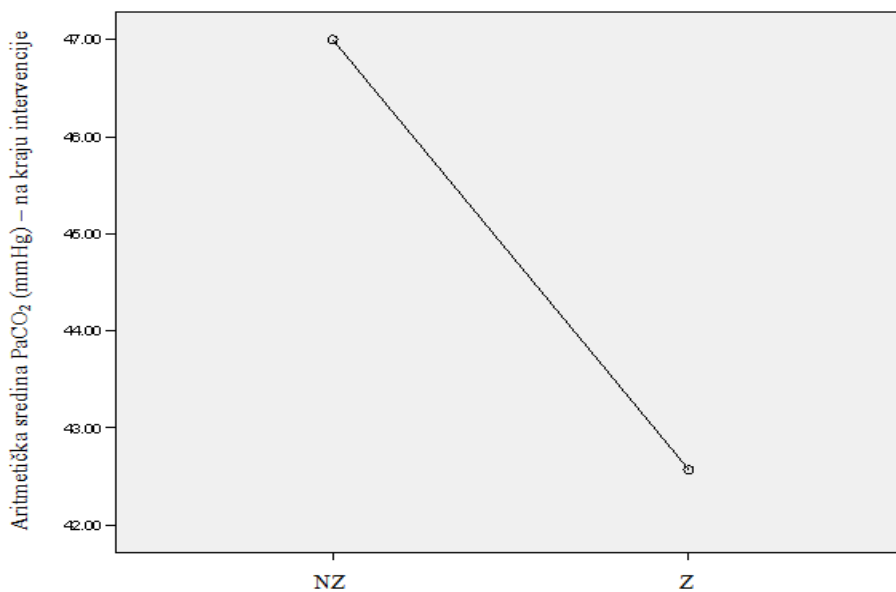
Grafik 46. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju između dve mogućnosti ekstenzije vratne kičme bolesnika u grupi VFV-KMV

Kada se analiziraju prosečne vrednosti PaCO₂ kod bolesnika sa NZ ekstenzijom najviša vrednost je bila u toku drugog merenja (Grafik 47). U trećem merenju kod ove grupe bolesnika kod kojih se primenjivala KMV prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.00 mmHg (Grafik 48).

Prosečne vrednosti PaCO₂ kod bolesnika sa Z ekstenzijom vratne kičme su bile približno iste i u referentnim granicama u sva tri merenja (Grafik 47 i 48).

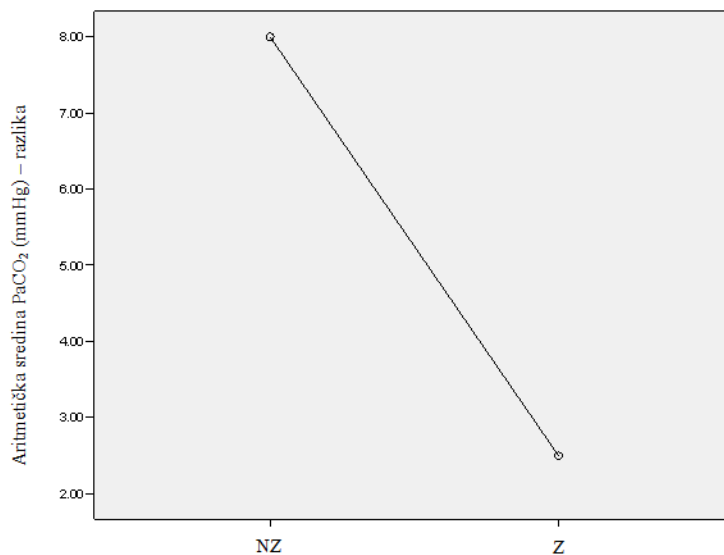


Grafik 47. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju između dve mogućnosti ekstenzije vrata bolesnika u grupi VFV-KMV



Grafik 48. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju između dve mogućnosti ekstenzije vrata bolesnika u grupi VFV-KMV

Razlike PaCO₂ među mogućnostima ekstenzije vratne kičme bolesnika VFV-KMV grupe nije statistički značajna ($p > 0.05$).



Grafik 49. Razlika aritmetičke sredine PaCO₂ između mogućnosti ekstenzije vratne kičme bolesnika VFV – KMV grupe

U prvom merenju u grupi **VFV** PaCO₂, kod 47/51 bolesnika sa zadovoljavajućom ekstenzijom vratne kičme (Z) prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.58 mmHg (SD=4.94). Kod 4 bolesnika sa nezadovoljavajućom ekstenzijom vratne kičme (NZ), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.75 mmHg (SD=4.92) (Tabela 31).

U drugom merenju PaCO₂, kod 47/51 bolesnika sa zadovoljavajućom ekstenzijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je 47.39 mmHg (SD=8.68). Kod 3 bolesnika sa nezadovoljavajućom ekstenzijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je 50.37 mmHg (SD=3.72) (Tabela 31).

Prilikom trećeg merenja PaCO₂, kod 47/51 bolesnika sa zadovoljavajućom ekstenzijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je 47.57 mmHg (SD=7.71). Kod 4 bolesnika sa nezadovoljavajućom ekstenzijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je 47.90 mmHg (SD=6.88) (Tabela 31).

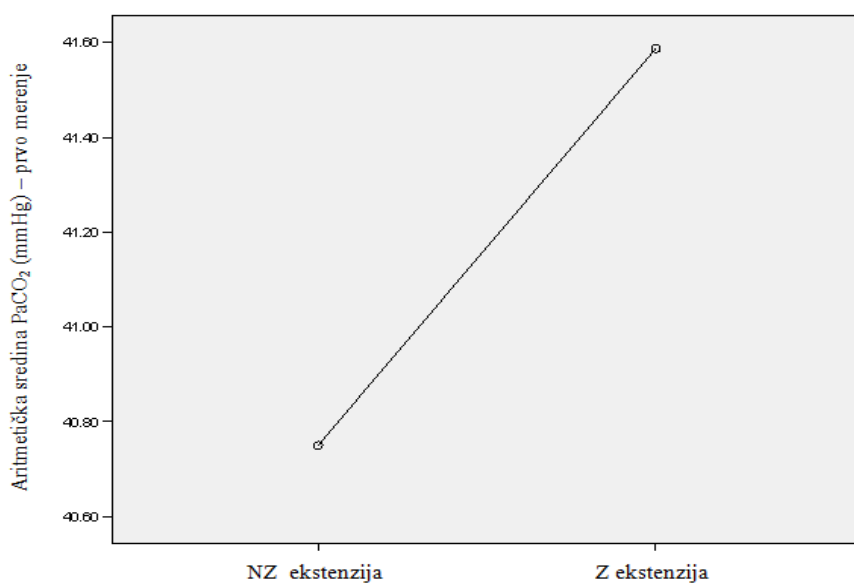
Tabela 31. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja u u odnosu na mogućnost ekstenzije vrata u grupi VFV bolesnika

PaCO ₂ mmHg	Ekstenzija vratne kičme	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	NZ	4	40.75	4.92	37.00	48.00
	Z	47	41.58	4.94	32.60	63.00
	Ukupno	51	41.52	4.90	32.60	63.00
Drugo merenje	NZ	4	50.37	3.72	46.00	55.00
	Z	47	47.39	8.68	30.40	62.00
	Ukupno	51	47.62	8.42	30.40	62.00
Treće merenje	NT	4	47.90	6.88	39.00	54.00
	Z	47	47.57	7.71	36.00	65.00
	Ukupno	51	47.60	7.59	36.00	65.00
Razlika	NZ	4	7.15	8.43	-2.00	15.00
	Z	47	5.98	8.04	-6.00	24.00
	ukupno:	51	6.07	7.99	-6.00	24.00

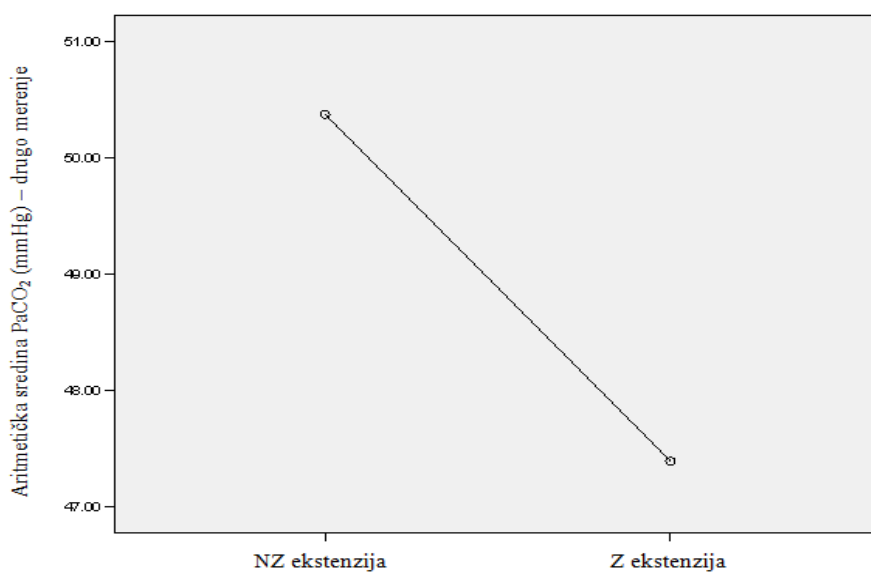
Ako se analizira prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja između loše i zadovoljavajuće ekstenzije vratne kičme bolesnika u grupi VFV, prosečna vrednost PaCO₂ nije statistički značajno različita ($p < 0.05$).

Kada se prate prosečne vrednosti PaCO₂ u grupi VFV uočavamo da je kod bolesnika sa NZ ekstenzijom vratne kičme najviše prosečne vrednosti PaCO₂ su zabeležene u drugom (Grafik 51) i trećem merenju (Grafik 52).

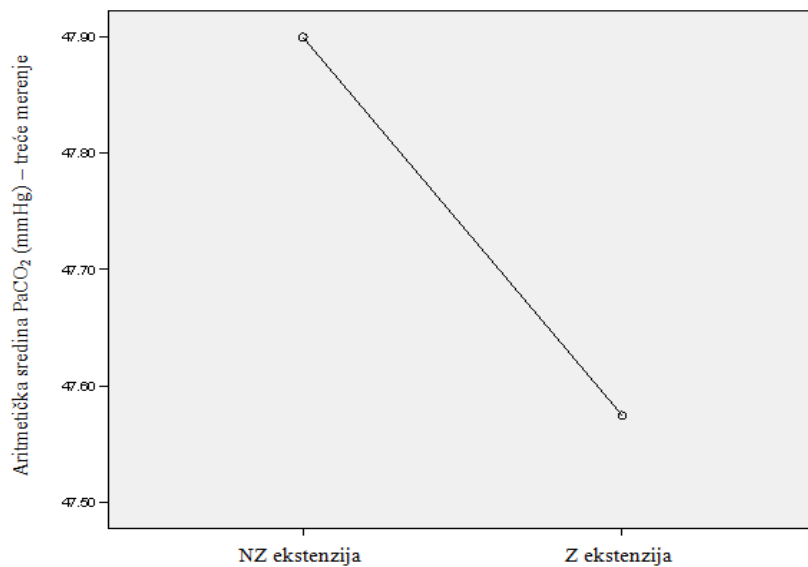
Kod bolesnika sa Z ekstenzijom vratne kičme prosečna vrednost PaCO₂ je bila iznad referentnih vrednosti u drugom i trećem merenju (Grafik 51 i 52).



Grafik 50. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju između dve mogućnosti ekstenzije vrata bolesnika u grupi VFV.

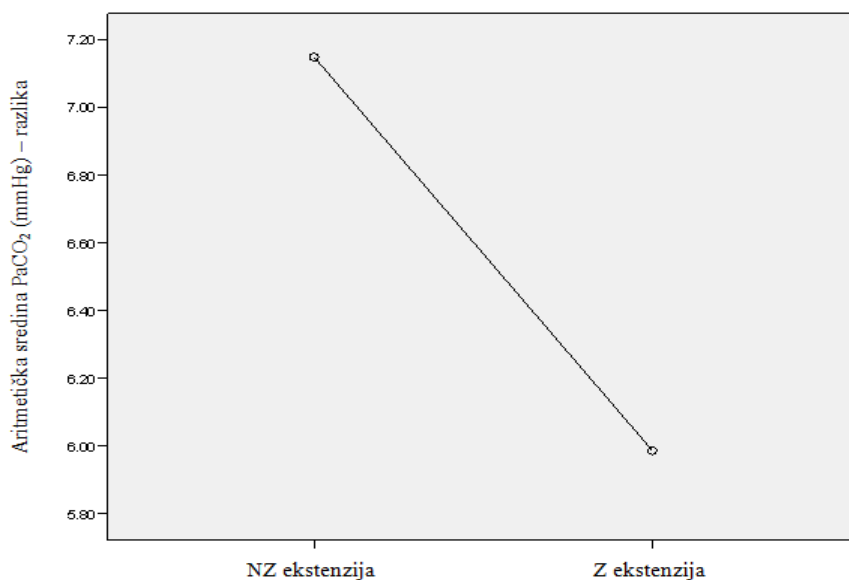


Grafik 51. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju između dve mogućnosti ekstenzije vrata bolesnika u grupi VFV.



Garfik 52. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju između dve mogućnosti ekstenzije vrata bolesnika u grupi VF

Razlike PaCO₂ između mogućnosti ekstenzije vratne kičme bolesnika VFV grupe nije statistički značajna ($p > 0.05$) (Grafik 53).



Grafik 53. Razlika aritmetičke sredine PaCO₂ između mogućnosti ekstenzije vratne kičme bolesnika u VFV grupi.

13. REZULTATI PROSEČNIH VREDNOSTI PaCO₂ U ODNOSU NA MOGUĆNOST FLEKSIJE VRATNE KIČME U OBE GRUPE BOLESNIKA

U prvom merenju PaCO₂, u grupi VFV kod 47/51 bolesnika sa zadovoljavajućom fleksijom (Z) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.61 mmHg (SD=4.86). Kod 4 bolesnika sa nezadovoljavajućom fleksijom (NZ) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.40 mmHg (SD=5.97) (Tabela 32).

U drugom merenju PaCO₂ od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 47 bolesnika sa zadovoljavajućom fleksijom (Z) vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.30 mmHg (SD=8.20). Kod 4 bolesnika sa nezadovoljavajućom (NZ) fleksijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 51.35 mmHg (SD=7.39) (Tabela 32).

Prilikom trećeg merenja PaCO₂, kod 47 bolesnika sa zadovoljavajućom (Z) fleksijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.70 mmHg (SD=7.82). Kod 4 bolesnika sa nezadovoljavajućom fleksijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 46.40 mmHg (SD=7.59) (Tabela 32).

Tabela 32. Prosečna vrednost PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja u odnosu na mogućnost fleksije vrata u grupi VFV bolesnika

PaCO ₂ mmHg	Fleksija vratne kičme	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	NZ*	4	40.40	5.97	32.60	46.00
	Z**	47	41.61	4.86	34.00	63.00
	Ukupno	51	41.52	4.90	32.60	63.00
Drugo merenje	NZ*	4	51.35	7.39	44.90	62.00
	Z**	47	47.30	8.50	30.40	62.00
	Ukupno	51	47.62	8.42	30.40	62.00
Treće merenje	NZ*	4	46.40	4.46	42.00	52.60
	Z**	47	47.70	7.82	36.00	65.00
	Ukupno	51	47.60	7.59	36.00	65.00
Razlika	NZ*	4	6.00	6.69	-1.00	13.60
	Z**	47	6.08	8.15	-6.00	24.00
	Ukupno	51	6.07	7.99	-6.00	24.00

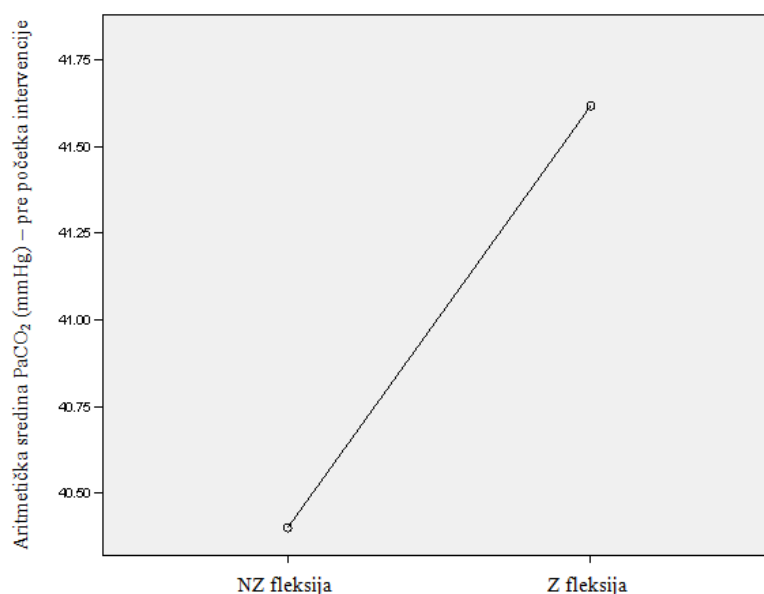
* Nezadovoljavajuća fleksija vratne kičme

** Zadovoljavajuća fleksija vratne kičme

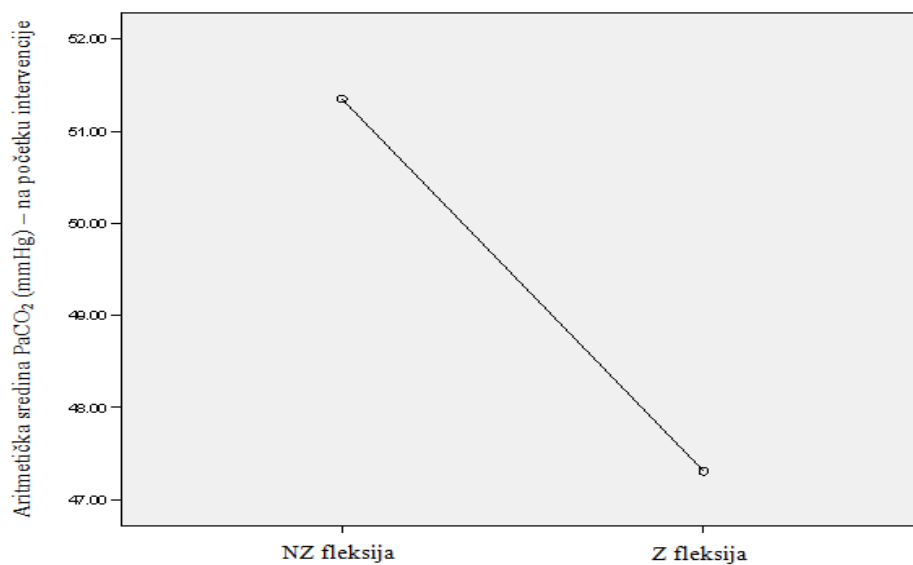
Prosečna vrednost PaCO₂ u svakom od tri merenja nije statistički značajna ($p < 0.05$) između nezadovoljavajuće i zadovoljavajuće fleksije vratne kičme bolesnika u grupi VFV.

