

# Tehnike i metode učenja pregleda donje šuplje vene ultrazvukom u svrhu procjene centralnog venskog tlaka i volumnog statusa

---

Zekanović, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:308551>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Ivan Zekanović**

**Tehnike i metode učenja pregleda donje  
šuplje vene ultrazvukom u svrhu procjene  
centralnog venskog tlaka i volumnog statusa**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2019.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Ivan Zekanović**

**Tehnike i metode učenja pregleda donje  
šuplje vene ultrazvukom u svrhu procjene  
centralnog venskog tlaka i volumnog statusa**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2019.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Zavodu za intenzivnu medicinu Klinike za unutarnje bolesti Kliničkog bolničkog centra Zagreb pod vodstvom prof. dr. sc. Radovana Radonića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2018/2019.

## **Kratice**

ASE (engl. American Society of Echocardiography) – Američko društvo za ehokardiografiju

CVK – centralni venski kateter

CVP (engl. central venous pressure) – centralni venski tlak

CVT – centralni venski tlak

DŠV – donja šuplja vena

IAT – intraabdominalni tlak

ITM – indeks tjelesne mase

IVC (engl. inferior vena cava) – donja šuplja vena

KBC – Klinički bolnički centar

# Sadržaj

## Sažetak

## Summary

1.	<b>Uvod</b> .....	1
2.	<b>Hipoteza i ciljevi istraživanja</b> .....	4
3.	<b>Bolesnici i metode</b> .....	5
4.	<b>Rezultati</b> .....	10
	<b>4.1. Karakteristike ispitanika</b> .....	10
	<b>4.2. Ocjena kvalitete prikaza</b> .....	11
	<b>4.3. Kategorije CVT-a na različitoj lokaciji i prikazu</b> .....	12
	<b>4.4. Ocjena podudarnosti ispitivača</b> .....	12
	4.4.1. Podudarnost studenta i specijalista .....	12
	4.4.2. Podudarnost studenta s izmjerenim CVT-om pomoću CVK .....	13
	<b>4.5. Odstupanje kategoriziranja CVT-a ispitivača od CVT-a izmjerenog pomoću CVK</b> .....	13
	<b>4.6. Unutarnja odstupanja istog ispitivača prilikom mjerenja ultrazvukom</b> .....	16
	<b>4.7. Utjecaji na kategorizaciju CVT-a</b> .....	16
	4.7.1. Utjecaj ITM na kategorizaciju CVT-a .....	16
	4.7.2. Utjecaj IAT na kategorizaciju CVT-a .....	18
	4.7.3. Utjecaj kvalitete prikaza na kategorizaciju CVT-a .....	20
	4.7.4. Utjecaj načina disanja na kategorizaciju CVT-a .....	22
	4.7.5. Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na kategorizaciju CVT-a .....	24
	4.7.6. Utjecaj maksimalnog promjera DŠV na kategorizaciju CVT-a .....	26
5.	<b>Rasprava</b> .....	29
6.	<b>Zaključci</b> .....	39
7.	<b>Zahvale</b> .....	40
8.	<b>Literatura</b> .....	41
9.	<b>Životopis</b> .....	43

## Sažetak

### Tehnike i metode učenja pregleda donje šuplje vene ultrazvukom u svrhu procjene centralnog venskog tlaka i volumnog statusa

Ivan Zekanović

U ovom istraživanju pokušali smo procijeniti broj pregleda ultrazvukom potrebnih da student medicine nakon praktične i teorijske obuke dosegne zadovoljavajuću razinu u procjenjivanju centralnog venskog tlaka (CVT) pregledom donje šuplje vene (DŠV) ultrazvukom. Također smo provjerili je li neki od pristupa za dobivanje slike superiorniji nad ostalima.

Promjer DŠV mjereno je u inspiriju i ekspiriju pristupom iz epigastrija i interkostalnim pristupom. U oba pristupa DŠV je mjerena na poprečnom i uzdužnom prikazu. Svakog bolesnika ultrazvukom su pregledali student i iskusni liječnik vičan ultrazvuku. Za svaki pristup su procijenili CVT na temelju promatranja kolabiranja donje šuplje vene tijekom disanja te proveli mjerenja promjera vene i na temelju njih procijenili tlak koristeći ASE tablicu. Niti jedan ispitivač nije imao uvid u rezultate drugog ispitivača kao niti u vrijednost CVT-a izmjerenog pomoću postavljenog centralnog venskog katetera.

U istraživanje je bilo uključeno 30 bolesnika. Nakon prvih 15 bolesnika podudaranje između studenta i specijalista prema Cohenovom kapa koeficijentu se nalazilo u stupnju blagoga podudaranja kako za slobodnu procjenu kategorije CVT-a tako i za mjerenja u B i M modu ultrazvuka, a nakon pregledanih idućih 15 bolesnika podudaranje se poboljšalo do stupnja umjerenog podudaranja oba ispitivača za slobodnu procjenu i za mjerenja u B i M modu.

Nakon 30 pregleda ultrazvukom student je poboljšao svoje sposobnosti procjene CVT-a na temelju pregleda DŠV ultrazvukom. Niti iskusni specijalist nije pokazao da može precizno procijeniti CVT ovom metodom u populaciji intenzivističkih bolesnika u kojih osim volemije i drugi čimbenici utječu na promjer DŠV. Stoga nije moguće sa sigurnošću procijeniti studentovu osposobljenost za upotrebu ove metode nakon pregledanih 30 bolesnika. Slobodna procjena pokazala se manje uspješnom za predikciju CVT-a nego metoda temeljena na mjerenjima. Različite metode mjerenja, uz uzdužni ili poprečni prikaz DŠV, iz epigastrija ili interkostalnim pristupom, te u B ili u M modu nisu pokazale značajnu međusobnu razliku.

**Ključne riječi:** donja šuplja vena, centralni venski tlak, ultrazvuk

## Summary

### **Techniques and methods of teaching ultrasound examination of the inferior vena cava for the purpose of central venous pressure and volume status assessment**

**Ivan Zekanović**

The aim of this study was to assess the number of ultrasound examinations needed for the medical student to reach a reasonable level of proficiency in ultrasonic evaluation of central venous pressure (CVP), and to check the value of different inferior vena cava (IVC) assessment methods in CVP estimation.

The diameter of the IVC in the inspiration and the expiration was evaluated and measured by the epigastric and the intercostal approach, showing the transverse and longitudinal section in the B and M modes. Without insight into the value of CVP and the results of other examiner, a student and a specialist experienced in ultrasonography examined each patient. CVP was predicated by free evaluation and by the reading from the ASE table based on the measurements. Neither examiner had insight into other examiners results nor had the examiners insight into the CVP measured via the central venous catheter.

Thirty patients were included in the study. After the first 15 patients, the agreement between the student's and the specialist's categorization of CVP according to the Cohen's kappa coefficient was in a slight degree for both the free evaluation of CVP and B and M mode. After the examination of the next 15 patients, the agreement was in the fair degree for both the free evaluation of CVP and B and M mode.

After 30 ultrasound examinations the student improved his capabilities of assessing CVP based on ultrasonic evaluation of IVC. Experienced specialist, as well as student, wasn't efficient in accurate assessment of CVP by this method in the population of adult intensive care unit patients that, besides volume status, had other factors that influence the diameter of IVC. Therefore it is not possible to assess the student's capabilities of using this method with certainty after examining 30 patients. The free estimate was found to be less accurate in CVP prediction than the measurement of the IVC diameter. With the respect to the CVP prediction, no significant differences were found between the measurements in the longitudinal or transverse plane as well as between examinations from the epigastrium or intercostal spaces. This was found in both B and M mode.

**Keywords:** inferior vena cava, central venous pressure, ultrasound



## 1. Uvod

Pregled ultrazvukom vrijedna je metoda u prepoznavanju i razumijevanju patofiziološkog zbivanja u bolesnika. Budući da je dostupan uz bolesnikov krevet, nema popratnih pojava, ne zahtijeva mnogo vremena za pregled i relativno je niske cijene u odnosu na druge slikovne dijagnostičke metode ultrazvuk je postao koristan dodatak klasičnom liječničkom pregledu (1).

Određivanje intravaskularnog volumnog statusa je važan parametar u procjeni hitnog bolesnika. Potreban je za početnu procjenu, kao i za praćenje odgovora na liječenje. Centralni venski tlak (CVT) ključni je fiziološki parametar za određivanje srčanog preopterećenja pomoću kojega možemo odrediti intravaskularni volumni status (2).

Donja šuplja vena (DŠV) je popustljiva krvna žila tanke stijenke te zato promjene centralnog venskog tlaka odnosno promjene intravaskularnog volumena dovode do promjene u promjeru donje šuplje vene. Disanje i intraabdominalni tlak (IAT) također utječu na volumen spremnika donje šuplje vene. Udisaj značajno povećava volumen venskog punjenja desne strane srca putem donje šuplje vene. Dva mehanizma mogu biti odgovorna za to povećano punjenje: povećana abdominalna kompresija i pojačan torakalni usis. Budući da donja šuplja vena djeluje kao spremnik, povećan povrat krvi u desnu stranu srca u udisaju je popraćen pražnjenjem donje šuplje vene. Na dvodimenzionalnom ultrazvuku je tada vidljivo smanjenje promjera donje šuplje vene. Izdisaj smanjuje venski povrat i u DŠV se zadržava krv te se ona širi. U stanjima niskog intravaskularnog volumena, postotno smanjenje promjera donje šuplje vene s disanjem biti će proporcionalno izraženije nego što je to u stanjima intravaskularnog volumnog preopterećenja. Kvantitativno se može izraziti veličina promjene promjera DŠV s disanjem računanjem kavalnog indeksa ili indeksa kolapsibilnosti (3,4).

1979. godine je grupa istraživača iz Japana po prvi put objavila kako je ultrazvukom promatrala donju šuplju venu tijekom respiracijskog ciklusa u bolesnika sa kroničnom opstruktivnom plućnom bolesti, srčanom tamponadom, bolesnicima koji su bili mehanički ventilirani i u zdravih ispitanika te su zaključili kako je pregled donje šuplje vene ultrazvukom dobar neinvazivni pokazatelj centralnog venskog tlaka (5). Od tada su različita istraživanja pokazala kako kvalitativno i kvantitativno određivanje promjera donje šuplje vene dobro korelira s centralnim venskim tlakom, a time uglavnom i volumnim statusom bolesnika, te da se u kliničkoj praksi može koristiti umjesto standardnih invazivnih metoda.

Uvođenje centralnog venskog katetera, u svrhu standardnog određivanja centralnog venskog tlaka, povezano je s komplikacijama kao što su infekcije, hematomi, pneumotoraks, krvarenje, perforacija desnog atrija, izazivanje aritmija i drugo. Pregled ultrazvukom je neinvazivna metoda bez komplikacija (6,7). Mjerenje centralnog venskog tlaka pomoću postavljenog centralnog venskog katetera je najčešće korištena metoda mjerenja centralnog venskog tlaka. Ova metoda smatra se zlatnim standardom za određivanje centralnog venskog tlaka. Postoji više mjesta na kojima se može postaviti centralni venski kateter i više metoda kako se preko tako postavljenog katetera može mjeriti tlak (8). I metoda mjerenja centralnog venskog tlaka pomoću CVK ima svoje nedostatke i postoji mogućnost greške. Ukoliko bolesnik ne leži na leđima i to potpuno ravno sa ispruženim nogama i rukama postavljenim uz tijelo izmjereni centralni venski tlak će biti netočan. Tlak na skali za mjerenje mijenja vrijednost u udahu i u izdahu pa ga je potrebno mjeriti na kraju izdaha. U bolesnika koji su mehanički ventilirani pozitivnim tlakom izmjereni centralni venski tlak će biti viši. Čak i ako su uvjeti za optimalno mjerenje tlaka ispunjeni, tj. bolesnik je suradljiv i adekvatno pozicioniran te nije mehanički ventiliran pozitivnim tlakom, pogreška u mjerenju može se dogoditi ako mjerna skala nije adekvatno baždarena tj. ukoliko se nulta vrijednost ne poklapa sa razinom desnog atrija koja se zapravo određuje vrlo približno te se za nju uzima 4. interkostalni prostor u srednjoj aksilarnoj liniji dok bolesnik leži na leđima (9).

Informiranje o bolesnikovom volumnom statusu je korisno u slučajevima hipotenzije nejasna podrijetla ili u drugim scenarijima abnormalnog volumnog statusa kao što su sepsa, dehidracija, krvarenje ili srčani zastoj (4). Funkcija desnog srca utječe na širinu DŠV te će oštećena funkcija dovesti do šire DŠV. DŠV će biti proširena i u tamponadi srca neovisno o volumnom statusu. Stoga nalaz ultrazvuka mora biti tumačen u kliničkom kontekstu i zajedno s drugim kliničkim nalazima (4). Usprkos potencijalnim prednostima, vizualizacija ultrazvukom može biti ograničena različitim čimbenicima kao što su abdominalna distenzija, pretilost, plinoviti sadržaj u crijevima koji prekriva donju šuplju venu, masivne abdominalne rane, mase koje uzrokuju vanjsku kompresiju (10).

Usprkos činjenici da su mjerenja pomoću ultrazvuka jednostavna i čine se točna, greške su moguće zbog ovalnog poprečnog presjeka donje šuplje vene i njenih neparalelnih stijenki. Mjerenja se često rade u M modu ultrazvuka gdje pokreti uzrokovani kretanjem dijafragme mogu dovesti do pogrešaka u mjerenju budući da se isti odsječak donje šuplje vene neće mjeriti u inspiriju i ekspiriju te je moguće da vidljiva razlika u promjeru nije zbog inspiratornog suženja

već zbog anatomske užeg presjeka na drugom mjestu mjerenja. Ostali uvjeti kao dubina disanja i mehanička potpora disanju te povišena vrijednost IAT-a također se trebaju uzeti u obzir.

Neki liječnici svjesni utjecaja više faktora osim volemije kao i mogućih pogrešaka u mjerenju zadovoljavaju se slobodnom procjenom temeljenom na vizualnom dojmu o izgledu donje šuplje vene tijekom nekoliko ciklusa disanja dovoljnom za orijentacijsku procjenu volumnog statusa. Katkada kod interpretacije uzimaju u obzir način disanja bolesnika te korigiraju procjenu prema sveukupnom kliničkom stanju bolesnika (1).

Ovaj pregled se obično smatra za jedan od jednostavnijih pregleda ultrazvukom te prema smjernicama American College of Emergency Physicians (ACEP) 25 ponavljanja ovog postupka je dovoljno za njime ovladati. Do sada provedena istraživanja tu su hipotezu testirala učeći specijalizante, medicinske sestre i studente pregledu donje šuplje vene ultrazvukom u svrhu procjene CVT-a te nisu potvrdila tu hipotezu (11,12,13).

## 2. Hipoteza i ciljevi istraživanja

U ovome radu željeli smo provjeriti sljedeću hipotezu:

Mjerenje promjera donje šuplje vene ultrazvukom je metoda koja je brzo i lako savladiva za studenta medicine završne godine fakulteta, te je nakon teorijske obuke i potom 30 samostalnih pregleda ultrazvukom sposoban na zadovoljavajućoj razini i procjenjivati centralni venski tlak.

Primarni cilj ovoga rada bio je procjena brzine učenja tehnike pregleda donje šuplje vene ultrazvukom u svrhu procjene centralnog venskog tlaka u bolesnika.

Specifični ciljevi rada bili su:

- 1) Usporedba uspješnosti slobodne procjene centralnog venskog tlaka promatranjem promjena promjera donje šuplje vene kroz nekoliko respiracijskih ciklusa i mjerenja promjera u inspiriju i ekspiriju za predikciju centralnog venskog tlaka,
- 2) Usporedba prikaza iz epigastrija i interkostalnog prikaza za procjenu i mjerenje promjera donje šuplje vene za predikciju centralnog venskog tlaka,
- 3) Usporedba uzdužnog i poprečnog prikaza donje šuplje vene u svrhu procjene i mjerenja promjera donje šuplje vene za predikciju centralnog venskog tlaka,
- 4) Usporedba mjerenja u B i M modu ultrazvuka za predikciju centralnog venskog tlaka,
- 5) Utjecaj načina disanja na procjenu centralnog venskog tlaka mjerenjem promjera donje šuplje vene ultrazvukom,
- 6) Utjecaj intraabdominalnog tlaka na procjenu centralnog venskog tlaka mjerenjem promjera donje šuplje vene ultrazvukom.