Kada se posmatra kretanje prosečnih vrednosti PaCO₂ u grupi VFV bolesnika sa NZ fleksijom vratne kičme najviša prosečna vrednost PaCO₂ je bila u toku drugog merenja (Grafik 55); u trećem i prvom merenju prosečne vrednosti su bile u granicama referentnih za PaCO₂ (Grafik 54 i 56).

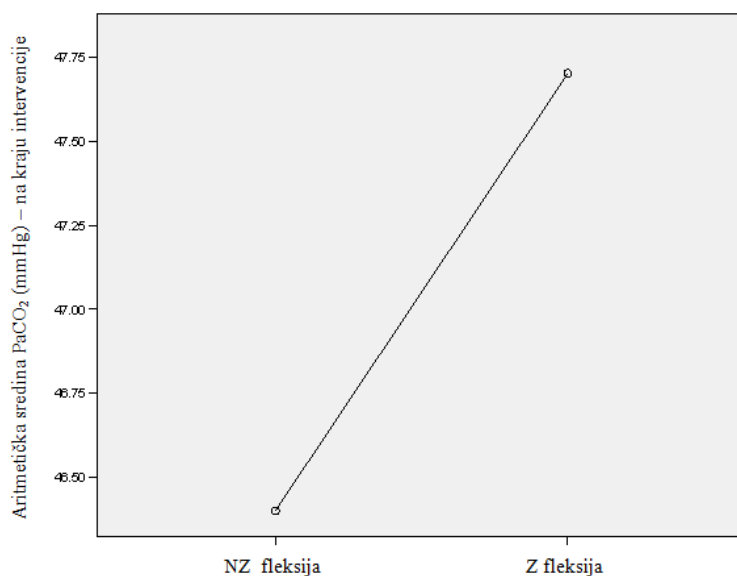
Kod bolesnika sa Z fleksijom vratne kičme prosečne vrednosti PaCO₂ su bile približno slične u drugom i trećem merenju (Grafik 55 i 56).



Grafik 54. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju između dve mogućnosti fleksije vrata bolesnika u grupi VFV.

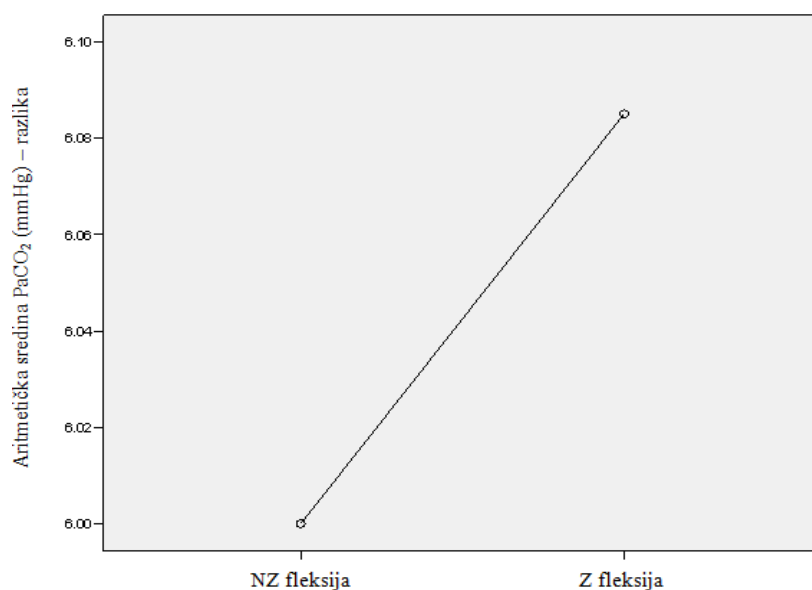


Grafik 55. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju između dve mogućnosti fleksije vrata bolesnika u grupi VFV.



Grafik 56. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju između dve mogućnosti ekstenzije vrata bolesnika u grupi VFV.

Razlika aritmetičke sredine PaCO₂ nije statistički značajna ($p > 0.05$) između dve mogućnosti fleksije vratne kičme bolesnika VFV grupe (Grafik 58).



Grafik 57. Razlika aritmetičke sredine PaCO₂ između dve mogućnosti fleksije vratne kičme bolesnika VFV grupe

Od ukupnog broja (51) bolesnika, u prvom merenju PaCO₂, u grupi **VFV-KMV** kod 49 bolesnika sa zadovoljavajućom fleksijom vratne kičme (Z), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 40.43 mmHg (SD=4.97). Kod 2 bolesnika sa nezadovoljavajućom fleksijom vratne kičme (NZ), prosečna vrednost PaCO₂ je bila 32.00 mmHg (SD=15.55) (Tabela 33).

U drugom merenju PaCO₂ od ukupnog broja (51) bolesnika, kod 49 bolesnika sa zadovoljavajućom fleksijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 45.10 mmHg (SD=8.32). Kod 2 bolesnika sa nezadovoljavajućom fleksijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 43.00 mmHg (SD=9.89) (Tabela 33).

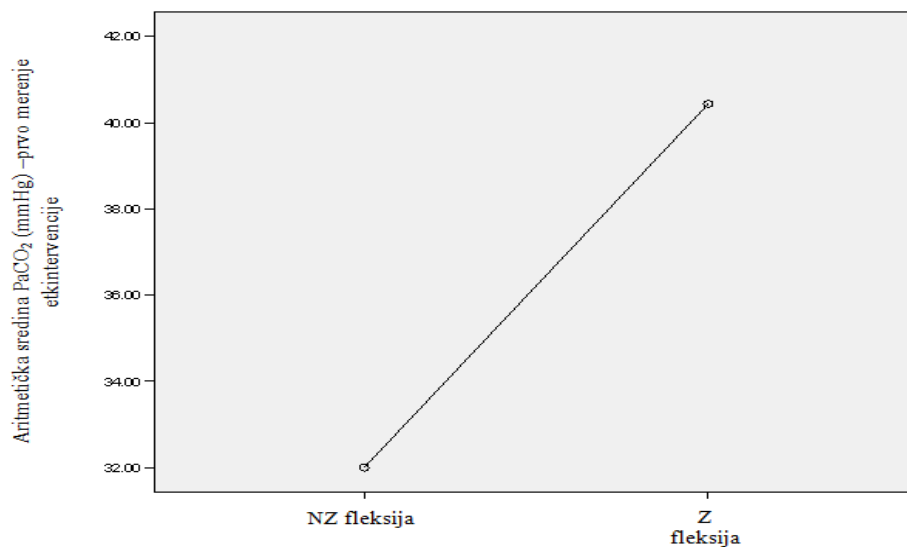
Prilikom trećeg merenja PaCO₂, kod 49 bolesnika sa zadovoljavajućom fleksijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 43.01 mmHg (SD=8.31). Kod 2 bolesnika sa nezadovoljavajućom fleksijom vratne kičme, prosečna vrednost PaCO₂ je bila 41.00 mmHg (SD=2.82) (Tabela 33).

Tabela 33. Prosečne vrednosti PaCO₂ posebno u svakom od tri merenja u u odnosu na mogućnosti fleksije vratne kičme u grupi VFV-KMV bolesnika

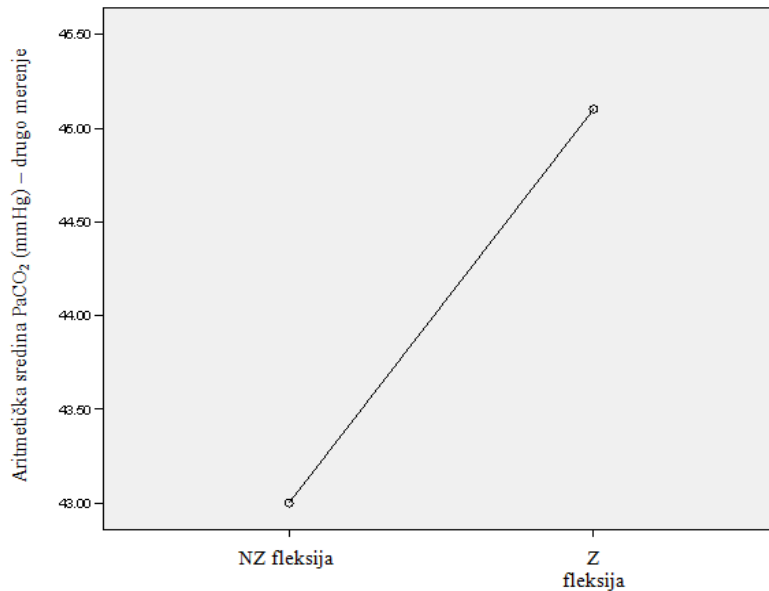
PaCO ₂ mmHg	Fleksija vratne kičme	Broj bolesnika	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
Prvo merenje	NZ	2	32.00	15.55	21.00	43.00
	Z	49	40.43	4.98	27.00	57.00
	Ukupno:	51	40.10	5.60	21.00	57.00
Drugo merenje	NZ	2	43.00	9.89	36.00	50.00
	Z	49	45.10	8.32	28.00	62.00
	Ukupno:	51	45.01	8.28	28.00	62.00
Treće merenje	NZ	2	41.00	2.82	39.00	43.00
	Z	49	43.01	8.31	27.40	60.00
	Ukupno:	51	42.93	8.16	27.40	60.00
Razlika	NZ	2	9.00	12.72	0.00	18.00
	Z	49	2.57	9.27	-14.60	24.00
	Ukupno:	51	2.83	9.35	-14.60	24.00

Prosečna vrednost PaCO₂ između nezadovoljavajuće i zadovoljavajuće fleksije vratne kičme bolesnika u grupi VFV-KMV u prvom merenju je statistički značajno različita ($F=4.67$ $p=0.035<0.05$).

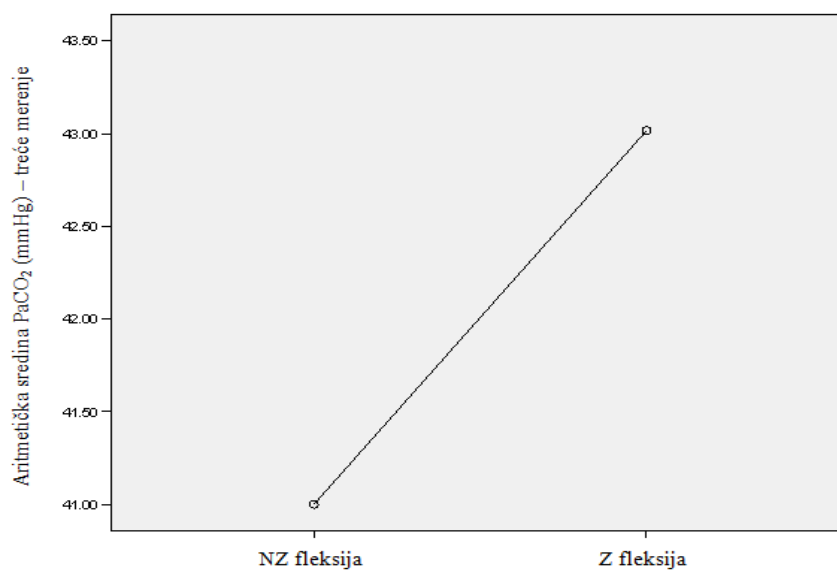
Kada se prate prosečne vrednosti PaCO₂ u bolesnika sa Z i NZ fleksijom vratne kičme uočili smo da su se u sva tri merenja vrednosti PaCO₂ kretale u granicama referentnih (Grafik 58, 59 i 60).



Grafikon 58. Aritmetička sredina PaCO₂ u prvom merenju između dve mogućnosti fleksije vratne kičme bolesnika u grupi VFV-KMV

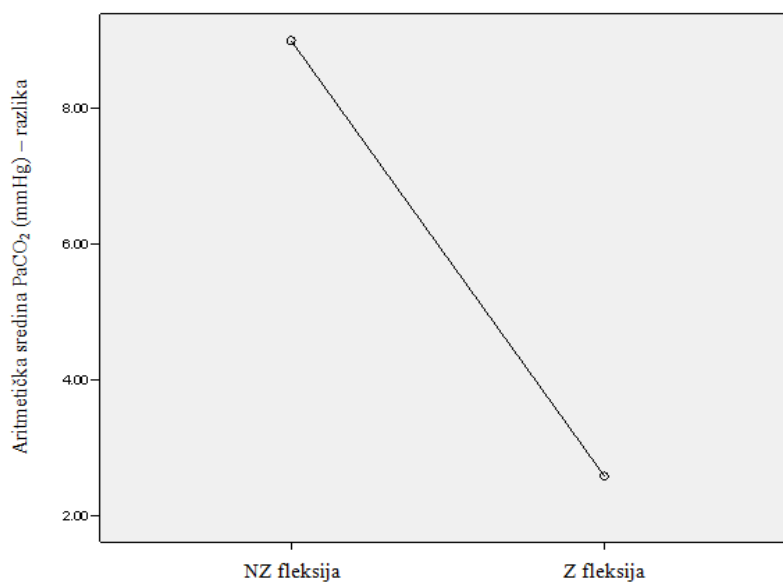


Grafik 59. Aritmetička sredina PaCO₂ u drugom merenju između dve mogućnosti fleksije vratne kičme bolesnika u grupi VFV-KMV



Grafik 60. Aritmetička sredina PaCO₂ u trećem merenju između dve mogućnosti fleksije vratne kičme bolesnika u grupi VFV-KMV

Razlike PaCO₂ među mogućnostima fleksije vratne kičme bolesnika VFV-KMV grupe nije statistički značajna ($F=0.90$; $p=0.34 > 0.05$) (Grafik 61).



Grafik 61. Razlika aritmetičke sredine PaCO₂ između mogućnosti fleksije vratne kičme bolesnika VFV-KMV grupe.

13.1. Prosečne vrednosti PaCO₂ i mogućnosti fleksije i ekstenzije vratne kičme kod bolesnika obe grupe

Prosečne vrednosti PaCO₂ u sva tri merenja, a u odnosu na mogućnosti zadovoljavajuće i nezadovoljavajuće fleksije vratne kičme u obe grupe bolesnika (102) su prikazane u Tabeli 34.