### 3. Bolesnici i metode

Student šeste godine Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji je za vrijeme studija prošao standardnu teorijsku edukaciju vezano uz upotrebu ultrazvuka u medicini predviđenu nastavnim planom Medicinskog fakulteta te nije polazio nikakve izvannastavne tečajeve o korištenju ultrazvuka, prije provođenja istraživanja pohađao je izborni predmet „Ultrazvuk kao stetoskop“. Po programu izbornog predmeta jedno predavanje i jedna stanica praktičnih vježbi, u trajanju od jednog sata, obuhvaćala je teorijsku i praktičnu nastavu o pregledu donje šuplje vene ultrazvukom u svrhu procjene volumnog statusa. Usvojenost znanja je provjerena pismenim ispitom i kratkom demonstracijom usvojene vještine pregleda ultrazvukom zdravog dobrovoljca, što je student zadovoljio. Dodatnu obuku u trajanju od jednog sata je prošao pod vodstvom iskusnog specijalista intenzivne medicine vičnog upotrebi ultrazvuka uz krevet bolesnika te dodatni sat kroz konzultacije sa specijalizantima koji su nedavno počeli primjenjivati ovu metodu i još prikupljaju početno iskustvo.

U istraživanje su uključeni bolesnici liječeni u Zavodu za intenzivnu medicinu Klinike za unutarnje bolesti Kliničkog bolničkog centra (KBC) Zagreb, koji su imali postavljen centralni venski kateter i kojima je rutinski mjeren centralni venski tlak u svrhu liječenja te koji su potpisali suglasnost za sudjelovanje u istraživanju. Isključeni su bolesnici koji nisu bili voljni potpisati suglasnost za sudjelovanje u istraživanju te bolesnici koji nisu bili pri svijesti i nisu mogli potpisati pristanak za sudjelovanje u istraživanju, a nisu imali skrbnika koji bi mogao dati pristanak u njihovo ime. Također su isključeni bolesnici kod kojih bi pregled ultrazvukom donje šuplje vene bio iz nekog razloga nelagodan ili na bilo koji način rizičan ili kompromitiran primjerice radi lokalne rane, povoja ili drugog lokalnog procesa na koži. Sudjelovanje u studiji je bilo dobrovoljno i odluka bolesnika o sudjelovanju ili nesudjelovanju ni na koji način nije utjecala na njegovo daljnje liječenje. U svakom trenutku provođenja istraživanja bolesnik ili njegov skrbnik mogao je izraziti eventualnu želju za odustajanjem od daljnjeg sudjelovanja. Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo KBC-a Zagreb (Klasa: 8.1-19/57-2, Broj: 02/21 AG) i Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Klasa: 641-01/19-02/01, Ur. Broj: 380-59-10106-19-111/75).

Istraživanje je provedeno koristeći ultrazvučne uređaje *GE Logiq S8* i *GE Logiq V2*, ovisno koji je bio na raspolaganju u trenutku provođenja pregleda ultrazvukom. Svi pregledi ultrazvukom su provedeni koristeći abdominalnu konveksnu sondu frekvencije 4 MHz.

Svakom bolesniku bio je dodijeljen redni broj obzirom na red uključivanja u istraživanje. Za svakog bolesnika bilježeni su podatci o dobi, spolu, tjelesnoj masi i visini. Iz podataka o tjelesnoj masi i visini izračunat je indeks tjelesne mase (ITM) za svakog bolesnika prema formuli  $ITM = \text{težina}(kg) / \text{visina}^2(m)$ . Također su bilježene glavne dijagnoze ispitanika. Procijenjen je i zabilježen način disanja u vrijeme provođenja pregleda i mjerenja koji se kvalificirao kao normalan, dubok, opstruktivan ili je bolesnik mehanički ventiliran. Ukoliko je bolesnik mehanički ventiliran u obrazac su uneseni parametri ventilacije kao i podatak je li bolesnik ispitanik u vrijeme pregleda bio pod utjecajem mišićnog relaksansa ili ne. Intraabdominalni tlak je procjenjivan kao normalan, blago ili jako povišen, a kad je bilo moguće izmjeren je putem urinarnog katetera pripojenog na stupac vode i izražen kao visina stupca vode u centimetrima. Izmjereni intraabdominalni tlak je preračunat u jednu od navedenih kategorija prema Malbrain L.N.G. i sur. (14).

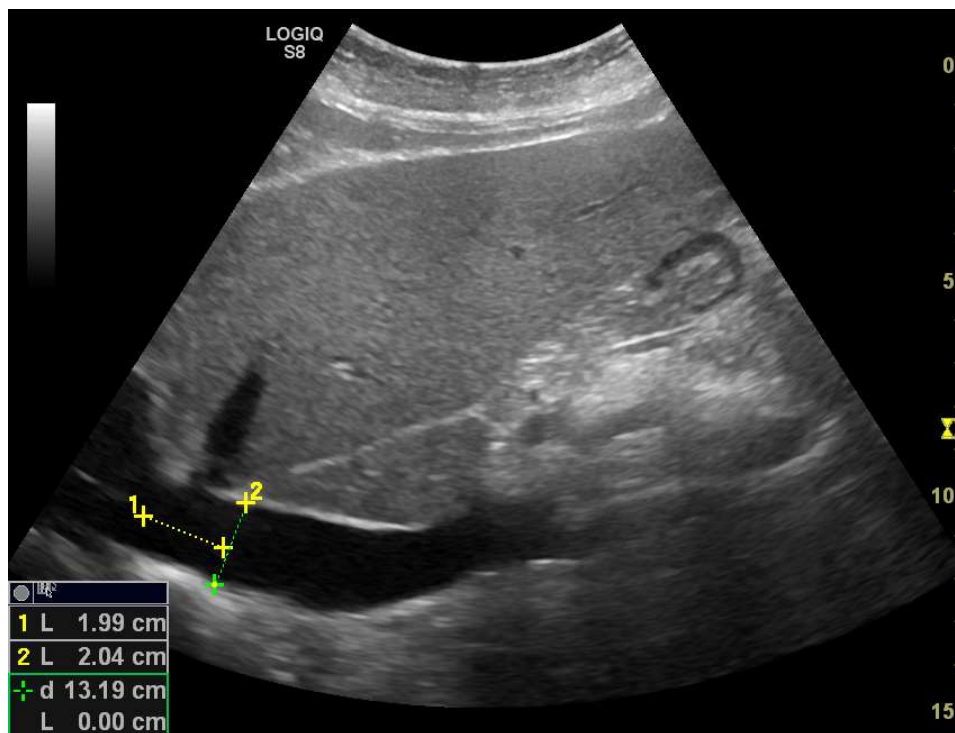
Za vrijeme pregleda ultrazvukom ispitanik je ležao na leđima na ravnoj podlozi. Ultrazvučna sonda je prvo bila stavljena u epigastrij i dobiven je prikaz donje šuplje vene na poprečnome presjeku, sonda je tada rotirana u smjeru kazaljke na satu da se donja šuplja vena prikaže na uzdužnome presjeku. Nakon toga sonda je postavljena približno u desnu medioklavikularnu ravninu i donja šuplja vena je prikazana kroz interkostalni prostor kroz jetru, također prvo u poprečnom presjeku pa u uzdužnom presjeku. Za svaki od tih prikaza ispitivač je prvo opisao kvalitetu prikaza kao dobru, slabu ili nedovoljnu.

Ako je bilo moguće prikazati donju šuplju venu njenim promatranjem u B modu tijekom nekoliko respiracijskih ciklusa ispitivač bi prvo na temelju njene kolapsibilnosti u inspiriju i njene ispunjenosti procijenio centralni venski tlak svrstavši ga u jednu od pet kategorija kako slijedi: jako snižen (centralni venski tlak od 0 do 4 cmH<sub>2</sub>O), blaže snižen (centralni venski tlak veći od 4, a manji od 7 cmH<sub>2</sub>O), normalan (centralni venski tlak od 8 do 14 cmH<sub>2</sub>O), blaže povišen (centralni venski tlak od 15 do 20 cmH<sub>2</sub>O) i jako povišen (centralni venski tlak veći od 21 cmH<sub>2</sub>O).