Tabela 34. Prosečne vrednosti PaCO₂ između Z i NZ fleksije vrata u svakom od tri merenja

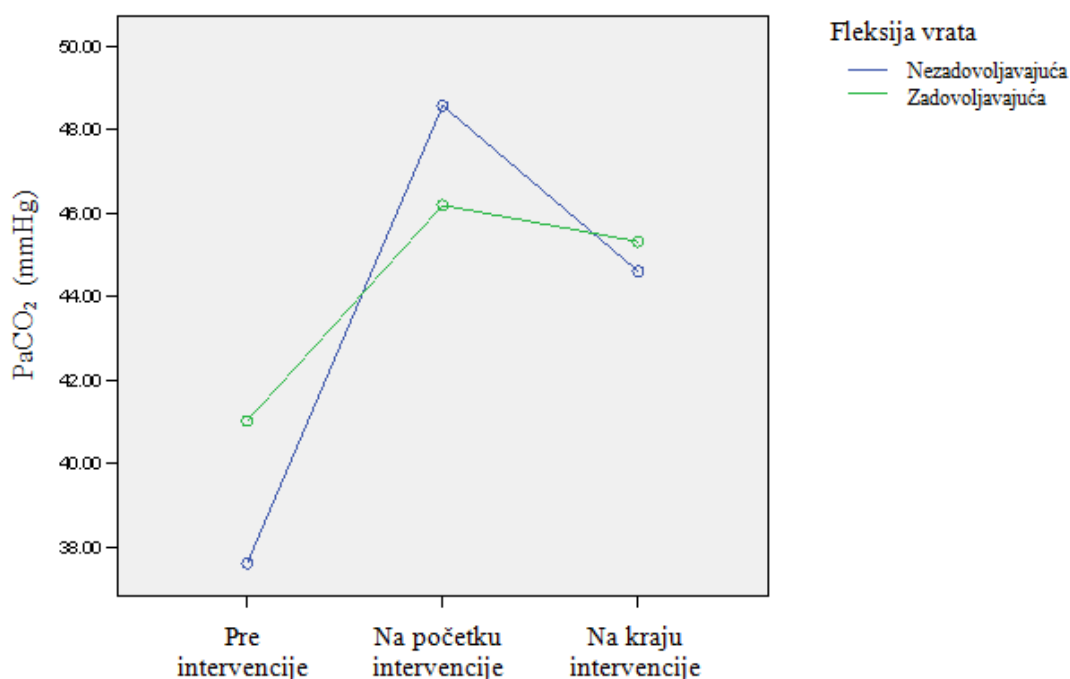
PaCO ₂ mmHg	Fleksija vratne kičme	\bar{x}	SD	Broj bolesnika
Prvo merenje	Z	37.60	9.41	96
	NZ	41.01	4.93	6
	Ukupno:	40.81	5.28	102
Drugo merenje	Z	48.56	8.42	96
	NZ	46.18	8.43	6
	Ukupno:	46.32	8.41	102
Treće merenje	Z	44.60	4.62	96
	NZ	45.31	8.37	6
	Ukupno:	45.26	8.18	102

U proceni značajnosti praćenja dinamike kretanja prosečnih vrednosti PaCO₂ kod različitih mogućnosti fleksije vratne kičme, u toku sva tri merenja, koristeći generalni linearni model (GLM) dobili smo sledeće rezultate:

- Kada se prati dinamika kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u svakom od tri merenja, uočavaju se značajne promene u toku ta tri merenja (F=10.15; p=0.0001 <0.05)

- Dinamika promena je ista i kod Z i NZ fleksije vratne kičme bolesnika ($F=1.24$; $p=0.28 > 0.05$)
- Kada se porede sva tri merenja, prosečne vrednosti PaCO_2 su u drugom i trećem merenju značajno više u odnosu na prvo vreme ($F=9.24$; $p=0.003 > 0.05$).

Značajne su promene prosečne vrednosti PaCO_2 između prvog i drugog merenja PaCO_2 u obe kategorije fleksije vrata, pri čemu je vrednost PaCO_2 značajno viša u kategoriji NZ fleksije vratne kičme u drugom merenju u odnosu na kategoriju Z fleksije vratne kičme; u odnosu na treće merenje prosečna vrednost PaCO_2 u obe kategorije nisu značajno različite, ali u odnosu na drugo merenje vrednost PaCO_2 u NZ kategoriji u trećem merenju je značajno manja (Grafik 62).



Grafik 62. Prosečne vrednosti PaCO_2 u obe kategorije fleksije vratne kičme.

Kretanje prosečnih vrednosti PaCO_2 u sva tri merenja, a u odnosu na mogućnost zadovoljavajuće i nezadovoljavajuće ekstenzije vratne kičme u obe grupe bolesnika (102) su prikazane u Tabeli 35.

Tabela 35. Prosečne vrednosti PaCO₂ između Z i NZ ekstenzije vrata u svakom od tri merenja

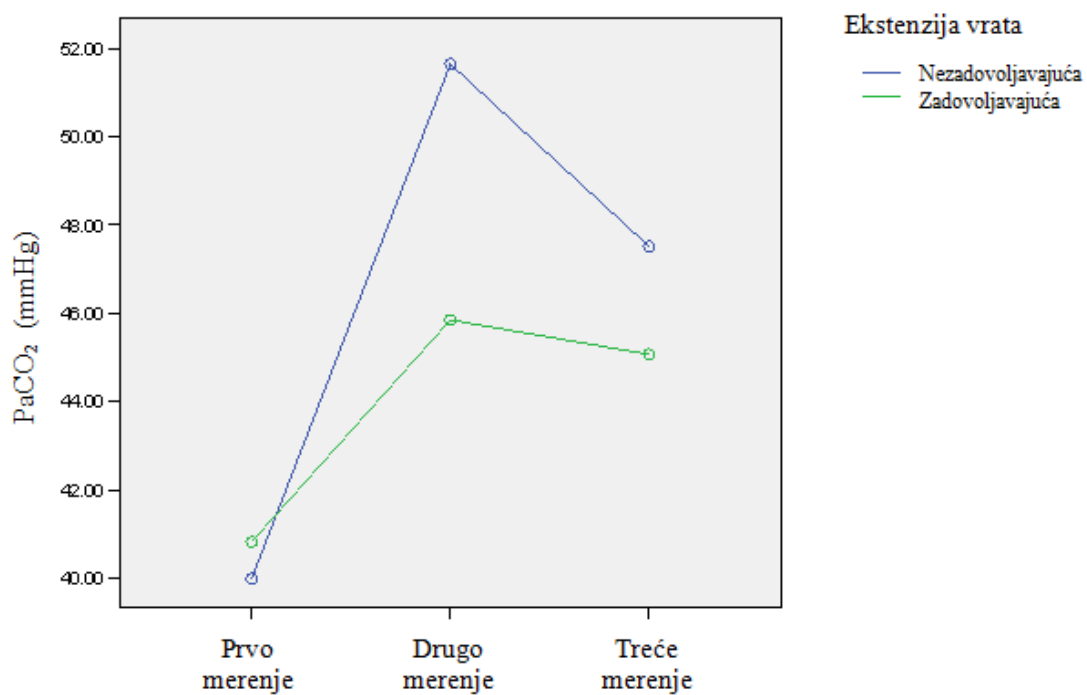
PaCO ₂ mmHg	Ekstenzija vratne kičme	\bar{x}	Standardna devijacija	Broj bolesnika
Prvo merenje	Z	40.00	4.72	95
	NZ	40.82	5.35	7
	Ukupno:	40.77	5.29	102
Drugo merenje	Z	51.64	3.90	95
	NZ	45.85	8.54	7
	Ukupno:	46.25	8.42	102
Treće merenje	Z	47.51	8.26	95
	NZ	45.07	8.23	7
	Ukupno:	45.24	8.22	102

U proceni značajnosti praćenja dinamike kretanja prosečnih vrednosti PaCO₂ kod različitih mogućnosti ekstenzije vratne kičme, u toku sva tri merenja, koristeći generalni linearni model (GLM) dobili smo sledeće rezultate:

- Kada se prati dinamika kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u svakom od tri merenja uočavaju se značajne promene u toku ta tri merenja (F=12.49; p=0.0001 < 0.05)
- Dinamika promena je ista i kod Z i NZ ekstenzije vratne kičme bolesnika (F=1.89; p=0.15 > 0.05)
- Kada se porede tri merenja prosečne vrednosti PaCO₂ su u drugom i trećem merenju značajno više (F=11.48; p=0.001 > 0.05).

Značajne su promene prosečne vrednosti PaCO₂ između prvog i drugog merenja u obe kategorije ekstenzije vrata, pri čemu je prosečna vrednost PaCO₂ značajno veća u

kategoriji NZ ekstenzije ($\text{PaCO}_2=51.46 \text{ mmHg}$) vratne kičme u drugom merenju u odnosu na kategoriju Z (45.85 mmHg); u odnosu na treće merenje vrednost PaCO_2 u obe kategorije nisu značajno različite, ali u odnosu na drugo merenje vrednost PaCO_2 u NZ kategoriji u trećem merenju je značajno manja (Grafik 62).



Grafik 63. Prosečna vrednost PaCO_2 u obe kategorije ekstenzije vratne kičme

14. DUŽINA TRAJANJA VENTILACIJE U OBE GRUPE BOLESNIKA

Kod 51/102 bolesnika u grupi VFV, gde smo koristili samo visoko-frekventnu džet ventilaciju, srednja vrednost dužine trajanja ventilacije je bila 27.83 min. (SD=9.44). Kod 51 bolesnika u grupi VFV-KMV, gde smo koristili kombinaciju visoko-frekventnu džet ventilaciju i kontrolisanu mehaničku ventilaciju, srednja vrednost dužine trajanja ventilacije je bila 31.76 min (SD=13.05) (Tabela 36).

Tabela 36. Prosečna vrednosti dužine trajanja ventilacije u obe grupe.

Grupa	Broj bolesnika	\bar{x}	SD
VFV-KMV*	51	31.76	13.50
VFV**	51	27.83	9.44

* Visokofrekventna ventilacija - kontrolisana mehanička ventilacija

** Visokofrekventna ventilacija

Dužina (vreme) trajanja ventilacije nije statistički značajno različita $t=1.70$; $p=0.092 > 0.05$ između grupa VFV i VFV-KMV bolesnika.

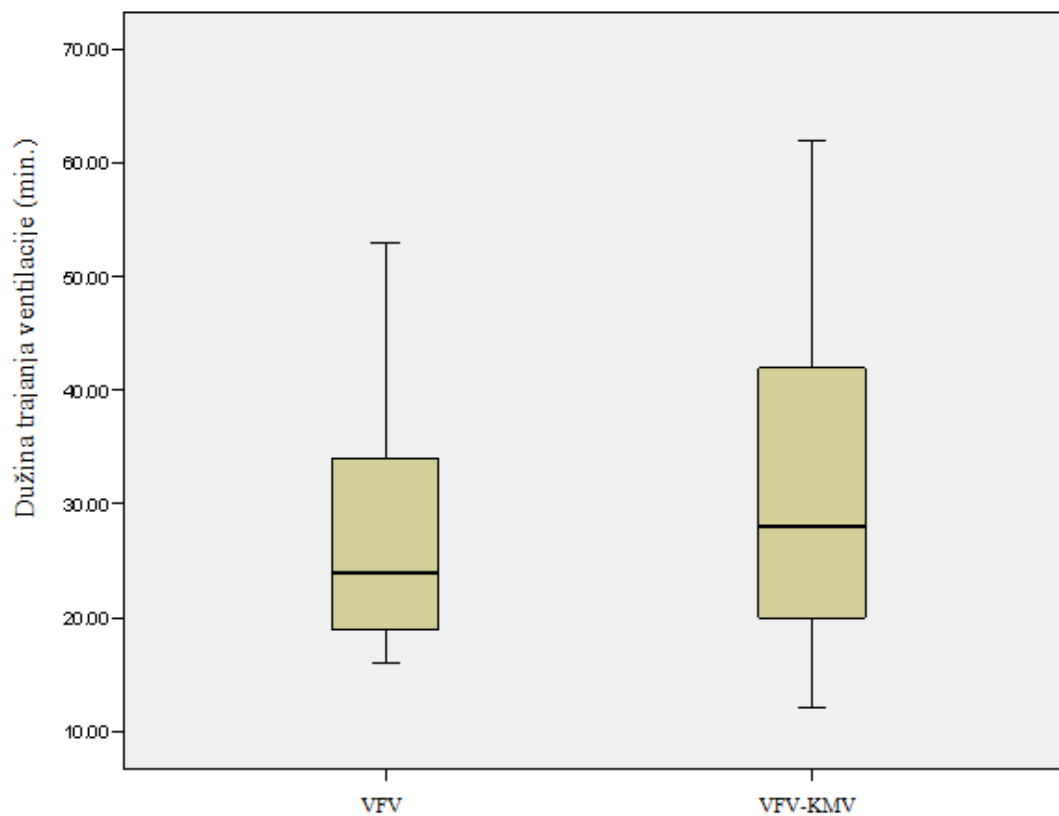
U proceni značajnosti razlike aritmetičke sredine trajanja ventilacije u grupi VFV i aritmetičke sredine trajanja ventilacije u grupi VFV-KMV, koristili smo i Man-Vitnijev test (Mann-Whitney test). Dobijena vrednost $Z = -1.33$ je manja od granične vrednosti $Z_{(0.05)} = \pm 1,96$, što potvrđuje, da razlika prosečne dužine trajanja ventilacije između grupa VFV i VFV-KMV bolesnika se značajno ne razlikuje ($p > 0.05$).

Primenom Kolmogorov-Smirnovljevog testa, ispitana je normalnost raspodela svih kvantitativnih karakteristika. Od svih prikazanih kvantitativnih karakteristika jedino dužina trajanja ventilacije nije bila normalno raspoređena ($K-S = 1.53$; $p = 0.018 < 0.05$) (Tabela 7 i Grafik 64).

Tabela 37. Normalnost raspodele svih kvantitativnih karakteristika

	Starost	BMI*	Dužina ventilacije	PaCO ₂ Prvo merenje	PaCO ₂ Drugo merenje	PaCO ₂ Treće merenje
Kolmogorov-Smirnov Z	0.76	0.60	1.53	1.17	0.55	0.73
Asymp. Sig.	0.60	0.85	0.01	0.12	0.92	0.64

* Body Mass Index



Grafik 64. Dužina trajanja ventilacije po grupama

V DISKUSIJA

5. Opšta razmatranja

Suspensiona mikrolaringealna hirurgija sa rigidnim laringoskopom je najčešće korišćena tehnika za dijagnostiku i hirurgiju patoloških lezija larinksa u savremenoj laringologiji. Mada je razvoj mikrolaringoskopske hirurgije doživio ogroman napredak u poslednji 35 godina, izbor bezbedne tehnike ventilacije u toku opšte anestezije još uvek nije jasno definisan i prihvaćen za ovu vrstu hirurgije.

U pristupu disajnom putu kao zajedničkom polju rada tokom mikrolaringealne hirurgije i laringolog i anesteziolog imaju različite zahteve, koji se odnose na optimalan i nesmetan pristup operativnom polju pri čemu moraju biti ispunjeni uslovi za zadovoljavajuću oksigenaciju i ventilaciju pluća tokom opšte anestezije.^{1,4}

Zahtevi laringologa u toku mikrolaringealne hirurgije se odnose na: širok i nesmetan pristup larinksu, biokularne vizualizacije laringealnih struktura, mogućnost da laringolog koristi obe ruke u toku hirurškog rada, potreba da se koristi zadovoljavajući sistem za sukciju, mogućnost korišćenja različitih tipova laserske opreme i koagulacione opreme. U toku delikatnih hirurških manipulacija javlja se potreba da larinks bude potpuno nepokretan, suprotno potrebama za spontanim pokretima larinksa kada to situacija zahteva. Pored zahteva laringologa, koji se odnose na dobru vidljivost larinksa, subglotisa i traheje, potrebno je omogućiti uslove za otkrivanje i onih manje vidljivih patoloških promena u operativnom polju, kao i potreba da se u toku rada zaštiti i donji disajni put od mukusa, krvi i delova tkiva.^{8,38,39}

Zahtevi anesteziologa u toku mikrolaringealne hirurgije se odnose prvenstveno na kontrolu disajnog puta, uključujući kontrolu ventilacije, kontinuirani monitoring fizioloških odgovora tokom ove hirurgije, pri čemu je neophodno obezbediti merenje ekspiratorne koncentracije CO₂, saturaciju tkiva kiseonikom, pritisak u disajnom putu, nesmetano sprovođenje one tehnike anestezije koja omogućava zadovoljavajuću hipnozu, analgeziju, amneziju i mišićnu relaksaciju.^{32,150,151}

Primena džet ventilacije omogućava većinu gore navedenih zahteva od strane laringologa i anesteziologa. Nesmetan pristup bez endotrahealnog tubusa, operativnom polju tj. larinksu je najvažnija prednost ove tehnike ventilacije u odnosu na konvencionalnu ventilaciju sa endotrahealnim tubusom sa kafom u mikrolaringealnoj hirurgiji.^{1,24,152}

Jedan od nedostataka visoko frekventne džet ventilacije je nemogućnost kontinuiranog merenja ekspiratorne koncentracije CO₂ konvencionalnim kapnometrom. Praćenjem parcijalnog pritiska CO₂ u arterijskoj ili kapilarnoj krvi, koji su u korelacije sa end-ekspiratornom koncentracijom CO₂ kao pouzdanim indikatorom ukupne koncentracije CO₂, je od velikog značaja za primenu subglotičke džet ventilacije.^{116,117}

Kako je džet ventilacija, tehnika ventilacije u kojoj je zastupljen otvoren disajni put, od vidljivosti i pristupačnosti glotisa, odnosno prostora između glasnica i zadovoljavajućeg ekspirijuma (vazduh nesmetano izlazi u toku hirurškog rada) zavisi uspostavljanje zadovoljavajuće ventilacije i održavanje PaCO₂ kao parametra iste u referentnim granicama.²⁴

U endolaringealnoj mikroskopskoj hirurgiji plasiranje rigidnog laringoskopa je rutinska procedura i u većini slučajeva se odvija bez većih poteškoća, pri čemu se postiže zadovoljavajuća vizualizacija anatomskih struktura larinksa kao osnovnog preduslova za uspešan hirurški rad.¹⁵³ Kod jednog broja bolesnika, direktoskopija sa rigidnim laringoskopom može biti i otežana, vidljivost glotisa je ograničena, kao i mogućnosti za hirurški rad što sve zajedno može dovesti do prekida ili odlaganja operacije, nekompletne hirurgije i nepotrebne traume laringealnih struktura.^{154,155} Upravo u uslovima kada je vidljivost glotisa nezadovoljavajuća, subglotično plasiran džet kateter ne predstavlja smetnju za razliku od endotrahealnog tubusa što se tiče hirurškog pristupa i samog hirurškog rada, ali problem može da se javi sa nezadovoljavajućim ekspirijumom, nezadovoljavajućom ventilacijom, hiperkapnijom i mogućim komplikacijama. Nezadovoljavajući ekspirijum nastaje kada je preglednost glotisa loša tj. kada je otvor glotisa manji u odnosu na normalnu veličinu, a različiti hirurški instrumenti kao što su mikrolaringealni forcepsi, makaze u operativnom polju još dodatno prave smetnju pri izlasku vazduha (ekspirijumu).^{1,3,89,156}

U radovima, koji se pojavljuju u poslednjih 15 godina ukazuje se na i problem teške vizualizacije glotisa u direktskopiji sa rigidnim laringoskopom i predlažu se različiti klasifikacioni sistemi, koji bi obuhvatili procenu laringealne vidljivosti na osnovu preoperativnog fizikalnog pregleda anatomskih struktura glave i vrata, koji se koriste u preoperativnoj proceni težine endotrahealne intubacije u anesteziološkoj praksi.^{157,158,159,160}

Kombinovanjem različitih morfometrijskih mera i testova, koje su vezane za specifičnu anatomiju glave i vrata, nastali su različiti klasifikacioni sistemi, koji su više ili manje klinički primenjivi, upravo u anesteziološkom radu.^{161,162,163,164}

Najvažnija pretpostavka svih ovih testova za predviđanje otežane endotrahealne intubacije je mogućnost vizualizacije glotisa i klasifikacija iste po Kormak-Lienu.¹⁶⁵ Kako od stepena vidljivosti glotisa, zavisi i nesmetan ekspirijum i zadovoljavajuće vrednosti PaCO₂ u toku džet ventilacije, ovi testovi se mogu koristiti ne samo za predviđanje teške endotrahealne intubacije, već i za predviđanje teške direktskopije sa rigidnim laringoskopom u toku endolaringealne hirurgije.^{158,166,167}

Dobro je poznato iz literature da parametri, koji se odnose na procenu teške intubacije u isto vreme služe i za procenu laringealne vidljivosti pri rigidnoj direktskopiji, ali još uvek nisu jasno definisani.¹⁶⁸

Pinar (Pinar) ukazuje da treći stepen (vidljiv je jedino epiglotis) i četvrti stepen (kada nije vidljiv ni epiglotis niti glottis) po Kormak-Leinovoju klasifikaciji značajno koreliraju sa teškom laringealnom vizualizacijom (TLV) sa rigidnim laringoskopom.¹⁵⁸ Ovaj nalaz već sam po sebi ukazuje da će bolesnici kod kojih je teška endotrahealna intubacija verovatno imati i TLV-u.

Sing (Hsiung) je ukazao na značaj različitih polova kao prediktora teške laringoskopije sa rigidnim direktskopom (veća je incidenca TLV kod bolesnika muškog pola). U odnosu na morfometrijske mere, ovaj autor ukazuje da tireomandibularni ugao (thyroid-mandible angle, TMA) značajno korelira sa TLV.¹⁵⁹

Roh (Roh) i grupa autora sugerišu upotrebu klasifikacionog sistema za predviđanje teške laringealne vizualizacije (difficult laryngeal exposure) – TLV u mikrolaringealnoj

hirurgiji. Ova grupa autora ukazuje na značajnu korelaciju ($p < 0.001$, $r = 0.469$) vidljivosti glotisa sa rigidnim laringoskopom i Kormak-Leinove klasifikacije vidljivosti glotisa sa krivom špatulom, koju koriste anesteziolozi. Ova istraživanja jasno ukazuju da će bolesnici kod kojih se očekuje teška endotrahealna intubacija će imati verovatno i lošu vidljivost glotisa i u toku rigidne laringoskopije.¹⁵⁷ Zbog toga je vrlo važno poznavati sve one predikrivne faktore, koji se odnose na specifične anatomske karakteristike glave i vrata, a koji se mogu koristiti i za predviđanje teške mikrolaringoskopije.

Orlov (Orloff) i saradnici su objavili da Kormak-Lienova klasifikacija, BMI, Malampatijev test, morfometrijske mere značajno koreliraju sa otežanom vizualizacijom glotisa sa rigidnim direktoskopom u mikrolaringealnoj hirurgiji.³⁶

Teška laringoskopija je treći i četvrti stepen vizualizacije glotisa po Kormak-Lienovoj klasifikaciji i predstavlja sinonim za tešku endotrahealnu intubaciju kod većine bolesnika i potencijalno TLV.¹⁵⁷ Incidenca TLV i teške intubacije se kreće od 1,5 % do 8.5 % , 1-4% retrospektivno.^{159,162} Preoperativni testovi za procenu disajnog puta su od velikog značaja kod bolesnika koji se pripremaju za mikrolaringealnu hirurgiju, a pogotovu kada se koristi džet ventilaciona tehnika.

Na tešku laringealnu vizualizacija - TLV (difficult laryngeal exposure – DLE) sa rigidnim laringoskopom u mikrolaringealnoj hirurgiji utiču mnogobrojni faktori vezani za anatomske karakteristike u predelu glave i vrata. Uprkos značajnom broju radova u odnosu na prediktivne faktore TLV još uvek nije postignut jasan koncenzus oko toga koji su to tačni testovi koji ukazuju na tešku vidljivost laringealnih struktura sa rigidnim direktoskopom kao što nije postignuta ni jasna definicija TLV.^{168,169} Različite morfometrijske mere vezane za anatomske karakteristike u predelu glave i vrata ukazuju na probleme vezane za vidljivost glotisa, ali je potrebno definisati tačno koja su to rastojanja, uglovi, i što je još izuzetno važno, kako vršiti merenja: da li u neutralnom položaju ili pri punoj ekstenziji glave.¹⁶⁰

Kako PaCO₂ predstavlja parametar zadovoljavajuće ventilacije, pronalaženje i procenjivanje svih onih parametara, koji mogu uticati na lošu ili čak nemoguću

vizualizaciju glotisa je vrlo značajno da bi se zadovoljili zahtevi i anesteziologa i laringologa u pristupu disajnom putu i zadovoljavajućim hiruškim rezultatima, naročito značajno kada se koristi VFVM u mikrolaringealnoj hirurgiji.¹⁷⁰

U našem istraživanju u toku primene visoko-frekventne džet ventilacije nije bilo komplikacija kao su: oštećenje zuba, aspiracija želudačnog sadržaja, pneumotoraks, emfizem kože, oštećenje trahealne sluznice, bradikardija (frekvencija pulsa < 45 udara min⁻¹), pojava aritmija i smrt bolesnika.

5.1. Prosečne vrednosti PaCO₂ u toku mikrolaringealne hirurgije

Dinamika promena prosečnih vrednosti PaCO₂, koje su dobijene u sva tri merenja u obe grupi (VFV i VFV-KMV) bolesnika je bila ista (F= 1.51; p= 0.222 > 0.05), bez obzira što su se tehnike ventilacije (VFVM i KMV) menjale. Promene prosečnih vrednosti PaCO₂ su bile statistički značajno različite u toku ta tri merenja (F=23.12 ; p=0.000 < 0.05) u obe grupe, kada se koristio generalni linearni model (GLM)

- Prosečne vrednosti PaCO₂ u drugom merenju, 5 min posle početka hirurške intervencije su značajno više u odnosu na vrednosti prosečnu vrednost PaCO₂ pre indukcije (F = 45.06 ; p= 0.0001 < 0.05), ali su se održavale na gornjim granicama referentnih vrednosti za PaCO₂ što nam je ukazalo na zadovoljavajući ekspirijum.
- Prosečna vrednost PaCO₂ u trećem merenju, 3 min posle završene intervencije je bila značajno viša u odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ pre indukcije (F = 27.13; p=0.0001 < 0.05).

Analizirajući prosečne vrednosti PaCO₂ u obe grupe uočili smo da je u trećem merenju, kada je hirurška intervencija bila završena, u grupi sa kombinovanom tehnikom ventilacije (VFV-KMV), a džet kateter bio zamenjen ETT ili laringealnom maskom (LMA), prosečna vrednost PaCO₂ bila je značajno manja u odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ u grupi u kojoj se primenjivala samo tehnika džet ventilacije (VFV). Drugim rečima u grupi VFV-KMV po završetku hirurške intervencije više nismo imali

otvoren sistem ventilacije, disajni put je bio obezbeđen i ventilacija i oksigenacija su bile zadovoljavajuće. Povećane prosečne vrednosti PaCO₂ u grupi u kojoj se primenjivala samo tehnika džet ventilacije (VFV) preko džet katetera do buđenja bolesnika su posledica nezadovoljavajućeg ekspirijuma tako da je oralni ervej morao biti plasiran kod većine bolesnika da bi se omogućio nesmetan protok vazduha ka spolja (Tabela 19, Garfik 6).

Kod svih bolesnika obe grupe u toku primene VFVM (drugo merenje) u toku hirurške intervencije prosečna vrednosti PaCO₂ se održavala u referentnim vrednostima (45.32 mmHg, i 47.40 mmHg) što nam pokazuje da je ekspirijum, i pored plasiranog rigidnog laringoskopa, hirurških manipulacija sa različitim hirurškim instrumentima i različitih patoloških lezija larinksa, bio obezbeđen tj. ventilacija pluća bolesnika je bila zadovoljavajuća.

Rize-Mejd (Rezaie-Majd) sa grupom autora u velikoj multicentričnoj kliničkoj studiji, koja obuhvata 1500 bolesnika saopštava da je prosečna vrednosti PaCO₂ bila 42.3 mmHg u toku primene VFVM uz odgovarajuće parametre ventilacije.²⁴

Bečer (Bacher) je u svojoj studiji ukazao da je hiperkapnija (PaCO₂ > 55 mmHg) kod subglotične džet ventilacije vezana za dužinu trajanja hirurške intervencije (duže od 30 min).²

Dejvis (Davies) i saradnici su dokazali da faktori udruženi sa pojavom hiperkapnije u toku primene džet ventilacije su isključivo vezani za: starije životno doba, ASA operativni rizik III i IV, srčanu insuficijenciju i anamnestičke podatke o ranijim intervencijama na larinksu. Isti autori su ukazali da su bolesti pluća udružene sa lošom komplijansom pluća i grudnog koša povezane sa hipoksijom i hiperkapnijom.⁹

Biro (Biro) sa saradnicima navodi da na efikasnu eliminaciju CO₂ u toku primene džet ventilacije utiču starost bolesnika, pol, telesna težina i iznad svega adekvatno prilagođavanje parametara ventilacije, pri čemu izlazak vazduha (ekspirijum) mora biti obezbeđen.^{16,32}

Simon i grupa autora, ukazuju da je održavanje normokapnije prioritet u toku primene visoko frekventne džet ventilacije. Isto tako ovi autori ukazuju na odličnu korelaciju

između end-ekspiratorne koncentracije CO₂ i PaCO₂ obzirom da se ne može meriti kontinuirano CO₂ u toku primene ove tehnike ventilacije.⁹¹

Strasnov (Strashnov) sa saradnicima ukazuje da je prisutna hiperkapnija (PaCO₂ = 60 mmHg) vezana za primenu džet ventilacije isključivo kada se koristi kod gojaznih bolesnika i bolesnika sa hroničnom opstruktivnom bolešću pluća (HOBP).²⁰

Ira (Ihra) sa saradnicima saopštava u svojim radovima da je u toku primene visoko frekventne džet ventilacije u hirurgiji larinksa i traheje, pojava hiperkapnije posledica loše adaptiranih parametara džet ventilacije i nije vezana za vremensko trajanje tj. dužinu primene ove tehnike ventilacije.^{35,84,101}

Aloj (Aloy) navodi da pojava hiperkapnije u toku primene visoko frekventne džet ventilacije, pogotovo kada se koristi supraglotički pristup nije štetna za bolesnike pošto ne traje dugo i uvek se može preći na konvencionalnu tehniku ventilacije sa endotrahealnim tubusom ili maskom za lice.¹⁵⁰

5.1.1. Prosečne vrednsti PaCO₂ i vidljivost glotisa po Kormak-Lienovoj klasifikaciji

Poznato je iz literature da Kormak-Lienova klasifikacija vidljivosti glotisa sa krivom špatulom po Mekintošu (McIntoch) značajno korelira sa vidljivošću glotisa kada se koristi rigidni laringoskop u mikrolaringealnoj hirurgiji, što podrazumeva da će bolesnici koji se teško intubiraju verovatno predstavljati problem i u mikrolaringoskopiji sa rigidnim direktoskopom.¹⁵⁷

Treći stepen vidljivosti glotisa po Kormak-Lienovoj klasifikacija predstavlja i tešku endotrahealnu intubaciju.^{171,172,173} U našem istraživanju kod svih bolesnika (25) sa trećim stepenom vizualizacije glotisa, džet kateter je bio plasiran bez poteškoća i to u prvom aktu u direktnoj laringoskopiji sa krivom špatulo.

U toku našeg ispitivanja između grupe VFV i VFV-KMV ne postoji statistički značajna razlika ($p > 0.05$) u odnosu na stepene vidljivosti glotisa prema Kormak-Lienovoj klasifikaciji (Tabela 16).

Analizirajući prosečne vrednosti PaCO₂ u sva tri merenja posebno u grupi sa kombinovanom tehnikom ventilacije (VFV-KMV), statistički je značajna (F=6.67; p=0.013<0.05) razlika u odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ između različitih stepena vidljivosti glotisa prema Kormak-Lienovoj klasifikaciji u prvom (p=0.013<0.05) i drugom merenju (F=6.34; p=0.015<0.05) (Tabela 20).

U grupi VFV bolesnika u odnosu na vrednost PaCO₂ statistički je bila značajna (F=4.66; p=0.014<0.05) razlika između različitih stepena vidljivosti glotisa prema Kormak-Lienovoj klasifikaciji jedino u trećem merenju, kada se džet ventilacija koristila do buđenja bolesnika (Tabela 21).

Za naše istraživanje je značajna analiza prosečnih vrednosti PCO₂ u drugom merenju (5 min nakon početka hirurške intervencije i plasiranja rigidnog direktoskopa). U grupi VFV-KMV najveća prosečna vrednost PaCO₂ je bila 49.53 mmHg upravo u grupi (14) bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti glotisa kada se glotis u direktoskopiji sa krivom špatulom nije prikazivao jedino su se videle kornikularne hrskavice (Tabela 20). U grupi VFV bolesnika (11) sa trećim stepenom vidljivosti glotisa najveća prosečna vrednost PaCO₂ je bila 47.90 mmHg (Tabela 21).

Maksimalne vrednosti PaCO₂, u obe grupe u toku drugog merenja su se kretale i do 62.00-63.00 mmHg. Ovako visoke vrednosti se vezuju za otežan ekspirijum (izlazak vazduha) koji može biti prouzrokovan ili smanjenom vidljivošću glotisa sa rigidnim laringoskopom ili smanjenim prostorom za hirurške manipulacije, koji još otežava i prisustvo različitih hirurških instrumenata, što je sve zajedno doprinelo nezadovoljavajućem ekspirijumu i povećanju prosečnih vrednosti PaCO₂ u našem istraživanju. Aritmetičke sredine PaCO₂ u obe grupe su prikazane u Grafiku 9 i 12.

U trećem merenju u grupi VFV-KMV kada smo koristili konvencionalni način ventilacije do buđenja bolesnika, prosečna vrednost PaCO₂ je bila u referentnim granicama (Grafik 10).

Najviše zabeležena vrednost PaCO₂= 52.68 mm Hg je bila u trećem merenju u grupi VFV bolesnika kod kojih se koristila džet ventilacija do buđenja (Grafik 13). Kod svih bolesnika ove grupe (Tabela 21) ekspirijum je bio različite čujnosti (značajan parametar zadovoljavajućeg ekspirijuma), te smo morali plasirati oralni ervej, a kod dva bolesnika

u ovoj grupi smo morali preći do buđenja na kontrolisanu mehaničku ventilaciju, pri čemu je disajni put obezbeđen sa laringealnom maskom.

U našem ispitivanju u obe grupe bolesnika (25), koji su imali treći stepen vidljivosti glotisa po Kormak-Lienovoj klasifikaciji bili su prisutni i drugi prediktivni faktori teške laringoskopije kao što su povećana telesna masa, nezadovoljavajuća ekstenzija vratne kičme, MHR<3pp, nedostatak zuba, IP<3pp, prisustvo implantiranih zuba i većina bolesnika je bila ženskog pola. U ovoj grupi bolesnika zbog lošeg ekspirijuma, nezadovoljavajuće ventilacije potvrđene visokim vrednostima PaCO₂ bilo je potrebno i dodatno pozicioniranje rigidnog laringoskopa ili je direktoskop bio zamenjen drugom veličinom.