Ako nije bilo moguće vizualizirati donju šuplju venu centralni venski tlak nije bio procjenjivan, a prikaz je označen kao nedovoljan i ispitivač bi prešao na idući prikaz. Ispitivaču je bilo dopušteno ponovno pokušati pronaći i prikazati donju šuplju venu prikazom kojim ju nije vizualizirao.

Ukoliko je donja šuplja vena prikazana i centralni venski tlak procijenjen pristupilo bi se mjerenjima njenog maksimalnog promjera u ekspiriju i minimalnog promjera u inspiriju.

Mjerenja su prvo rađena u B modu, nekoliko ciklusa disanja bi bilo snimljeno i snimka zaustavljena kada je donja šuplja vena bila najšira u ekspiriju i najuža u inspiriju. U svakom prikazu učinjena su tri mjerenja, a aritmetička sredina svih triju mjerenja smatrala se dobivenim rezultatom mjerenja. Indeks kolapsibilnosti izražen u postotku izračunat je na temelju aritmetičke sredine inspirija i ekspirija prema formuli  $CI = \{(D_{max} - D_{min})/D_{max}\} \cdot 100$  gdje  $D_{max}$  predstavlja najveći promjer u ekspiriju, a  $D_{min}$  predstavlja najmanji promjer u inspiriju. Na temelju tako dobivenog prosječnog indeksa kolapsibilnosti i prosječnog najvećeg promjera u ekspiriju centralni venski tlak je svrstan u jednu od pet kategorija prema tablici Američkog društva za ehokardiografiju (ASE), prihvaćenoj tablici baziranoj na njihovim smjernicama za preračunavanje promjera i kolapsibilnosti donje šuplje vene u centralni venski tlak iz 2010. godine, kako slijedi: 0 do 7 cmH<sub>2</sub>O, 8 do 14 cmH<sub>2</sub>O, 15 do 20 cmH<sub>2</sub>O, 21 do 27 cmH<sub>2</sub>O i više od 27 cmH<sub>2</sub>O (15).



*Slika 1.* Epigastrij uzdužno B mod: Prikaz mjerenja u ekspiriju (na slici označeno brojem 2) na udaljenosti 2 cm od utoka u desni atrij (na slici označeno brojem 1) (fotografiju snimio autor)

Nakon toga postupak je ponovljen u M - modu gdje je također zaustavljena snimka, provedena mjerenja promjera, izračunat indeks kolapsibilnosti i centralni venski tlak svrstan u kategoriju prema tablici Američkog društva za ehokardiografiju.

Student je prvi provodio pregled ultrazvukom i dobivene podatke bilježio na unaprijed pripremljeni obrazac. Dok je student provodio pregled nitko nije bio prisutan. Nakon studenta

pregled ultrazvukom je obavio iskusni liječnik koji nije smio prisustvovati pregledu studenta, a njegovom pregledu uvijek je prisustvovao student koji je u bolesnika ispitanika već proveo svoje mjerenje. Iskusni liječnik prije pregleda nije imao uvid u rezultate mjerenja studenta. Student i liječnik su bolesnika pregledali sa što manjim vremenskim razmakom između dva pregleda kako bi centralni venski tlak, a time i promjer donje šuplje vene bili što sličniji za vrijeme pregleda oba ispitivača. Nitko od istraživača nije imao neposredni uvid u vrijednosti centralnog venskog tlaka, koji se u bolesnika ispitanika u svrhu istraživanja izmjerio neposredno nakon provedenog pregleda ultrazvukom. Mjerenje centralnog venskog tlaka obavila je medicinska sestra ili tehničar koji skrbi o bolesniku.

Mjerenje centralnog venskog tlaka obavljalo se na standardni način. Na stalak za infuziju je bila pričvršćena staklena cjevčica pripojena na sustav za infuziju, kraj koje je skala s centimetrima. Nulti centimetar je bio postavljen u visini srednje aksilarne linije bolesnika kada leži na ravnome na leđima bez jastuka. Pomoću trokrake skretnice sustav za infuziju priključen na kalibriranu cjevčicu mjernog sustava ispunjen je sterilnom infuzijskom otopinom. Kada se razina tekućine u mjernom sustavu podigne do +30 cm H<sub>2</sub>O, trokraka skretnica se okrene te se omogući protok tekućine iz mjernog sustava prema bolesniku. Po zakonu spojenih posuda razina tekućine iz mjernog instrumenta počinje padati do razine koja odgovara vrijednosti tlaka krvi oko vrška centralnog venskog katetera koji mora biti smješten ispred desnog atrija (16).

Budući da je stvarna vrijednost centralnog venskog tlaka izmjerena tek nakon provedenih svih pregleda niti jedan ispitivač nije imao uvid u njegovu vrijednost te to saznanje nije moglo utjecati na njihova mjerenja niti na njihovu procjenu vrijednosti centralnog venskog tlaka.

Centralni venski tlak izmjeren postavljenim centralnim venskim kateterom (CVK) kategoriziran je u iste kategorije u koje su ispitivači kategorizirali centralni venski tlak slobodnom procjenom na temelju promatranja kolapsibilnosti i promjera donje šuplje vene tijekom nekoliko ciklusa disanja. Također je kategoriziran u kategorije prema tablici Američkog društva za ehokardiografiju. Tada je izračunata razlika u broju kategorija između kategorije u koju je svrstan centralni venski tlak izmjeren kateterom i kategorije u koju je svrstan na temelju slobodne procjene te na temelju mjerenja kolapsibilnosti i promjera donje šuplje vene. Razlika između kategorija korištena je kao mjera uspješnosti predviđanja centralnog venskog tlaka pregledom donje šuplje vene ultrazvukom te je manja razlika označavala veću uspješnost.



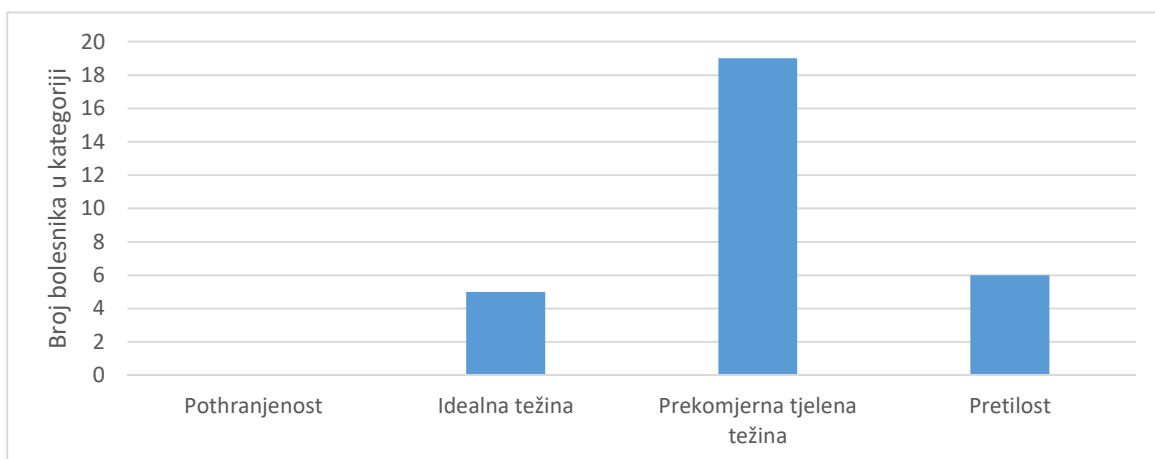
Deskriptivna statistika je korištena za opis mjerenih varijabli. Linearnom regresijom opisana je ovisnost razlike između kategorija centralnog venskog tlaka dobivenih slobodnom procjenom i kategorija centralnog venskog tlaka dobivenih na temelju kateterski izmjenog centralnog venskog tlaka o različitim prisutnim varijablama. Na isti način je linearnom regresijom opisana i ovisnost razlike između kategorija dobivenih kateterski izmjerenim tlakom i kategorija dobivenih mjerenjem kolapsibilnosti i promjera donje šuplje vene o prisutnim varijablama.