Analizirajući dodatno rezultate prosečnih vrednosti PaCO₂ u obe grupe na osnovu Kormak-Leinove klasifikacije pomoću Pirsonovog koeficijenta linearne korelacije uočili smo statistički značajnu linearnu povezanost između prosečne vrednosti PaCO₂ pogotovo između drugog i trećeg merenja. Na osnovu LK uočili smo da je promena PaCO₂ u trećem merenju povezana sa promenama vrednosti PaCO₂ pre indukcije u odnosu na vidljivost glotisa po Kormak-Lienovoj klasifikaciji, što nas upućuje na zaključak da su prosečne vrednost PaCO₂ u trećem merenju posledica promene tehnike ventilacije.

Pitanje koje nas sigurno stavlja pred dilemu se odnosi na to da li se može postići zadovoljavajuća ventilacija u periodu buđenja bolesnika sa džet kateterom u infraglotičkom položaju u onim situacijama kada je vidljivost glotisa bila trećeg ili četvrtog stepena po Kormak-Lienovoj klasifikaciji pri direktoskopiji nakon indukcije. Odgovor vezan za ove kliničke situacije se verovatno nalazi i u dodatnoj preoperativnoj procenu TLV predloženoj od strane mnogih autora.^{157,158,159} Sa druge strane buđenje bolesnika sa džet kateterom nije neophodno kada postoji alternativa koju predstavlja primena KMV i plasiranju ETT.

Kako po Kormak-Leinovoj klasifikaciji, treći i četvrti stepen vidljivosti glotisa predstavljaju tešku endotrahealnu intubaciju, laringealna maska (LMA) je sredstvo

izbora za uspostavljanje ventilacije u periodu buđenje bolesnika posle mikrolaringealne hirurške intervencije.^{38,174}

5.1.2. Preoperativni pregled orofaringealnih struktura po Malampatiju

U našem radu, rezultati preoperativnog fizikalnog pregleda orofarinksa po Malampatiju, su bili statistički značajno različiti između VFV i VFV-KMV grupe bolesnika ($p = 0.038 < 0.05$) (Tabela 9).

U odnosu na Malampatijev test najveći broj bolesnika (84) od ukupnog broja je imao II klasu vidljivosti orofaringealnih struktura, sve strukture orofarinksa su bile vidljive. Od 17 bolesnika obe grupe, 13 bolesnika je imalo III klasu vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju i vidljivo samo meko nepce i to u grupi sa kombinovanom tehnikom ventilacije, VFV- KMV (Tabela 9).

Specifični fizikalni pregled struktura orofarinksa, klinički test, opisan od strane Malampatija i saradnika je koristan skrining test za procenu težine endotrahealne intubacije, ali u kombinaciji sa drugim kliničkim testovima^{175,176,177}

Jedan broj autora smatra da Malampatijev test (MT) u preoperativnoj proceni disajnog puta ukazuje na tešku laringoskopiju sa krivom špatulom u anesteziološkoj praksi.^{178,179} Kranc (Krantz) tvrdi da je test koristan u predviđanju teške laringoskopije, ali ne obavezno i otežane intubacije.¹⁸⁰

Najnoviji izveštaj Landstroma (Lundstrom) i saradnika na velikoj seriji bolesnika (>177 000) ukazuje na loš prognostički značaj modifikovanog Malampatijevog testa kada je u pitanju endotrahealna intubacija.¹⁸¹

Pinar je u svom radu je pokazao da modifikovan Malampatijev test (klasa III i IV) ima značajnu statističku korelaciju sa lošom vizualizacijom glotisa, a udružen sa ostalim parametrima kao što su BMI i veličina obima vrata predstavlja značajne prediktore u predviđanju teške laringoskopije u mikrolaringealnoj hirurgiji.¹⁵⁸

Na značaj modifikovanog MT, kao prediktora loše vizualizacije glotisa sa rigidnim laringoskopom ukazao je i Fridman (Friedman) u svom radu.¹⁶⁰

Sing i saradnici koriste modifikovani MT u svom radu i ukazuje na statističku značajnost ovog testa kao prediktornog faktora loše vizualizacije glotisa u toku mikrolaringoskopije; naglašavajući da je ovaj test koristan ali samo udružen sa ostalim kliničkim testovima.¹⁵⁹

Za razliku od ostalih autora, Rok i saradnici nisu u svom istraživanju pronašli korelaciju između TLV i Malampatijevog testa u mikrolaringealnoj hirurgiji.¹⁵⁷

Razlozi za ovako različite stavove u pogledu značajnosti Malampatijevog testa u preoperativnoj proceni disajnog puta se nalazi u činjenici da se mogućnosti tumačenja kreću u širokom obimu i to verovatno zbog promena vidljivosti orofaringealnih struktura, kada bolesnici spontano foniraju u toku testa ili zbog razlike u tumačenju među ispitivačima, koji procenjuju Malampatijev test.^{181,182,183,184}

U našem radu a na osnovu multivarijantne regresione analize između svih primenjenih preoperativnih testova i BMI kao nezavisnih prediktora, jedino se treći stepen vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju izdvojio kao značajan prediktor (OR= 4.318; 95% CI 1.328-14.04; p=0.015<0.05) (Tabela 17). Bazirano na dvostruko prediktivnom modelu, 95% bolesnika se može korektno klasifikovati u odnosu na MT. To znači da se u našem radu jedino Malampatijev test može smatrati prediktivnim testom teške vizualizacije glotisa, koji su u vezi sa nezadovoljavajućim lošim ekspirijumom i hiperkapnijom.

5.1.2.1. Odnos prosečnih vrednosti PaCO₂ i vidljivost orofaringealnih struktura po Malampatiju u VFV-KMV grupi bolesnika

U našoj studiji smo dobili da je u odnosu na prosečne vrednosti PaCO₂ kao parametra zadovoljavajuće ventilacije, statistički značajna razlika između druge i treće klase vidljivosti po MT (Tabela 22) u ovoj grupi bolesnika.

Vrednosti PaCO₂ u prvom i trećem merenju su bile u referentnim vrednostima za PaCO₂ ali u drugom merenju, za vreme hirurgskog rada vrednost PaCO₂ je bila viša u odnosu na referentne vrednosti 46.84 mmHg za treću klasu vidljivosti struktura orofarinksa po Malampatiju (Grafik 16 i 15).

Vrednosti PaCO₂ su bile u referentnim granicama u trećem merenju, ali manje pogotovo za treću klasu vidljivosti po Malampatiju, što se može objasniti činjenicom da je u ovoj grupi (VFV-KMV) bolesnika, korišćena konvencionalna tehnika ventilacije (Grafik 17). Prema podacima iz literature,, treća klasa vidljivosti orofaringealnih struktura po MT ukazuje na tešku laringoskopiju sa krivom špatulom i lošu vidljivost glotisa sa pravom špatulom, što sve zajedno ne mora da znači da će i endotrahealna intubacija biti teška.^{178,181,185}

U našem radu uspostavljanje disajnog puta nakon završenog hirurškog rada u ovoj grupi bolesnika je bilo uspešno kod svih bolesnika, pri čemu smo koristili i različitu opremu; šest bolesnika je intubirano sa endotrahealnim tubusom u prvom aktu, a kod sedam bolesnika je plasirana laringealna maska zbog loše vidljivosti glotisa.

5.1.2.2. Odnos prosečnih vrednosti PaCO₂ i vidljivost orofaringealnih struktura po Malampatiju u VFV grupi bolesnika

U odnosu na prosečne vrednosti PaCO₂ nije bilo statistički značajne razlike ($p > 0.05$) u sva tri merenja između različitih klasa orofaringealnih struktura po Malampatiju (Tabela 20). U drugom merenju za vreme hirurškog rada, vrednosti PaCO₂ u drugoj (II) i trećoj (III) klasi vidljivosti struktura orofarinksa su nešto više (48.00 mmHg, 47.83 mmHg) u odnosu na referentne vrednosti PaCO₂, što se može objasniti prisutnim patološkim procesom u larinksu, hirurškim manipulacijama i instrumentima u vidnom polju, koji mogu uticati na lošiji ekspirijum (Grafik 23).

Džet ventilacija se koristila do buđenja u ovoj grupi bolesnika i vrednost PaCO₂ (46.37mmHg) u trećoj klasi po Malampatiju je značajno viša u ovom trećem merenju u odnosu na istu klasu u grupe VFV-KMV (PaCO₂=38,11 mmHg) (Grafik 20 i 16).

Fridman ukazuje da je loša vidljivost glotisa vezana za treći i četvrti stepen vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju, ali u isto vreme ukazuje na značaj položaja jezika u ustima.¹⁶⁰ Položaj jezika može da utiče na prolaznost vazduha u toku ekspirijuma pogotovo kada bolesnici nisu intubirani sa ETT, a da pri tome još spavaju i spontano dišu.¹⁸⁶

5.1.3. Prosečne vrednosti PaCO₂ i mentohoidno rastojanje

Za procenu veličine mandibularnog prostora u preoperativnoj proceni disajnog puta smo koristili mentohoidno rastojanje, morfometrijska mera značajna i za procenu TLV.^{157,159,160,187}

MHR nije bilo statistički značajno različito ($p < 0.05$) između grupa u našem radu (Tabela 10). U odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ u sva tri merenja između različitih kategorija MHR nije bilo statistički značajne razlike ($p > 0.05$) u obe grupe bolesnika (Tabela 24 i 25). Prosečne vrednosti PaCO₂ u drugom merenju (u toku hirurškog rada) su bile povećane u obe grupe i to kod bolesnika (4) koji su imali MHR > 3pp i kod bolesnika (18), koji su imali MHR < 3pp (Grafik 23 i 27).

Patil (Patil) je još 1983. godine uočio značaj ove morfometrijske mere: mandibula mora biti dovoljno dugačka (ovde se misli na širinu mandibule) da bi se jezik mogao pomeriti u submandibularnom prostoru i omogućiti nesmetano plasiranje špatule laringoskopa, kao preduslov za dobar pristup glotisu i uspešnu endotrahealnu ventilaciju. Veličina MHR manja od 3pp bolesnika kod koga se meri je udružena sa lošom vidljivošću glotisa; mandibularni prostor je mali i jezik se mora pomerati pozadi prema glotisu i na taj način predstavlja prepreku u vizualizaciji glotisa.¹⁸⁸

Batler i Frek (Butler i Frerk) su ukazivali da su morfometrijske mere značajne u proceni disajnog puta i vizualizaciji glotisa, ali se moraju koristiti u sklopu drugih kliničko primenljivih testova.^{189,190}

Orlov i saradnici smatraju da MHR uz sternomentalno rastojanje (SMR) treba da budu klinički prediktori teške vizualizacije glotisa i u toku mikrolaringoskopije.³⁶

U proceni vidljivosti glotisa sa rigidnim laringoskopom kao klinički prediktori loše vidljivosti glotisa u mikrolaringoskopiji, MHR se koristi sa drugim morfometrijskim merama kao što su tireomandibularni ugao (TMU), horizontalno tireoidno rastojanje (HTR) i vertikalno tireoidno rastojanje (VTR). Hsing ukazuje na poseban značaj TMU u predviđanju TLV sa rigidnim direktoskopom.¹⁵⁹

Roh u svom radu koristi morfometrijske mere, ali u toku merenja koristi različite položaje glave: neutralni položaj i maksimalnu ekstenziju glave bolesnika. Ovaj autor

smatra da je jedino tireoentalno rastojanje statistički značajno za lošu vidljivost glotisa u toku mikrolaringealne hirurgije, a u isto vreme naglašava da na vrednosti morfometrijskih mera utiče i rasna pripadnost bolesnika.¹⁵⁷

5.1.4. Prosečne vrednosti PaCO₂ i interincizorni prostor

U našem istraživanju mogućnost otvaranja usta smo procenjivali na osnovu veličine interincizornog prostora. Statistički nije bilo značajne razlike u odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ između različitih kategorija IP u obe grupa (Tabele 28 i 29). Sa druge strane u ispitivanoj grupi bolesnika (102) samo je 5 bolesnika imalo vrednost IP < 3pp, i to 2 bolesnika, koji su bili u grupi VFV i 3 bolesnika u grupi VFV-KMV.

Uočili smo da je prosečna vrednost PaCO₂ u toku trećeg merenja, po završetku hirurške procedure, bila najveća (52.30 mmHg) kod bolesnika kod kojih je vrednost IP < 3pp i to u grupi VFV u kojoj su se bolesnici budili sa plasiranim džet kateterom do buđenja (Grafik 44). U grupe VFV-KMV bolesnika sa IP < 3pp, a kod kojih je do buđenja korišćena konvencionalna tehnika ventilacije prosečna vrednost PaCO₂ (39.33 mmHg) je bila manja i u granicama referentnih vrednosti (Grafik 40).

Procenjivanje mogućnosti otvaranja usta je test koji je sastavni deo svih klinički primenjivih testova za procenu težine vidljivosti glotisa i sa krivom špatulom u anesteziološkoj praksi.^{171,184,185}

U laringološkoj praksi, Pinar u svom radu sugeriše, da mogućnost otvaranja usta nije adekvatan indikator loše vidljivosti glotisa i da se ne može koristiti kao prediktor TLV zato što je mogućnost otvaranja usta vezana za pokrete u temporomandibularnom zglobu.¹⁵⁸

5.1.5. Prosečne vrednosti PCO₂ i stanje zuba u gornjoj i donjoj vilici

U odnosu na prisutnost zuba u gornjoj i donjoj vilici ne postoji značajna statistička razlika u odnosu na prosečnu vrednost PaCO₂ između operativnih grupa (p < 0.05).

Većina autora u anesteziološkoj praksi ukazuje na značaj prisustva i/ili odsustva zuba u proceni mogućnosti ventilacije na masku za lice.^{191,192,193}

U skorašnje vreme se primećuje da su implantati (pogotovo ako su veći od prirodnih zuba) u gornjoj i donjoj vilici vezani sa lošiju vizualizaciju glotisa u toku laringoskopije i poteškoće sa endotrahealnom intubacijom u anesteziološkoj praksi. U laringološkoj praksi su implantati u gornjoj i donjoj vilici vezani za poteškoće prilikom plasiranja direktskopa, zbog mogućih oštećenja, ali ovi problemi čekaju dalja istraživanja.^{194,195}

U našem istraživanju bilo je 4 bolesnika (svi su bili ženskog pola) sa ugrađenim implantima u obe vilice i to jedna bolesnica u grupi VFV i tri bolesnice u grupi VFV-KMV. Moramo naglasiti, da je kod 4 bolesnice, koje su imale implante u gornjoj i donjoj vilici, interincizorni prostor bio manji od 3pp, a kod 3 bolesnice, vidljivost glotisa je bila trećeg stepena po Kormak-Leinovoj klasifikaciji, i za plasiranje i pozicioniranje džet katetera je bio potreban snažan spoljašnji pritisak na larinks. Ventilacija na masku za lice je bila zadovoljavajuća kod svih bolesnika.

Najveća vrednost PaCO₂ (52.00 mmHg) u odnosu na stanje zuba je bila kod bolesnice u grupi VFV u trećem merenju, kada se hirurška intervencija završila, ekspirijum nije bio zadovoljavajući (čujnost mlaza pri ekspirijumu je bila lošija), tako da je plasiran oralni ervej do buđenja bolesnice.

Prosečna vrednosti PaCO₂ u toku trećeg merenja je bila povećana (51.26 mmHg) i to u grupi VFV kod 10 bolesnika, kod kojih zubi nedostaju, a do buđenja ventilacija se odvijala preko džet katetera. Povećana prosečna vrednost PaCO₂ (52.00 mmHg) je bila i kod jedne bolesnice, koja je imala ugrađene implante i ekspirijum nije bio zadovoljavajući (čujnost mlaza pri ekspirijumu je bila lošija), i morali smo korigovati položaj glave i staviti oralni ervej (Tabela 27, Grafik 36).

Za razliku od grupe VFV u grupi VFV-KMV gde se koristila konvencionalna ventilacija do buđenja bolesnika, prosečne vrednosti PaCO₂ u trećem merenju su bile niže, u granicama referentnih vrednosti za PaCO₂ i to: 6 bolesnika kod kojih nedostaju zubi dobili smo da je prosečna vrednost PaCO₂ bila 42.60 mmHg, a kod 3 bolesnika sa ugrađenim implantima, prosečna vrednost je bila 41.00 mmHg. Kao što se može videti

prosečne vrednosti su značajno niže u grupi gde su se bolesnici budili sa ETT (Tabela 26, Grafik 32).

5.1.6. Prosečne vrednosti PaCO₂ u odnosu na fleksiono-ekstenzionu pokretljivost vratne kičme

Klasifikacioni sistemi u proceni disajnog puta polaze od toga da su optimalni uslovi za dobru vidljivost glotisa u direktnoj laringoskopiji sa Makintoš-ovom špatulom umerena fleksija vrata pri zadovoljavajućoj ekstenziji atlanto-okcipitalnog zgloba.^{165,171} Od položaja glave bolesnika zavisi i dobra vidljivost glotisa, dobri uslovi za hirurški rad, a kada je u pitanju džet ventilacija i zadovoljavajući ekspirijum i zadovoljavajuće vrednosti PaCO₂.