Uspješnost učenja ove metode pregleda ultrazvukom i procjene CVT-a procijenjena je određivanjem Cohenova kapa koeficijenta koji govori koliko je podudaranje između dva ispitivača u kategoriziranju neke vrijednosti u međusobno isključive kategorije, u ovome istraživanju u kategorije CVT-a na temelju slobodne procjene i u kategorije mjerenjima promjera u udahu i izdahu u B i u M modu ultrazvuka. Napredak u učenju tj. krivulja učenja je opisana uspoređujući kapa koeficijent za prvih 15 bolesnika sa koeficijentom dobivenim za idućih 15 bolesnika. Također je određen kapa koeficijent za procjenu podudaranja kategorizacija ispitivača i vrijednosti CVT-a dobivenih preko postavljenog CVK. Kapa koeficijent je vrijednost između 0 i 1 gdje 0 znači kako nema povezanosti između svrstavanja vrijednosti u kategorije između ispitivača, a 1 znači apsolutno identično kategoriziranje. Presječna vrijednost između različitih stupnjeva podudaranja iznosi 0,20 te podudaranje stavlja u 5 stupnjeva.

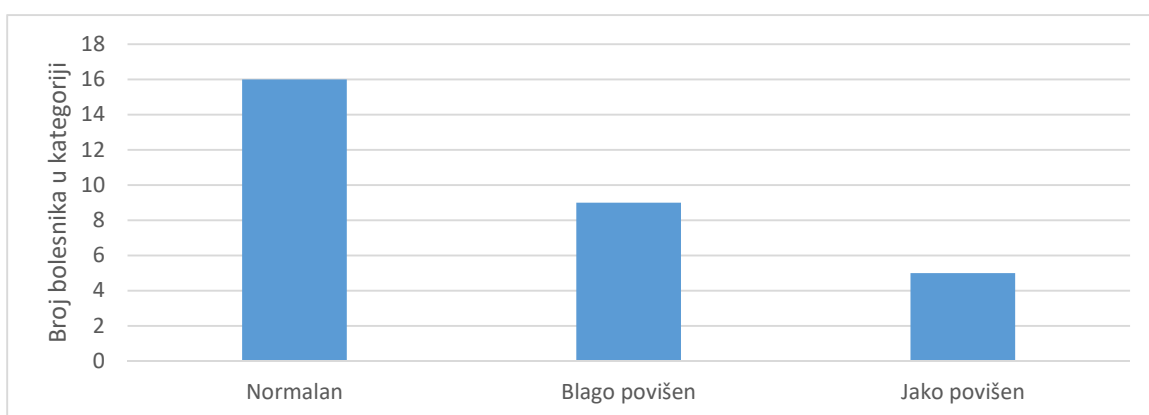
## 4. Rezultati

### 4.1. Karakteristike ispitanika

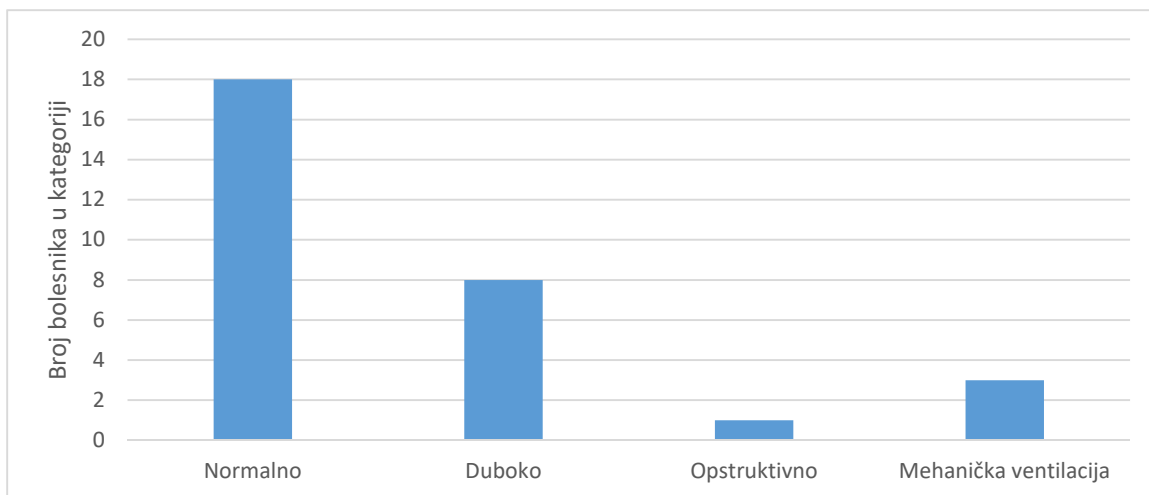
U istraživanje je bilo uključeno 30 bolesnika liječenih u Zavodu za intenzivnu medicinu Klinike za unutarnje bolesti KBC-a Zagreb. 17 bolesnika bilo je muškog spola, a 13 bolesnika ženskog spola. Starost bolesnika je varirala od 21 godine do 81 godine sa prosječnom dobi od  $63,2 \pm 14,7$  godina i medijanom od 66 godina starosti. Bolesnici su imali indeks tjelesne mase u rasponu od  $20,02 \text{ kg/m}^2$  do  $39,06 \text{ kg/m}^2$  sa prosjekom od  $28,17 \pm 4,22 \text{ kg/m}^2$  i medijanom od  $27,73 \text{ kg/m}^2$ . Način disanja bolesnika za vrijeme pregleda prikazan je na Grafikonu 3. 3 bolesnika bila su mehanički ventilirana za vrijeme pregleda, no niti jedan od njih nije bio pod utjecajem mišićnoga relaksansa. Intraabdominalni tlak bolesnika za vrijeme pregleda ultrazvukom prikazan je na Grafikonu 2. Najčešće dijagnoze pod kojima su vođeni uključeni bolesnici su bile: bubrežno zatajenje, insuficijencija srca, respiracijska insuficijencija, arterijska hipertenzija, kronična opstruktivna plućna bolest, sepsa i cerebrovaskularni inzult.



Grafikon 1. Bolesnici kategorizirani prema indeksu tjelesne mase



Grafikon 2. Bolesnici kategorizirani prema intraabdominalnom tlaku



Grafikon 3. Bolesnici kategorizirani prema načinu disanja

## 4.2. Ocjena kvalitete prikaza

Tablica 1. Ocjena kvalitete dobivenog prikaza na pojedinim mjestima promatranja donje šuplje vene

Mjesto promatranja	Ocjena kvalitete prikaza					
	Dobar		Slab		Nedovoljan	
	Student	Specijalist	Student	Specijalist	Student	Specijalist
Epigastrij poprečno	14	18	10	10	6	2
Epigastrij uzdužno	18	22	9	7	3	1
Interkostalno poprečno	10	15	13	13	7	2
Interkostalno uzdužno	10	18	13	11	7	1

U 3 prilike je specijalist kvalitetu prikaza označio kao dobru, a student kao nedovoljnu tj. razlika u kvaliteti prikaza je bila 2 kategorije. Na ostalim ocjenama kvalitete prikaza razilaženja u ocjeni kvalitete prikaza su bila samo u jednoj kategoriji ukoliko su postojala.

Kod jednog bolesnika u epigastriju na poprečnom prikazu niti specijalist niti student nisu mogli provesti mjerenja zbog izrazito loše kvalitete prikaza, no specijalist je uspio dati slobodnu procjenu centralnog venskog tlaka promatranjem kolabiranja donje šuplje vene pri disanju za razliku od studenta te je greška u procjeni iznosila jednu kategoriju centralnog venskog tlaka. Specijalist je u svih ostalih bolesnika uspio dati sve procjene i provesti sva

mjerenja. Student kod još jednog bolesnika nije uspio procijeniti centralni venski tlak niti provesti mjerenja zbog loše kvalitete prikaza, no ovaj put uzdužno iz epigastrija. Također u istog bolesnika student nije uspio provesti mjerenja u M modu na poprečnom prikazu interkostalno dok je slobodnom procjenom pogrešno precijenio centralni venski tlak za 4 kategorije.



*Slika 2.* Epigastrij poprečno, B mod – donja šuplja vena se jako teško prikazuje zbog najvjerojatnije izraženog meteorizma (fotografiju snimio autor)

### **4.3. Kategorije CVT-a na različitoj lokaciji i prikazu**

Dojam o kategoriji CVT-a se razlikovao kod istog bolesnika ovisno o mjestu i prikazu gledanja kod pojedinih bolesnika. Student je kod 9 bolesnika različito ocijenio CVT, a kod 21 bolesnika procjena je bila ista na svakom mjestu promatranja i svakom prikazu. Kategorija centralnog venskog tlaka je promijenjena za vrijednost od jedne kategorije kod 8 bolesnika i za 2 kod jednog bolesnika. Specijalist je kod 14 bolesnika različito, a kod 16 isto procijenio kategoriju. U svih bolesnika je kategoriju centralnog venskog tlaka promijenio samo za vrijednost od jedne kategorije.