Osnovni preduslov za plasiranje rigidnog direktoskopa i primenu džet ventilacije bilo da je u pitanju supra- ili infraglotički pristup, je mogućnost hiperekstenzije glave bolesnika. Nemogućnost izvođenja iste se smatra čak i relativnom kontraindikacijom za primenu džet ventilacione tehnike.^{65,192,195}

U našem istraživanju ne postoji značajna statistička razlika ($p > 0.05$) između zadovoljavajuće i nezadovoljavajuće fleksije i ekstenzije vratne kičme u odnosu na obe grupe bolesnika (Tabele 13 i 14). Prosečne vrednosti PaCO₂ u sva tri merenja pojedinačno nisu bila statistički značajno različita između zadovoljavajuće i nezadovoljavajuće fleksije i ekstenzije vrata u odnosu na obe grupe ($p > 0.05$) (Tabele 30,31,32,33).

Ako se analizira prosečna vrednost PaCO₂ u obe grupe bolesnika (7), koji su imali nezadovoljavajuću ekstenziju vratne kičme u toku drugog merenja, za vreme hirurškog rada, uočili smo da su prosečne vrednosti PaCO₂ bile visoke i to: u grupi VFV-KMV bolesnika PaCO₂ je bila 53.33 mmHg, a u grupi VFV bolesnika PaCO₂ je bila 50.37 mmHg (Grafik 47 i 51).

Bolesnici sa zadovoljavajućom i nezadovoljavajućom fleksijom vrata u grupi VFV su imali prosečnu vrednost PaCO₂ u drugom i trećem merenju iznad referentnih vrednosti za PaCO₂ (Grafik 59 i 60). Sa druge strane bolesnici sa zadovoljavajućom i

nezadovoljavajućom fleksijom vrata u grupi sa kombinovanom tehnikom ventilacije (VFV-KMV) su imali prosečne vrednosti PaCO₂ u granicama referentnih vrednosti i u drugom i trećem merenju (Grafik 55 i 56).

Mora se naglasiti da u odnosu na ukupan broj (102) bolesnika, dinamika kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ je bila ista i kod zadovoljavajuće i nezadovoljavajuće fleksije vrata ($p > 0.05$), ali su promene prosečne vrednosti PaCO₂ u sva tri merenja bile statistički izrazito značajne ($p = 0.0001 < 0.05$) (Grafik 62).

Vrednosti PaCO₂ u toku hirurškog rada i tokom buđenja bolesnika nezavisno koji se tip ventilacije koristio su bili statistički značajno različiti u odnosu na vrednosti PaCO₂ pre intervencije ($p = 0.003 < 0.05$).

Kod svih 102 bolesnika, a u odnosu na obe kategorije, zadovoljavajuća i nezadovoljavajuća ekstenzija vratne kičme, dinamika kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ je bila ista ($p > 0.05$), ali je statistička značajnost bila visoka ($p = 0.0001$) kada se pratila dinamika kretanja prosečne vrednosti PaCO₂ u svakom od tri merenja i to vrednosti PaCO₂ u drugom i trećem merenju su statistički značajno više ($p = 0.001$) u odnosu na prvo merenje (Grafik 63).

Orlov i saradnici u određivanju prediktora za optimalnu laringealnu vizualizaciju u mikrolaringealnoj hirurgiji daju prednost morfometrijskim merama, ali pri punoj ekstenziji vratne kičme bolesnika. Ovi autori smatraju da morfometrijske mere, koje se dobijaju u neutralnom položaju nisu pouzdane.³⁶

Pinar u svojoj studiji je pokazao da mere fizičkih osobina vrata su korisnije ako se vrat nalazi u maksimalnoj ekstenziji i samo tako dobijeni rezultati mogu ukazivati na tešku vizualizaciju glotisa u toku suspenzione laringoskopije.¹⁵⁸

Hokman (Hochman) svom radu navodi da je tradicionalan snifing (*sniffing*) položaj predstavlja optimalnu poziciju za mikrolaringoskopiju zato što taj položaj omogućava korišćenje laringoskopa većeg lumena i prednja komisura larinksa se najbolje vidi što je neophodan uslov u fonihirurgiji.¹⁵⁴

5.1.7. Prosečne vrednosti PaCO₂ i BMI

U rezultatima našeg istraživanja postoji značajna statistička razlika između različitih kategorija BMI bolesnika ($p < 0,05$) u odnosu na operativne grupe (Tabela 6). U grupi bolesnika koju smo ispitivali više od polovine 58/102 (56,3%) bolesnika je imalo povišenu telesnu masu, tačnije 43/102 (42,1%) bolesnika u obe grupe je pripadalo trećoj kategoriji BMI (25.0-29.9), a 15/102 (14,7%) bolesnika je pripadalo četvrtoj kategoriji BMI (30.0 – 39.9). Plasiranje džet katetera kod svih bolesnika koji su imali prekomernu težinu ili su bili gojazni je proteklo bez većih problema, ali se mora uzeti u obzir da je džet kateter malog promera (2-3 mm), tako da ograničena vidljivost laringealnih struktura nije otežavajući faktor za plasiranje džet katetera.

Prekomerna telesna težina zbog sve veće prisutnosti u svetskoj populaciji, postala je sastavni deo svakog kliničkog testa, koji se koristi u proceni teške laringoskopije i endotrahealne intubacije.^{196,197}

BMI je sastavni deo klasifikacionih testova za predviđanje teške laringoskopije sa rigidnim direktoskopom.¹⁹⁸

Većina autora ukazuje na lošiju vidljivost larinksa u toku mikrolaringoskopije kod bolesnika koji su gojazni i imaju povećan obim vrata (> 46 cm).^{158, 198}

Levi i saradnici tvrde u svom istraživanju u grupi od 93 bolesnika da postoji značajna korelacija između BMI i TLV u toku laringomikroskopije sa rigidnim laringoskopom.¹⁹⁹

Roh ukazuje na izrazito značajnu korelaciju između BMI, širine (dužina obima) vrata i pri tome zaključuje da gojazni bolesnici sa muskuloznim vratom imaju visok stepen verovatnoće da će laringealna vidljivost biti loša.^{157,200} Problemi sa vizualizacijom laringealnih struktura kod gojaznih bolesnika se pripisuju nagomilanom masnom tkivu u obrazima, nepcu, farinksu i disajnom putu, kratak i muskulozan vrat, veliki jezik, ograničena pokretljivost cervikalne kičme.^{201,202}

VI ZAKLJUČCI

Na osnovu prikazanih rezultata i diskusije, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- 1) Kombinovanom primenom visokofrekventne džet ventilacije, infraglotičkim pristupom i kontrolisane mehaničke ventilacije, postižu se zadovoljavajuće vrednosti PaCO₂ i zadovoljavajuća ventilacija u mikrolaringealnoj hirurgiji
- 2) U toku primene visokofrekventne džet ventilacije, infraglotičkim pristupom, tokom same hirurške intervencije, prosečne vrednosti PaCO₂ su se održavale u referentnim vrednostima, ventilacija je bila zadovoljavajuća u obe grupe bolesnika
- 3) Postoji značajna korelacija između trećeg stepena vidljivosti glotisa u direknoj laringoskopiji sa krivom špatulom (glotis nije prikazan) po Kormak Lienovoj klasifikaciji i vrednosti parcijalnog pritiska ugljen-dioksida (PaCO₂) u toku hirurškog rada (drugo merenje) u obe grupe bolesnika
 - Prosečne vrednosti PaCO₂ su bila iznad referentnih granica za PaCO₂ u obe grupe bolesnika sa trećom klasom vidljivosti glotisa po Kormak Lienovoj klasifikaciji u drugom merenju
 - Nezadovoljavajući ekspirijum u drugom merenju je bio posledica ograničenog prostora za hirurški rad uz prisustvo različitih hirurških instrumenata
- 4) Bolesnici kod kojih je ventilacija do buđenja obezbeđena sa džet kateteterom, prosečna vrednost PaCO₂ je bila iznad referentnih vrednosti određenih za PaCO₂, ekspirijum nije bio zadovoljavajući

- 5) Bolesnici kod kojih se posle završene hirurške intervencije do buđenja koristila KMV, prosečne vrednosti PaCO₂ su bile u granicama referentnih vrednosti za PaCO₂
- 6) Preoperativni testovi za procenu disajnog puta i težinu endotrahealne intubacije imaju značaja i za procenu vidljivosti glotisa sa rigidnim direktoskopom odnosno, procenu ekspirijuma u toku primene visokofrekventne džet ventilacije
- 7) U našem istraživanju Malampatijev test je nezavistan prediktor teške vizualizacije glotisa, ali ne i teške endotrahealne intubacije
 - Kod svih bolesnika sa trećim stepenom vidljivosti orofaringealnih struktura po Mallampatiju, plasiranje džet katetera u direktnoj laringoskopiji se odvijalo bez poteškoća.
- 8) Laringealna maska (LMA) predstavlja korisno alternativno sredstvo u toku buđenja bolesnika sa klasom III vidljivosti orofaringealnih struktura po Malampatiju i trećim ili četvrtim stepenom vidljivosti glotisa po Kormak Lienovoj klasifikaciji kada se koristi kombinovana tehnika ventilacije kao što je slučaj sa grupom VFVM i KMV bolesnika.
- 9) Preoperativna procena TLV kada se koristi rigidni direktoskop i novi klasifikacioni sistemi bili bi od velikog značaja za uspešnu primenu tehnike visokofrekventne džet ventilacije u mikrolaringealnoj hirurgiji
- 10) Za savremenu endoskopsku laringealnu hirurgiju, visokofrekventna džet ventilacija sa infraglotičkim pristupom predstavlja značajnu dopunu KMV i neophodan preduslov za endoskopski tretman bez traheotomije
- 11) Uzimajući u obzir sve prednosti i nedostatke, kao i indikacije i kontraindikacije, tehniku anestezije (TIVA) visokofrekventna džet ventilacija je sigurna tehnika ventilacije uz minimalni stepen komplikacija u mikrolaringealnoj hirurgiji

12) Predpostavke za uspešnu primenu tehnike visokofrekventne džet ventilacije bez komplikacija su visok stepen saradnje između anesteziološkog i hirurškog tima i mogućnost da se u kritičnim situacijama na raspolaganje stavi čitav spektar anestezioloških i hirurških opcija

13) Primena visoko-frekventne džet ventilacije zahteva isključivo timski rad

VII LITERATURA

1. Bourgain JL, Chollet M, Fischler M, Gueret G, Mayne A. Guideline for the use of jet ventilation during ENT and oral surgery. *Ann Fr Anesth Reanim* 2010;29(10):720-7.
2. Bacher A, Lang T, Weber J, Aloy A. Respiratory efficiency of subglottic low-frequency, subglottic combined-frequency, and supraglottic combined-frequency jet ventilation during microlaryngeal surgery. *Anesth Analg* 2000;91:1506-12.
3. Bourgain JL, Desruennes E, Fischler M, Coppel DL. Transtracheal high frequency jet ventilation for endoscopic airway surgery: a multicentre study. *Br J Anaesth* 2001;87:870-5.
4. Jaquet Y, Monnnier P, Ravussin P. Complications of difficult ventilation strategies in endoscopic laryngeal surgery. *Anaesthesiology* 2006;104:52-9.
5. Evans KL, Keene MH, Bristow ASE. High-Frequency Jet Ventilation-a review of its role in laryngology. *The Journal of Laryngology and Otology* 1994;108:23-5.
6. Lanzeberger-Schragl E, Doner A, Matthaues G, Zimpfer M, Aloy A. Superimposed High-Frequency Jet Ventilation for Laryngeal and Tracheal Surgery. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg* 2000;26:40-6.
7. Hunsaker DH. Anesthesia for microlaryngeal surgery: The case for subglottic jet ventilation. *Laryngoscope* 1994;104(6):1-30.
8. Brooker CR, Hunsaker DH, Zimmerman AA. A New Anaesthetic System for Microlaryngeal Surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;118:55-60
9. Davies MJ, Hillel AD, Maronian CN, Posner LK. The Hunsaker Mon-Jet tube with jet effective for microlaryngeal surgery. *Can J Anesth* 2009;56:284-90.
10. Barakate M, Maver E, Wolterspoon G. Anaesthesia for mycrolaryngeal and laser laryngeal surgery: impact of subglottis jet ventilation. *The Journal of Laryngology & Otology* 2010;124:641-5.
11. Crockett DM, Scamman FL, McCabe BF, Rodney PL, Steven DG. Venture jet ventilation or microlaryngoscopy: Technique, complications, pitfalls. *Laryngoscope* 1987;97:1326-30.
12. Biro P, K.Wiedemann. Jetventilation und Anästhesie für diagnostische und therapeutische Eingriffe an den Atemwegen. *Anaesthesist* 1999;48: 669–85

13. Dhara SS, Butler PJ. High frequency jet ventilation for microlaryngeal laser surgery: an improved technique. *Anaesthesia* 1992;47:421-4.
14. Ihra G, Gockner G, Kashanipour A, Aloy A. High frequency jet ventilation in European and North America institutions: developments and clinical practice. *Eur J Anesth* 2000;17:418-30.
15. El-Baz NM, Caldarelli DD, Holinger LD, Faber LP, Ivankovich AD. High frequency ventilation through a small catheter for laser surgery of laryngeal and bronchial disorders. *Ann Otol Rhinol Laryngeal* 1985;94(85 Pt 1):483-8.
16. Biro P, Erych G, Rohling RG. The efficiency of CO₂ elimination during high frequency jet ventilation for laryngeal microsurgery. *Anaesth Analg* 1998;87:180-4.
17. Vaillancourt R, Somma J, Gagne N, Bussieres J. High frequency ventilation combined with spontaneous breathing during bronchopleural fistula repair: a case report. *Can J Anesth* 2009;56:52-6.
18. Nouraei SAR, Giussani DA, Howard DJ, Sandhu GS, Ferguson C, Patel A. Physiological comparison of spontaneous and positive pressure ventilation in laryngotracheal stenosis. *Br J Anaesth* 2008;101(3):419-23.
19. Rogers RC, Gibbons J, Cosgrove J, Coppel DL. High frequency jet ventilation for tracheal surgery. *Anaesthesia* 1985;40:32-6.
20. Strashnov VI, Pluznikov MS, Kolutolov VL, Ouchvatkina MK. High-frequency jet ventilation in endolaryngeal surgery. *J Clin Anaesth* 1995;7:19-5.
21. Leiter R, Aliverti A, Priori R, Staun P, Lo Mauro A, Larsson A, Frykholm P. Comparison of superimposed high-frequency jet ventilation for laryngeal surgery. *Br J Anaesth* 2012;108:690-7.
22. Brooker CR, Hunsaker DH, Zimmerman AA. A New Anaesthetic System for Microlaryngeal Surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;118:55-60.
23. Cook TM, Alexander R. Major complications during anaesthesia for elective laryngeal surgery in the UK: a national survey of the use of high-pressure source ventilation. *Br J Anaesth* 2008;101(2): 266-72.

24. Rezaie-Majd A, Bigenzahn W, Denk DM, Burian M, Kornfehl J. Superimposed high-frequency jet ventilation (SHFJV) for endoscopic laryngotracheal surgery in more than 1500 patients. *Br J Anaesth* 2006;96(5):650-65
25. Rontal M, Rontal E, Wonokur M. Jet insufflation anaesthesia for endolaryngeal surgery *Laryngoscope* 1980;90:1162-8.
26. Baer GA, Pukander J. Working conditions and complications during laryngomicroscopies under endotracheal ventilation via intubation tubes or injection ventilation. *Anaesthetist* 1982;31:621-4.
27. Klain M, Smith RB. Fluidic technology. A discussion and a description of a fluidic controlled ventilator for use with high flow oxygen techniques. *Anaesthesia* 1976;31(6):750-7.
28. Altissimi G, Gallucci L, Prattichizzo L, Arcamone D. Laryngeal Microsurgery Under general Anaesthesia Using Small-bore Endotracheal Tubes: Blood Gas Analysis. *Laryngoscope* 1994;104:325-7.
29. Shikowitz MJ, Abramson AL, Liberatore L. Endolaryngeal jet ventilation: 10-year review. *Laryngoscope* 1991;101:455-61.
30. Aloy A, Schachner M, Spiss C, Cancura W. Tubuslose translaryngeale superponierte Jet-Ventilation. *Anaesthesist* 1990;39:493-8.
31. Ihra G, Kepka A, Lanzenberger E, Donner A, Schabernig C, Zimpfer M, Aloy A. SHFJV Jet-Adapter zur Durchführung der Superponierten Hochfrequenz Jet-Ventilation über einen Tubus in der Intensivmedizin: Eine technische Neuerung. *Anaesthesist* 1998;47:209-19.
32. Biro P. Jet ventilation for surgical interventions in the upper airway. *Anesthesiology Clinics* 2010;28(3):397-9.
33. Ihra G, Aloy A. On the use of Venturi's principle to describe entrainment during jet ventilation. *J Clin Anesth* 2000;12:417-9.
34. Mausser G, Friedrich G, Schwarz G. Airway management and anesthesia in neonatus, infants and children during endolaryngotracheal surgery. *Paediatr Anaesth* 2007;17:942-7.
35. Ihra G, Hieber C, Adel S, Aloy A. Tubless combined high-frequency jet ventilation for laryngotracheal laser surgery in paediatric anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44:475-9.