### **4.4. Ocjena podudarnosti ispitivača**

#### **4.4.1. Podudarnost studenta i specijalista**

Određeni Cohenov kapa koeficijent za procjenu podudaranja između studenta i specijalista u kategoriziranju centralnog venskog tlaka na temelju slobodne procjene nakon

pregledanih prvih 15 bolesnika iznosio je  $\kappa=0,31$ , za podudaranja mjerenjem promjera donje šuplje vene u B modu iznosio je  $\kappa=0,24$ , a  $\kappa=0,31$  za mjerenje u M modu ultrazvuka. Nakon pregledanih idućih 15 bolesnika Cohenov kapa koeficijent za podudaranje u kategoriziranju centralnog venskog tlaka slobodnom procjenom je iznosio  $\kappa=0,57$ , za podudaranje mjerenja promjera donje šuplje vene u B modu iznosio je  $\kappa=0,53$ , a  $\kappa=0,41$  za mjerenje u M modu.

#### 4.4.2. Podudarnost studenta s izmjerenim CVT-om pomoću CVK

Cohenov kapa koeficijent također je određen za podudaranje studentove kategorizacije centralnog venskog tlaka slobodnom procjenom i centralnog venskog tlaka izmjerenog pomoću postavljenog centralnog venskog katetera i kategoriziranog u iste kategorije te je iznosio  $\kappa=0,07$  nakon prvih 15 bolesnika i  $\kappa=0,26$  nakon pregledanih idućih 15 bolesnika. Isti postupak je ponovljen za kategorizaciju centralnog venskog tlaka dobivenu mjerenjem promjera donje šuplje vene te su dobiveni rezultati  $\kappa=0,14$  za mjerenja u B modu i  $\kappa=0,19$  za mjerenja učinjena u M modu nakon prvih 15 bolesnika, a nakon idućih 15 bolesnika koeficijent je iznosio  $\kappa=0,11$  za mjerenja u B modu i  $\kappa=0,07$  u M modu.

#### 4.5. Odstupanje kategoriziranja CVT-a ispitivača od CVT-a izmjerenog pomoću CVK

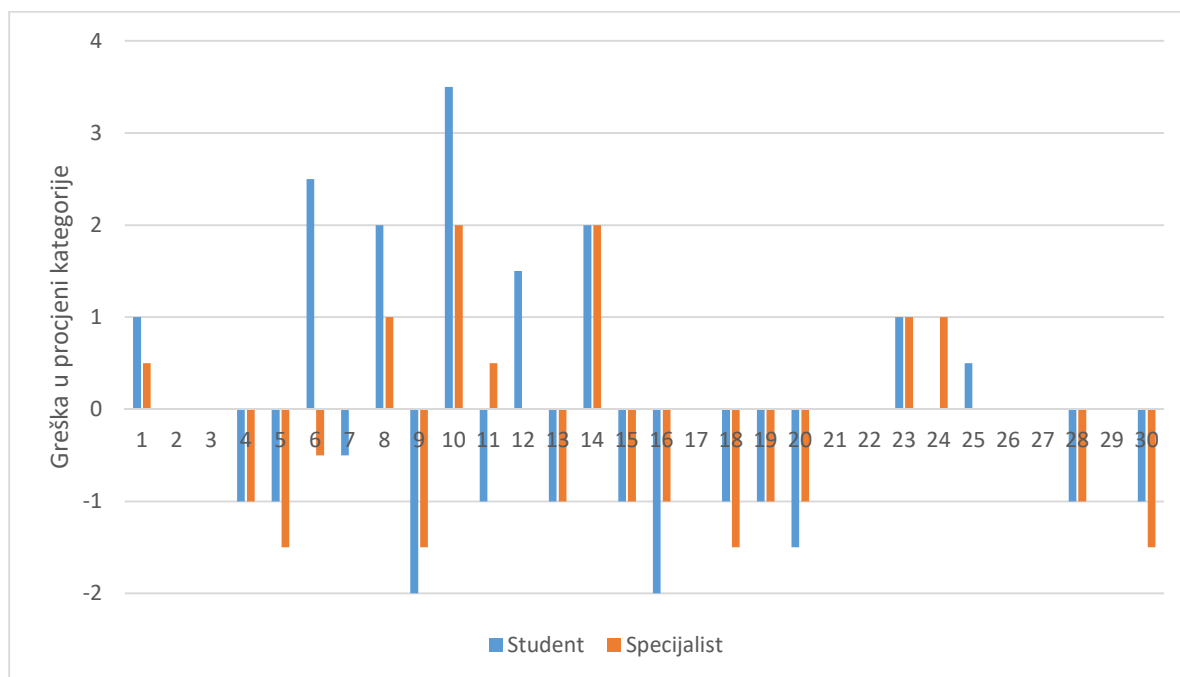
Kada se vrijednosti razlika u kategorijama tj. pogrešaka prikažu sa pozitivnim ili negativnim predznakom ovisno je li kategorija pogrešno proglašena višom ili nižom i izračuna prosječna vrijednost i standardna pogreška za uzdužne i poprečne prikaze iz epigastrija i interkostalno tablice za studentove i specijalistove vrijednosti izgledaju kako je prikazano u Tablicama 2 i 3.

Tablica 2. Studentovo odstupanje kategoriziranja CVT-a mjerenjima ultrazvukom DŠV od CVT-a izmjerenog pomoću CVK

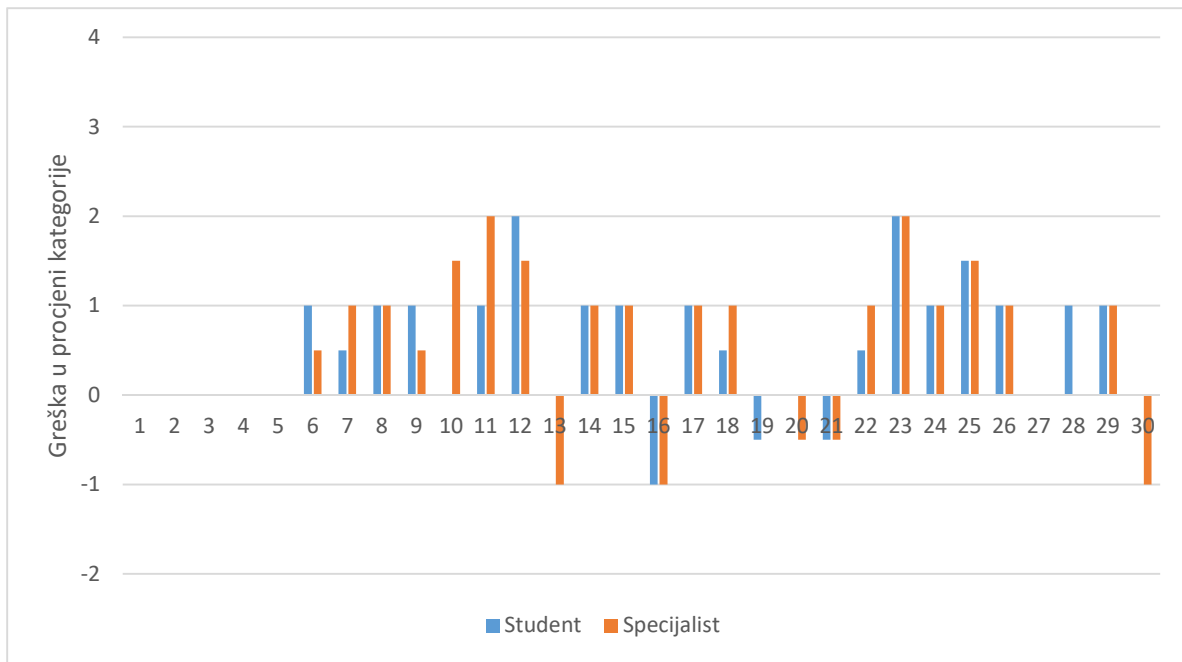
	<b>Epigastrij poprečno</b>	<b>Epigastrij uzdužno</b>	<b>Interkostalno poprečno</b>	<b>Interkostalno uzdužno</b>	<b>Prosječna vrijednost</b>
B mod	0,52±0,78	0,48±0,87	0,47±0,82	0,50±0,73	0,49±0,80
M mod	0,48±0,83	0,48±0,83	0,52±0,83	0,43±0,73	0,48±0,81
Slobodna procjena	-0,10±1,43	-0,21±1,24	0,00±1,39	-0,10±1,27	-0,10±1,33