36. Orloff L, Parhizka N, Ortize E. The Hunsaker on-Jet ventilation tube for microlaryngeal surgery: optimal laryngeal exposure. (Original Article). *Ear, Nose & Throat Journal* 2002;81:390-4.
37. Miyawaki J, Shono S, Katori K, Sakuragi T, Higo K. Subglottic Jet Ventilation for Pediatric Microlaryngosurgery: A case report. *J Clin Anesth* 2003;15:363-65.
38. Patel A, Rubin JS. The difficult airway: the use of subglottic jet ventilation for laryngeal surgery. *J of Voice* 2008;33:22-4.
39. Rubin JS, Patel A, Lennox P. Subglottic jet ventilation for suspension microlaryngoscopy. *J of Voice* 2005;19:146-50.
40. Davies MJ, Hillel AD, Maronian CN, Posner LK. The Hunsaker Mon-Jet tube with jet effective for microlaryngeal surgery. *Can J Anaesth* 2009;56:284-90.
41. Baer GA, Paloheimo M, Rahnasto J, Pukander J. End-tidal oxygen concentration and pulse oximetry for monitoring oxygenation during intratracheal jet ventilation. *J Clin Monitor* 1995;11:373-80
42. Gentz BA, Shupak RC, Bhatt SB, Bay C. Carbon dioxide dynamics during apneic oxygenation: the effects of preceding hypocapnia. *J Clin Anesth* 1998;10:189-94
43. Guenard H, Cros AM, Boundey C. Variations in flow and intraalveolar pressure during jet ventilation: theoretical and experimental analysis. *Resp Physiol* 1989;75:235-45
44. Primiano FP, Chatburn RL, Lough MD. Mean airway pressure: theoretical considerations. *Crit Care Med* 1982;10:378-83
45. Baer GA. Intratracheal jet ventilation for endolaryngeal procedures. *Acta Universitatis Tamperensis* 187, ISBN 951-44-1699-6.1985. Reftype:Thesis/Dissertation.
46. Perry RH. Ejector performance. In: Perry RH, Chilton CH. editors. *Chemical Engineer's handbook*. New York: McGraw-Hill;1973.p.29-2.
47. Sanders RD: Two ventilating attachments for bronchoscopes. *Delaware MJ* 1967; 39:170-5.
48. Oulton JL, Donald DM. A ventilating laryngoscope. *Anesthesiology* 1971;35:540-2.

49. Barr NL, Itscoivitz S, Chan. C, Economopoulos B, Albert SN. Oxygen injection in suspension laryngoscopy. *Arch Otolaryngol* 1971;93:606-9.
50. Spoerel WE, Narayanan PS, Singh NP. Transtracheal ventilation. *Br J Anaesth* 1971;43:932-9.
51. El-Naggar M, Keh E, Stemmers A, Collins VJ. Jet ventilation for microlaryngoscopic procedures: a further simplified technique. *Middle East J Anaesthesiol* 1974;53:797-4
52. Poling HE, Wolfson B, Sikers ES. A technique of ventilation during laryngoscopy and bronchoscopy. *Br J Anaesth* 1975;47:382-4.
53. Spoerel WE, Greenway RE. Technique of ventilation during endolaryngeal surgery under general anaesthesia. *Can Anaesth Soc J* 1973;20:369-77.
54. Benjamin B, Gronow D. A New Tube for Microlaryngeal Surgery. *Anaesth Intens Care* 1979;7:258-63.
55. Carden E, Crutchfield W. Anaesthesia for microsurgery of the larynx (A new method). *Can Anaesth Soc J* 1973;20:378-89.
56. Norton ML, De Vos P. New endotracheal tube for laser surgery of the larynx of the larynx. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1978;87:554-7.
57. Neuman GG, Asher AS, Stern SB, Wening BL, Morgan QL. High frequency jet ventilation for tracheal resection in a child. *Anaesth Analg* 1984;63:1039-1040.
58. Jacoby JJ, Hamelberg W, Ziegler CH. Transtracheal resuscitation. *JAMA* 1956;162:625-8.
59. Heijman K, Heijman L, Jonzon A, Sedin G, Sjostrand U, Widman B. High frequency positive pressure ventilation during anaesthesia and routine surgery in man. *Acta Anaesthesiol Scand* 1972;16:176-87.
60. Smith RB, Babinski M, Petruscak J. A method for ventilating patients during laryngoscopy. *Laryngoscope* 1974;84:553-9.
61. Klain M.,Smith B. High frequency percutaneous trastracheal jet ventilation. *Crit Care Med* 1977;5(6):280-7.
62. Smith BR, Klain M, Babinski M. Limits of High frequency Percutaneous Transtracheal jet Ventilation Using a Fluidic Logic Contrioted ventilator. *Canad Anaesth Soc J* 1980;27(4):351-5.

63. Sjöstrand U. High-frequency positive-pressure ventilation (HFPPV): a review. *Crit Care Med* 1978;8(6):345-364.
64. Chang HK. Mechanisms of gas transport during ventilation by high-frequency oscillation. *J Appl Physiol Respirat Environ Exercise Physiol* 1984;56:553-63.
65. Aloy A, Schachner M, Spiss CK. Tube-free translaryngeal superposed jet ventilation. *Anaesthetist* 1990;39:493-8.
66. Grasl CM, Donner A, Schragl E, Aloy A. Tubeless Laryngotracheal Surgery in Infants and Children via Jet Ventilation Laryngoscope. *Laryngoscope* 1997;107:277-81.
67. Williams A, Patel A, Ferguson C. High frequency jet ventilation through the laryngeal mask airway in a critical obstructed airway. *Anaesthesia* 2008;63:1369-71
68. Mandel JE, Perry I. Use of high-frequency jet ventilation for respiratory during coronary artery CT angiography. *J Clin Anesth* 2009;21(8):599-601.
69. Misiolek H, Knapik P. Comparison of double-lung jet ventilation and one lung ventilation for thoracotomy. *Eur J Anaesthesiol* 2008; 25(1): 15-21.
70. Buise M, Bommel J. Two-Lung High-Frequency Jet Ventilation as an Ventilation Technique During Transthoracic Esophagectomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009;23(4):509-12.
71. Canty DJ, Dhara SS. High frequency jet ventilation through a supraglottic airway device: a case series of patients undergoing extra-corporal shock wave lithotripsy. *Anaesthesia* 2009;64:1295-9.
72. Gilbey P, Kukuev Y, Samet A, Talmon Y, Ivry S. The quality of the surgical field during functional endoscopic sinus surgery - The effect of the mode of ventilation: A randomized, prospective, double-blind study. *Laryngoscope* 2009;119:2449-53.
73. Baer GA. Joint Papers on Jet Ventilation 2011. available <http://tampub.uta.fi/tulos.php?tidot=428>,
74. Standiford TJ, Morganroth ML. High-frequency ventilation. *Chest* 1989;96:1380.

75. Chan KP, Stewart TE. Clinical use of high-frequency oscillatory ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2005;33:170-4.
76. Wide J. Control of breathing by artificial methods. In: Collins VJ. Principles of Anesthesiology 3rd Edition. ed. Lea&Febinger Philadelphia;1993: p.646-50.
77. Gioja FR, Rogers MC. High frequency ventilation of the lung. In: Atkinson RS, Adams AP, eds. Recent Advances in Anaesthesia and Analgesia, vol 15. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985;63-8.
78. Ravussin P, Freeman J. A new transtracheal catheter for ventilation and resuscitation. *Can Anaesth Soc J* 1985;32:60-4.
79. Takahashi H, Takezawa J, Nishijima MK, Shindoh Y, Kim SY, Taenaka N, Shimada Y, Yoshiya I. Effects of driving pressure and respiratory rate on airway pressure and PaCO₂ in rabbits during high-frequency jet ventilation. *Crit Care Med* 1985;13:728-32.
80. Aloy A, Schragl E. Jet-Ventilation. Technische Grundlagen und klinische Anwendungen. Wien New York: Springer, 1995.
81. Young JD. Gas movement during jet ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1989;33 : 727-34.
82. Myles PS, Evans AB, Madder H, Weeks AM. Dynamic hyperinflation: comparison of jet ventilation versus conventional ventilation in patients with severe end-stage obstructive lung disease. *Anaesth Intens Care* 1997;25:471-5.
83. Biro P, Schmid S. Anesthesia and high frequency jet ventilation (HFJV) for surgical interventions on the larynx and trachea. *HNO* 1997;45:43-52.
84. Ihra G, Tsai C, Kimberger O. Intrinsic PEEP at various frequencies of supraglottic jet ventilation in a model of dynamic upper airway obstruction. *Anesth Analg* 2010;111:703-6.
85. Ihra G. High-frequency jet ventilation in the presence of airway stenosis leads to inadvertent high PEEP levels. *Ped Anesth* 2008;18:905-6.
86. Bass A, Gentile M, Heinz J, Craig D, Hamel D, Cheifetz I. Setting positive end-expiratory pressure during jet ventilation to replicate the mean airway pressure of oscillatory ventilation. *Respir Care* 2007;52:50-5.

87. Unzueta C, Cases I, Merten A, Manuel J, Landeira V. Endobronchial high-frequency jet ventilation for endobronchial laser surgery: An alternative approach. *Anaesth Analg* 2003;96:298-300.
88. Baraka A, Siddik S, Taha S, Jalbout M, Massouh F. Low frequency jet ventilation for stent insertion in a patient with tracheal stenosis. *Can J Anaesth* 2001;48:701-4.
89. Biro P, Layer M, Becher HD, Herth F, Wiedemann K, Seifert B, Spahn R. Influence of airway-occluding instruments on airway pressure during jet ventilation for rigid bronchoscopy. *Br J Anaesth* 2000;85(3):462-5.
90. Frietsch T, Krafft P, Becher D, Buelzebruck H, Wiedemann K. Intermittent capnography during high-frequency jet ventilation for prolonged rigid bronchoscopy. *Acta Anaesthesiol Scand*;2000;44(4):391-7.
91. Simon M, Gottschall M, Gugel M, Monr S, Klain U. Comparison of transcutaneous and andtidal CO₂-monitoring for rigid bronchoscopy during high-frequency jet ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47:861-7.
92. Guyton AC, Hall JE. editors. *Medicinska fiziologija*. 11th ed. Beograd-Savremena administracija;2008.
93. Sinđelić PR. Posebni oblici razmene gasova. U: Sinđelić R. urednik. *Mehanička ventilacija pluća*. ed. Beograd-Medicinska knjiga-Medicinske komunikacije;1998.p.337-41.
94. Slutsky AS. High-frequency ventilation. *Intensive Care Medicine* 1991;17:375-6.
95. Slutsky AS, Drazen JM. Ventilation with small tidal volumes. *N Engl J Med* 2002;347:631-7.
96. Aloy A, Schachner M, Spiss C, Cancura W. Tubuslose translaryngeale superponierte Jet-Ventilation. *Anaesthesist* 1990;39:493-8.
97. Scherer PW, Muller WJ, Raub JB, Haselton FR. Convective mixing mechanisms in high frequency intermittent jet ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1989;33(90):58-64.
98. Guenard H, Cros AM, Boundey C. Variations in flow and intraalveolar pressure during jet ventilation: theoretical and experimental analysis. *Resp Physiol* 1989;75:235-45

99. Meissner K, Iber T, Roesner JP, Mutz C, Wagner HE, Layher C et al. Successful Tracheal Lung Ventilation Using a Manual Respiration Valve. *Anesthesiology* 2008;109:251-9.
100. Jones MJ, Mottram SD, Lin ES, Smith G. Measurement of entrainment ratio during high frequency jet ventilation. *Br J Anaesth* 1990;65:197-203.
101. Ihra G, Aloy A. On the use of Venturi's principle to describe entrainment during jet ventilation. *J Clin Anesth* 2000;12:417-9.
102. Spackman RS, Kellow N, White SA, Seed PT, Feneck RO. High frequency jet ventilation and gas trapping. *Br J Anaesth* 1999;83(5):708-14.
103. Ihra G, Kolev N, Zaker D, Kepka A, Schabering C, Aloy A. Transesophageal echocardiographic assessment of right heart hemodynamics during high-frequency jet ventilation. *J Clin Anesth* 1999;11:32-8.
104. Chiaranda M, Rubini A, Fiore G, Giron G, Carlon GC. Hemodynamic effects of continuous positive pressure ventilation and high-frequency jet ventilation with positive end-expiratory pressure in normal dogs. *Crit Care Med* 1984;12:750-4.
105. Weiner JH, Chaiburn RL, Carlo WA. Ventilatory and hemodynamic effects of high-frequency jet ventilation following cardiac surgery. *Respir Care* 1987;32(5):332-8.
106. Dias NH, Martins RH, Braz JR, Carvalho LR. Larynx and cervical trachea in humidification and heating of inhaled gases. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2005;114:411-5.
107. Doyle HJ, Napolitano AE, Lippmann HR. Different humidification systems for high-frequency jet ventilation. *Crit Care Med* 1984;12:815-9.
108. Chatburn RL, McClellan LD. A heat and humidification system for high frequency jet ventilation. *Respir Care* 1982;27:1386-91.
109. Sottiaux TM. Consequences of under- and over-humidification. *Respir Care Clin N Am* 2006;12:233-52.
110. Williams RB. The effects of excessive humidity. *Respir Care Clin N Am* 1998;4:215-28.
111. Kraincuk P, Kepka A, Ihra G, Schabernig C, Aloy A. A new prototype of an electronic jet ventilator and its humidification system. *Crit Care* 1999;3:101-10.

112. Mihm FG, Feeley TW, Rodarte A. Monitoring end-tidal carbon dioxide tensions with high-frequency jet ventilation in dogs with normal lungs. *Crit Care Med* 1984;12(3):180-2.
113. Rohling R, Biro P. Clinical investigation of a new combined pulse oximetry and carbon dioxide tension sensor in adult anaesthesia. *J Clin Monito Comp* 1999;15:23-7.
114. Kil KH, Kim OW, Choi SH, Nam YT. Monitoring of PETCO₂ during high-frequency jet ventilation for laryngomicroscopy. *Yonsei Med J* 2002;43:20-4.
115. Klein U, Karzai W, Gottschall R, Gugel M, Bartel M. Respiratory Gas Monitoring During High-Frequency Jet Ventilation for Tracheal Resection Using a Double-Lumen Jet Catheter. *Anesth Analg* 1999;88:224-6
116. Gottschalk A, Mirza N, Weinstein G, Edwards WM. Capnography During Jet Ventilation for Laryngoscopy. *Anesth Analg* 1997;85:155-9.
117. Ng A, William C, Russell F, Nicholas H, Thompson J. Comparing methods of administering high-frequency jet ventilation in a model of laryngotracheal stenosis. *Anaesth Analg* 2002;95:764-9.
118. Schmidt G, Bischoff P, Standl T, Hellstern A, Teuber O, Schulte, Esch J. Comparative evaluation of the Datex-Ohmeda S/5 Entropy module and the Bispectral Index(R) monitor during propofol-remifentanyl anaesthesia. *Anesthesiology* 2004;101:1283-90.
119. Vanluchene A, Struys M, Heyse B, Mprtier E. Spectral entropy measurement of patient responsiveness during propofol and remifentanyl. A comparison with the bispectral index. *Brit J Anaesth* 2004; 93: 645-54.
120. Paloheimo M, Sahanne S, Uutela K. Autonomic nervous system state: the effect of general anaesthesia and bilateral tonsillectomy after unilateral infiltration of lidocaine. *Brit J Anaesth* 2010;104:587-9.
121. Benumof JL, Scheller MS. The importance of transtracheal jet ventilation in the management of the difficult airway. *Anesthesiology* 1998;769-78.
122. Misiolek H, Knapik P. Comparison of double-lung jet ventilation and one lung ventilation for thoracotomy. *European Journal of Anaesthesiology* 2008;25(1):15-21.