Tablica 3. Specijalistovo odstupanje kategoriziranja CVT-a mjerenjima ultrazvukom DŠV od CVT-a izmjerenog pomoću CVK

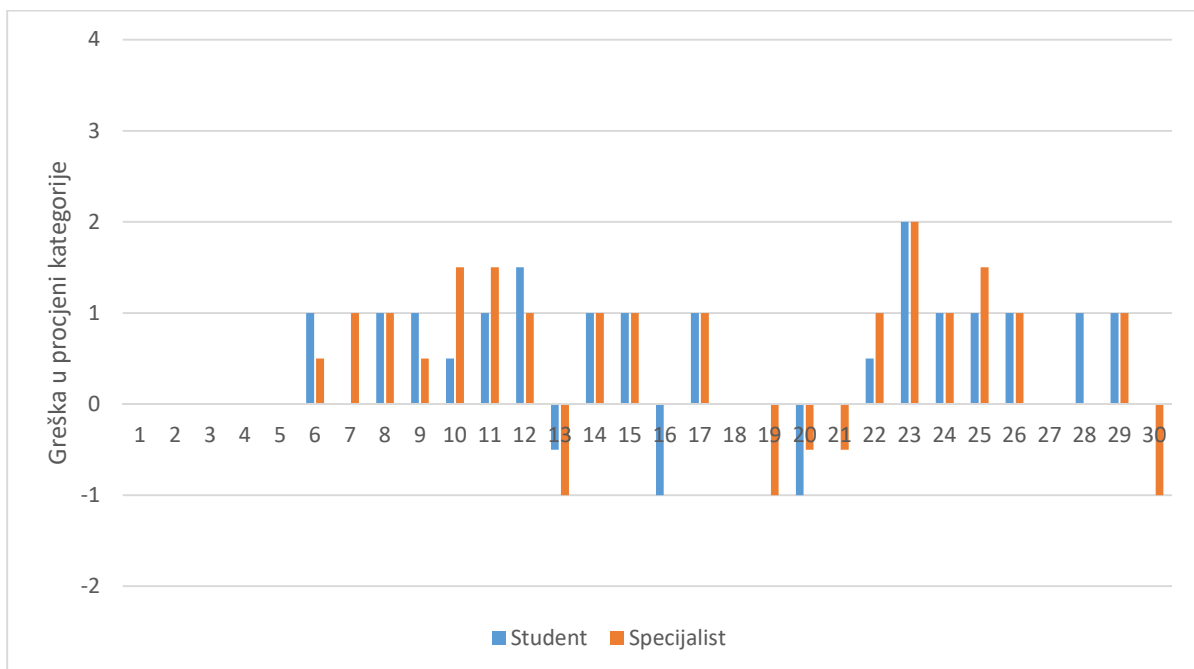
	Epigastrij poprečno	Epigastrij uzdužno	Interkostalno poprečno	Interkostalno uzdužno	Prosječna vrijednost
<b>B mod</b>	0,52±0,94	0,48±0,94	0,47±0,86	0,50±0,94	0,46±0,92
<b>M mod</b>	0,48±0,87	0,48±0,88	0,52±0,86	0,43±0,86	0,45±0,87
<b>Slobodna procjena</b>	-0,10±1,12	-0,21±1,11	0,00±1,02	-0,10±0,88	-0,19±1,04



Grafikon 4. Razlika između slobodnih procjena CVT-a studenta i specijalista u odnosu na vrijednost izmjerenu pomoću CVK



Grafikon 5. Usporedba pogrešaka studenta i specijalista u kategoriziranju CVT-a za svakog bolesnika na temelju mjerenja provedenih u B modu ultrazvuka



Grafikon 6. Usporedba pogrešaka studenta i specijalista u kategoriziranju CVT-a za svakog bolesnika na temelju mjerenja provedenih u M modu ultrazvuka

## 4.6. Unutarnja odstupanja istog ispitivača prilikom mjerenja ultrazvukom

Aritmetička sredina tri mjerenja koristila se za očitavanje kategorije CVT-a iz tablice. U Tablici 4 prikazano je odstupanje istog ispitivača za ta mjerenja provedena ultrazvukom u B i M modu u udahu i u izdahu.

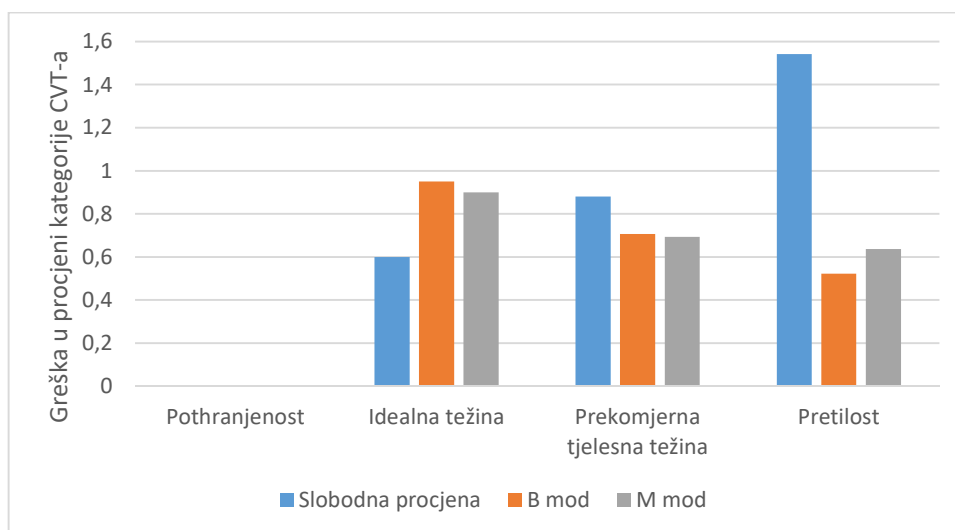
Tablica 4. Unutarnje odstupanje istog ispitivača studenta i specijalista

	Student	Specijalist
<b>B mod inspirij</b>	1,09±0,61	1,02±0,62
<b>B mod ekspirij</b>	1,61±0,58	1,58±0,56
<b>M mod inspirij</b>	1,14±0,63	1,03±0,65
<b>M mod ekspirij</b>	1,71±0,60	1,62±0,58

## 4.7. Utjecaji na kategorizaciju CVT-a

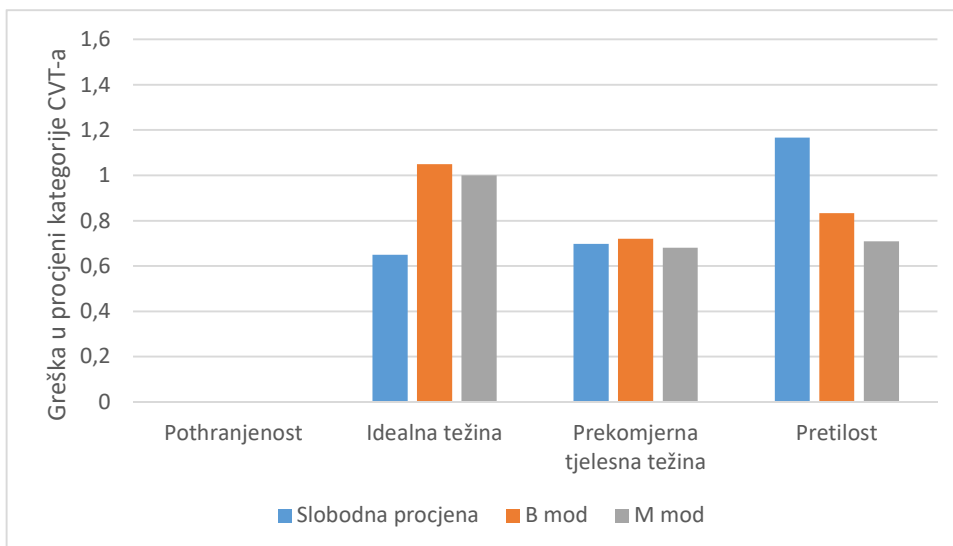
### 4.7.1. Utjecaj ITM na kategorizaciju CVT-a

Utjecaj debljine odnosno povišenog indeksa tjelesne mase na točnost kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 7 i 8.