123. Buise M, Van Bommel J, Van Genderen M, Tilanus H, van Zundert A, Gommers D. Two-Lung High-Frequency Jet Ventilation as an Alternative Ventilation Technique During Transthoracic Esophagectomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009;23(4):509-12
124. Ihra G, Hieber C, Adel S, Kashanipour A, Aloy A. Tubeless high-frequency jet ventilation for laryngotracheal laser surgery in pediatric anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;(44):457-60.
125. Lee JK, Yoon TM, Oh SE, Lim SC. Treatment of exudative tracheitis with acute airway obstruction under jet ventilation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;139:606-7.
126. Shvero J, Koren R, Stern Y, Segal K, Feinmesser R, Hadar T. Laser posterior ventriculocordectomy with partial arytenoidectomy for the treatment of bilateral vocal fold immobility. *J Laryngol Otol* 2003;117:540-3.
127. Lichtenberger G. Reversible lateralization of the paralyzed vocal cord without tracheostomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111:21-6.
128. Jori J, Rovo L, Czigner J. Vocal cord laterofixation as early treatment for acute bilateral abductor paralysis after thyroid surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2004;255: 375–8.
129. Satoh M, Hirabayashi Z, seo N. Spontaneous breathing combined with high frequency with high frequency ventilation during bronchoscopy resection of a large tracheal tumor. *Br J Anaesth* 2002;89(4):641-3.
130. Ihra GC, Tsai CJ, Kimberger O. Brief reports: intrinsic positive end-expiratory pressure at various frequencies of supraglottic jet ventilation in a model of dynamic upper airway obstruction. *Anesth Analg* 2010;111(3):703-6.
131. Ihra GC, Heid A, Pernerstorfer T. Airway stenosis-related increase of pulmonary pressure during high-frequency jet ventilation depends on injector's position. *Anesth Analg* 2009;109(2):461-5.
132. Ihra GC. High-frequency jet ventilation in the presence of airway stenosis leads to inadvertent high PEEP levels. *Paediatr Anaesth*. 2008;18(9):905-6;
133. Mausser G, Schellauf A, Scherubl M, Arrer A, Scwarz G. Experimental model of laryngotracheal stenosis in infants: effects of different high-frequency

- jet ventilation patterns on pulmonary parameters. *Paediatr Anaesth* 2011;21:894-9.
134. Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, Pearce AC. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia* 2004;59:675-94.
 135. Ross-Anderson DJ, Ferguson, Patel A. Transtracheal jet ventilation in 50 patients with severe airway compromise and stridor. *Br J Anaesth* 2011;106(1):140-4.
 136. Bouldi M, Bearfield P. Techniques for emergency ventilation through a needle cricithyroidotomy. *Anaesthesia* 2008;63:535-9
 137. Bolton F. Emergency jet ventilation in children. *Paediatr Anaesth* 2009;19:425-7.
 138. Hamaekers A, Borg P, Enk D. The importance of flow and pressure release in emergency ventilation devices. *Pediatr Anaesth* 2009;19:452-7.
 139. Gulleth Y. TTJV as an option in airway management in head and neck surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131(10):886-90.
 140. Ihra GC. Considering the measurement of pressures generated during jet ventilation. *Paediatr Anaesth*. 2009;19(9): 924.
 141. Braverman I, Sichel JY, Halimi P. Complication of jet ventilation during microlaryngeal surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994;103:624-7.
 142. Khan I, Shakeel M, Nagaraja R, Ram B, Thomas AD. A Hunsaker Mon-Jet tube trapped in the larynx. *J Laryngol Otol* 2011;125:1204-5.
 143. Roh JL, Lee YW. Prediction difficult laryngeal exposure in patients undergoing microlaryngosurgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2005;114:614-20.
 144. Kikkawa YS, Tsunoda K, Niimi S. Prediction and surgical management of difficult laryngoscopy. *Laryngoscope* 2004;114:76-8.
 145. Zeitels SM, Vaughan CW. External counterpressure and internal distention for optimal laryngoscopic exposure of the anterior glottal commissure. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994;103:669-75.
 146. Satoh M, Hirabayashi Y, Seo N. Spontaneous breathing combined with high frequency ventilation during bronchoscopic resection of a large tracheal tumor. *Br J Anaesth* 2002;89(4):641-3.

147. Poulin V, Vaillancourt R, Somma J, Gagne N, Bussieres JS. High frequency ventilation combined with spontaneous breathing during bronchopleural fistula repair: a case report. *Can J Anaesth* 2009;56:52-6.
148. Ihra G, Heid A, Pernerstorfer T. Airway stenosis-related increase of pulmonary pressure during high-frequency jet ventilation depends on injectors position. *Anesth Analg* 2009;109(2):461-5.
149. Leiter R, Aliverti A, Priori R, Staun P, Lo Mauro A, Larsson A, Frykholm P. Comparison of superimposed high-frequency jet ventilation with conventional ventilation for laryngeal surgery. *Br J Anaesth* 2012;108(4):690-97.
150. Aloy A, Donner E, Lanzenberger E, Kashanipour A. Low-frequency and high-frequency jet ventilation technique basics and special considerations for clinical application in various cases. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996;109:147-9.
151. Baer GA. Laryngeal muscle recovery after suxamethonium. Detection during intratracheal jet ventilation by pressure curve monitoring. *Anaesthesia* 1984;39:143-6.
152. Biro P, Spahn DR, Pfammatter T. High-frequency jet ventilation for minimizing breathing-related liver motion during percutaneous radiofrequency ablation of multiple hepatic tumors. *Br J Anaesth* 2009;102:650-3.
153. Friedrich G, Kiesler K, Gugatschka M. Curved rigid laryngoscope: missing link between direct suspension laryngoscopy and indirect techniques? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266(10):1583-8.
154. Hochman II, Zeiteles SM, Heaton JT. Analysis of the forces and position required for direct laryngoscopic exposure of the anterior vocal folds. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999;108:715-24.
155. Kawaida M, Fukuda H, Kohno N. Video-assisted rigid endoscopic laryngosurgery: application to cases with laryngeal exposure. *J Voice* 2001;15:305-12.
156. Zeitels SM. Universal modular glottiscope system: evolution of a century of design and technique for direct laryngoscopy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999;108(179):1-24.
157. Roh JL, Lee YW. Prediction of difficult laryngeal exposure in patients undergoing microlaryngosurgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2005;114:614-20.

158. Pinar E, Calli C, Oncel S, Selek B, Tatar B. Preoperative clinical prediction of difficult laryngeal exposure in suspension laryngoscopy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266:699-703.
159. Hsiung MW, Pai L, Kang BH, Wang BL, Wong CS, Wang HW. Clinical predictors of difficult laryngeal exposure. *Laryngoscope* 2004;114:358-63.
160. Friedman M, Tanyeri H, La Rose M, Landsberg R, Vaidyanathan K, Pieri S, Caldarelli D. Clinical predictors of obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1999;109:1901-07.
161. Arne J, Descoins P, Fusciardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, Ariès J. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth* 1998;80:140–6.
162. Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, Doyle DJ, Hung OR, Labrecque P et al. The unanticipated difficult airway with recommendation for management. *Can J Anaesth* 1998;45:757-6.
163. Karkouti K, Rose DK, Wigglesworth D, Cohen MM. Predicting difficult intubation: a multivariable analysis. *Can J Anaesth* 2000;47:730–9.
164. Cattano D, Panicucci E, Paolicchi A, Forfori F, Giunta F, Hagberg C. Risk factors assessment of the difficult airway: an Italian survey of 1956 patients. *Anesth Analg* 2004;99:1774–9.
165. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984;39:1105–11.
166. Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bed-side screening test performance. *Anesthesiology* 2005;103:429-37.
167. Kikkawa YS, Tsunoda K, Niimi S. Prediction and surgical management of difficult laryngoscopy. *Laryngoscope* 2004;114:776-8.
168. Zeitels SM, Vaughan CW. External counterpressure and internal distention for optimal laryngoscopic exposure of the anterior glottal commissure. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994;103:669-75.
169. Vaughan CW. Vocal fold exposure in phonosurgery. *J Voice* 1993;7:189-94.

170. Weed DT, Courey MS, Ossof RH. Microlaryngoscopy in the difficult surgical exposure: a new microlaryngoscope. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994;110:247-52.
171. Jacobsen J, Jensen E, Waldau T, Poulsen TD. Preoperative evaluation of intubation conditions in patients scheduled for elective surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996;40:421-4.
172. Garcia-Guiral M, Garcia-Amigueti F, Ortells-Polo MA, Muinos-Haro P, Gallego-Gonzales J, Carral-Olondrias J. Relationship between laryngoscopy degree and intubation difficulty. *Rev Esp Anaesthesiol Reanim* 1997;44(3):93-7.
173. Kalezić N, Palibrk I, Nešković V, Grković S, Subotić D, Ugrinović Đ. Otežana intubacija kod bolesnika sa tireomegalijom. U: Kalezić N. urednik. *Anestezijološki aspekti endokrinih i metaboličkih poremećaja*. Beograd: Medicinski fakultet; 2009.p.127-49.
174. Brimacombe JR, Berry AM, White PF. The laryngeal mask airway: limitations and controversies. *Int Anesthesiol Clin* 1998;36:155-82.
175. Mallampati SR. Clinical sign to predict difficult tracheal intubation (hypothesis). *Can Anaesth Soc J* 1983;30:316-7.
176. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiberg D, Liu PL. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* 1985;32:429-34.
177. Samssoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 1987;42:487-90.
178. Eberhart LH, Arndt C, Cierpka T, Schwanekamp J, Wulf H, Putzke C. The reliability and validity of the upper lip bite test compared with the Mallampati classification to predict difficult laryngoscopy: an external prospective evaluation. *Anesth Analg* 2005; 101:284-9.
179. Lee A, Fan LT, Gin T, Karmakar MK, Ngan Kee WD. A systematic review (meta-analysis) of the accuracy of the Mallampati tests to predict the difficult airway. *Anesth Analg* 2006;102:1867-78.
180. Krantz M, Ponlos J, Chaouki K, Adomek P. The laryngeal lift: A method to facilitate endotracheal intubation. *J Clin Anesth* 1993;5:297-301

181. Lundstrøm HL, Vester-Andersen M, Møller AM, Charuluxananan S, L'Hermite S and Wetterslev J. Poor prognostic value of the modified Mallampati score: a meta-analysis involving 177 088 patients. *Br J Anaesth* 2011;107(5):659-67.
182. Mashour GA, Kheterpal S, Vanaharam V, Shanks A, Wang LY, Sandberg WS, Tremper KK. The extended Mallampati score and a diagnosis of diabetes mellitus are predictors of difficult laryngoscopy in the morbidly obese. *Anesth Analg* 2008;107:1919–23.
183. Bindra A, Prabhakar H, Singh GP, Ali Z, Singhal V. Is the modified Mallampati test performed in supine position a reliable predictor of difficult tracheal intubation? *J Anesth* 2010;24:482–5.
184. Tham EJ, Gildersleve CD, Sanders LD, Mapleson WW, Vaughan RS. Effects of posture, phonation and observer on Mallampati classification. *Br J Anaesth* 1992;68:32–8.
185. Singhal V, Sharma M, Prabhakar H, Ali Z, Singh GP. Effect o posture on mouth opening and modified Mallampati classification for airway assessment. *J Anesth* 2009;23:463–5.
186. Murphy FM, Walls RM. Identification of the difficult and Failed Airway. In Walls RM, Murphy FM editors. *Manuel of Emergency Airway Management*. ed. Philadelphia: Lippincott; Williams&Wilkins;2008:87-91.
187. Butler P, Ahare S. Prediction of difficult laryngoscopy: an assessment of the thyreomental distance and Mallampati predictive test. *Anaesth Intesive Care* 1992;20:139-42.
188. Sahin SH, Yılmaz A, Gunday I, Kargim M, Sut N, Tashinalp O, Ulucam E. Using temporomandibular joint mobility to predict difficult tracheal intubation. *Journal of Anesthesia*, 2011; 25:457-61
189. Turkan S, Ates Y, Cuhruk H, Tekderm I. Should we reevaluate the variables for predicting the difficult airway in anesthesiology? *Anesth Analg* 2002;94(5):1340-4.
190. Frerk CM. Predictive difficult intubation. *Anaesthesia* 1991;46:1005-8.
191. Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000;92:1229–36.

192. Hsiu Chin, C, Tzu-Lang W. Large Hypopharyngeal tongue: A shared anatomical abnormality for difficult mask ventilation, difficult intubation and obstructive sleep apnea? *Anaesthesiology* 2001;94:936-7.
193. Olsen GT, Moreano EH, Arcuri MR, Hoffman HT. Dental protection during rigid endoscopy. *Laryngoscope*. 1995;105:662-3.
194. El-Orbany M, Woehlck H, Salem MR. Head and Neck Position for Direct Laryngoscopy. *Anesth Analg* 2011;113(1):103-9.
195. Adnet F, Baillard C, Borron SW, Denantes C, Lefebvre L, Galinski M, Martinez C, Cupa M, Lapostolle F. Randomized study comparing the "sniffing position" with simple head extension for laryngoscopic view in elective surgery patients. *Anesthesiology* 2001;95(4):836-41.
196. Finucane MM. National, regional, and global trends in body mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9 million participants. *Lancet* 2011;377:557-67.
197. Busetto L, Calo E, Mazza M, De Stefano F, Costa G, Negrin V, Enzi G.. Upper airway size is related to obesity and body fat distribution on women. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266(4):559-63.
198. Mashour GA, Kheterpal S, Vanaharam V, Shanks A, Wang LY, Sandberg WS, Tremper KK. The extended Mallampati score and a diagnosis of diabetes mellitus are predictors of difficult laryngoscopy in the morbidly obese. *Anesth Analg* 2008;107:1919–23.
199. Levi R, Segal D, Ziser A. Predicting difficult airway using the intubation difficulty scale: a study comparing obese and non-obese patients. *J Clin Anesth* 2009;21:264-7.
200. Gonzalez H, Minville V, Delanue K. The importance of increased neck circumference to intubation difficulties in obese patient. *Anesth Analg* 2008;106:1132-6.
201. Juvin P, Lavaut E, Dupont H. Difficult tracheal intubation is more common in obese than in lean patients. *Anaesth Analg* 2003;97:595-600.

202. Abad H, Ajalloueyan M, Jalali A. Impact of body mass index (BMI) on ventilation during low-frequency jet ventilati. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136(3):477-80.

VIII BIOGRAFIJA DOKTORANTA

Mr sci Dušanka N. Janjević

- Rođena je 02. 07. 1956. godine u Kuli.
- Osnovnu školu i Gimnaziju „Svetozar Marković“ završila u Novom Sadu.
- Diplomirala na 1982. godine na Medicinskom fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu
- Kao lekar opšte prakse, četiri godine radila u ambulantama u Svetozaru Miletiću, Stanišiću.
- Specijalistički ispit iz anesteziologije sa reanimatologijom položila 01.02.1991. godine.
- Kao anesteziolog radi na Klinici za bolesti uva grla i nosa u Novom Sadu, na mestu šefa Službe za anestiziju se nalazi od 1994. godine.
- Magistrirala je 1998. godine, na temu „Endotrahealna intubacija u korelaciji kliničko anatomskih struktura orofarinksa i otvora glotisa“ na Medicinskom fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu.
- Izrada doktorske disertacije odobrena je 01. 07. 2010. godine na Medicinskom fakultetu, Univerziteta u Beogradu pod nazivom „Procena efikasnosti kombinovane primene visokofrekventne ventilacije mlazom i kontrolisane mehaničke ventilacije u mikrolaringealnoj hirurgiji“. Mentor doktorske disertacije je prof. dr Nevena Kalezić.
- U okviru svoga rada u anesteziologiji, iskazuje posebno interesovanje na polju predviđanja i uspostavljanja problematičnog disajnog puta, kao i korišćenje savremene opremu u rešavanju istog, kod dece i odraslih bolesnika.
- Organizuje edukativne kurseve „Problematican disajni put“ na Medicinskom fakultetu u Novom Sadu od 2007. godine pod pokroviteljstvom Evropskog udruženja za disajni put (EAMS) i naučnog komiteta–*Difficult Airway management*, Evropskog udruženja anesteziologa (ESA).
- Od 2005. godine je član Izvršnog odbora EAMS (www.eams.eu.org), od 01.06.2012. godine izabrana je za asistent-sekretara EAMS.

- Od 2009. godine ima status tutora i predavača za hiruršku krikotiroidotomiju na Evropskim kongresima anesteziologa.
- Po preporuci EAMS bila je predavač po pozivu i instruktor u Makedoniji, Rumuniji, Albaniji, Hrvatskoj i Srbiji.
- Posebno interesovanje iskazuje za primenu džet ventilacije u kliničkoj praksi, pri čemu je bila na stručnom usavršavanju u Beču, Hajdelbergu, Londonu, Tampereu (Finska); predavač po pozivu na poslednjem najvećem skupu o džet ventilaciji, održanom u Beču, 2012. godine.
- Aktivno učestvuje u promovisanju džet ventilacije, u radu Borda, Evropskog udruženja za džet ventilaciju (EJVS), čiji je ujedno i član od 2004. godine.
- Autor i koautor u 20 radova, kao i jednog poglavlja u udžbeniku za anesteziologiju i reanimatologiju.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а _____

DUŠANKA JANJEVIĆ

број уписа _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

PROCENA EFIKASNOSTI KOMBINOVANE PRIMENE
VISOKO FREKVENENTNE VENTILACIJE U LAZOM I KONTROLISANE MEHANIČKE VENTILACIJE U MIKROKAPILN-
GIZNOJ HIRURGIJI.

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

у Београду, _____

14.09.2012.

Душанка Јанковић

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада

Име и презиме аутора _____

DUSANKA JANJEVIC

Број уписа _____

Студијски програм _____

Наслов рада _____

PROCENA EPICARNOSTI KORUPCIJOU ANJE PRI-
MENJE VISOKOPREKVENOSTE VEN P LACIJE

Ментор _____

MLAZDM I KONTROLISANE MEHANICKE
VEN P LACIJE U MIKRODARINGEALNOJ
HIRURGIJI,

PROF. DR NEVENA KALEZIC

Потписани _____

DUSANKA JANJEVIC

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.

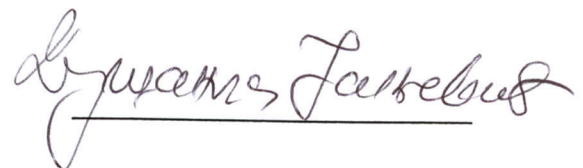
Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

у Београду, _____

14-03-2012.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

PROCENA EFIKASNOSTI KOMBINOVAŃE
PRIMENE VISOKOFREKVENTNE VENTILACIJE
MLAZOM I KONTROLISANE
MEHANIČKE VENTILACIJE U
MIKROLARINGEALNOJ HIRURGIJI

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 14.09.2012.

Потпис докторанда