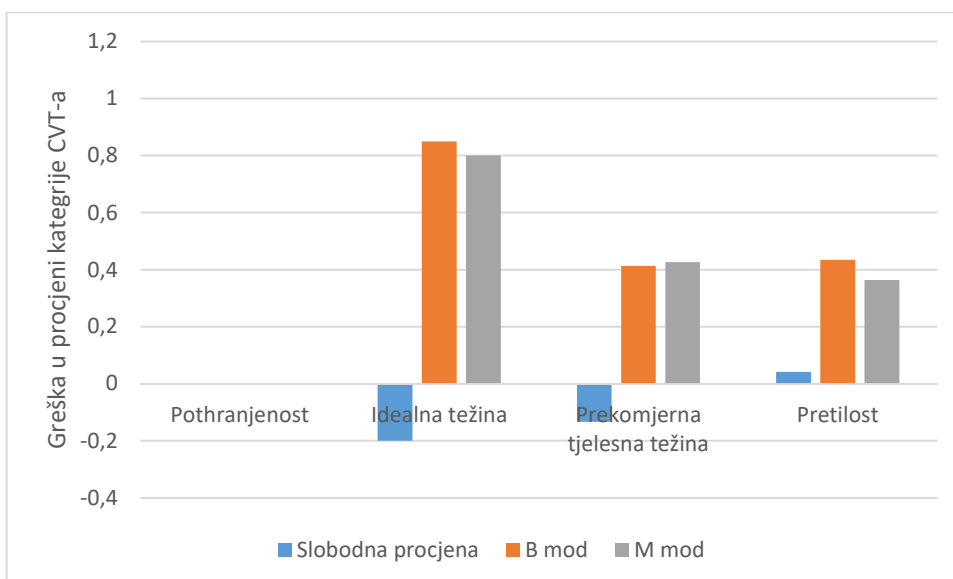
Grafikon 7. Utjecaj ITM na kategorizaciju CVT-a od strane studenta



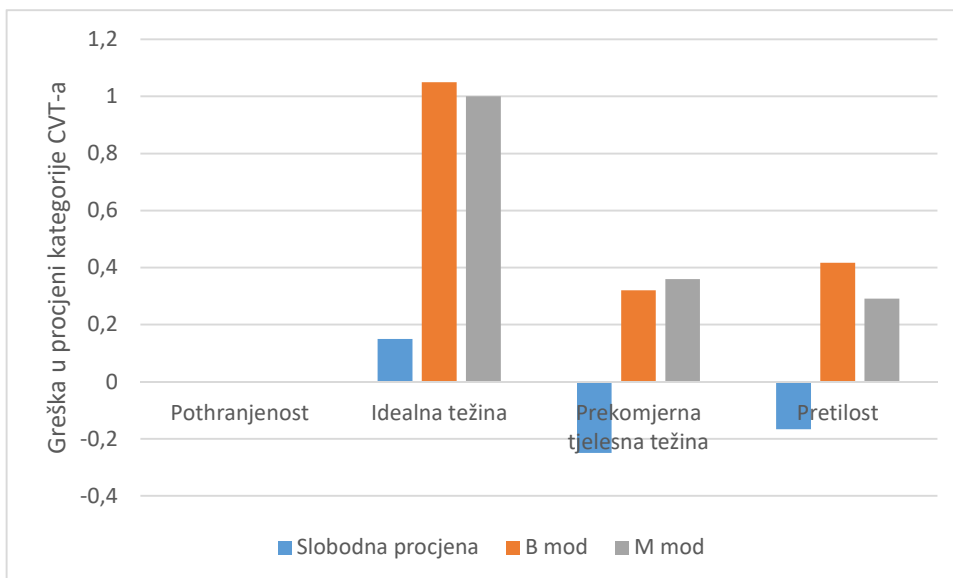


Grafikon 8. Utjecaj ITM na kategorizaciju CVT-a od strane specijalista

Utjecaj ITM-a na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 9 i 10.



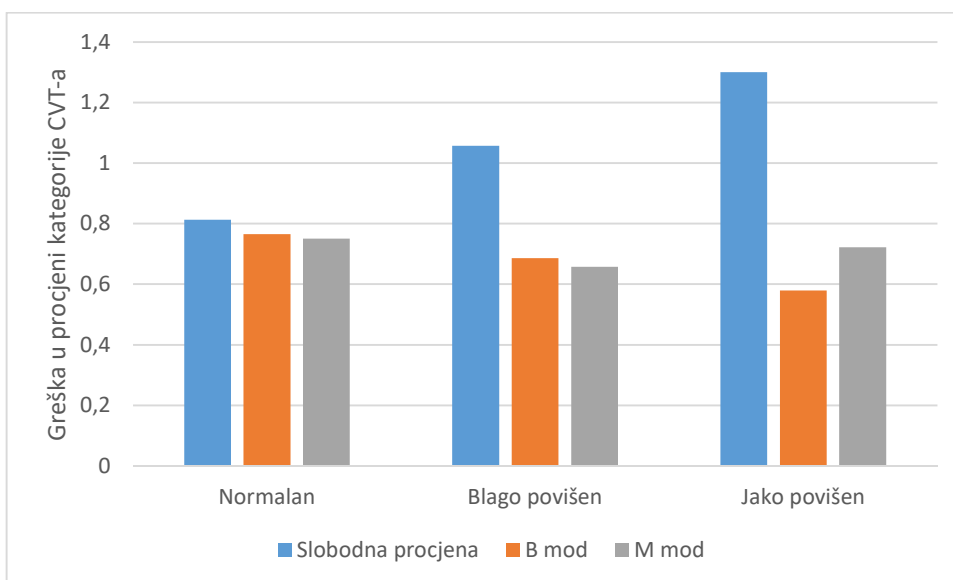
Grafikon 9. Utjecaj ITM-a na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane studenta



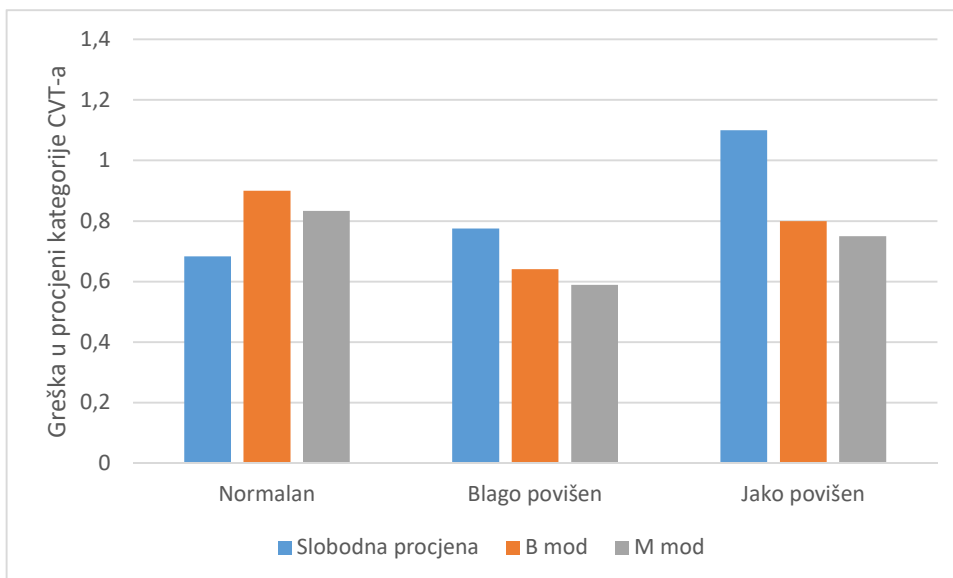
Grafikon 10. Utjecaj ITM-a na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane specijalista

#### 4.7.2. Utjecaj IAT na kategorizaciju CVT-a

Utjecaj intraabdominalnog tlaka na točnost kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 11 i 12.

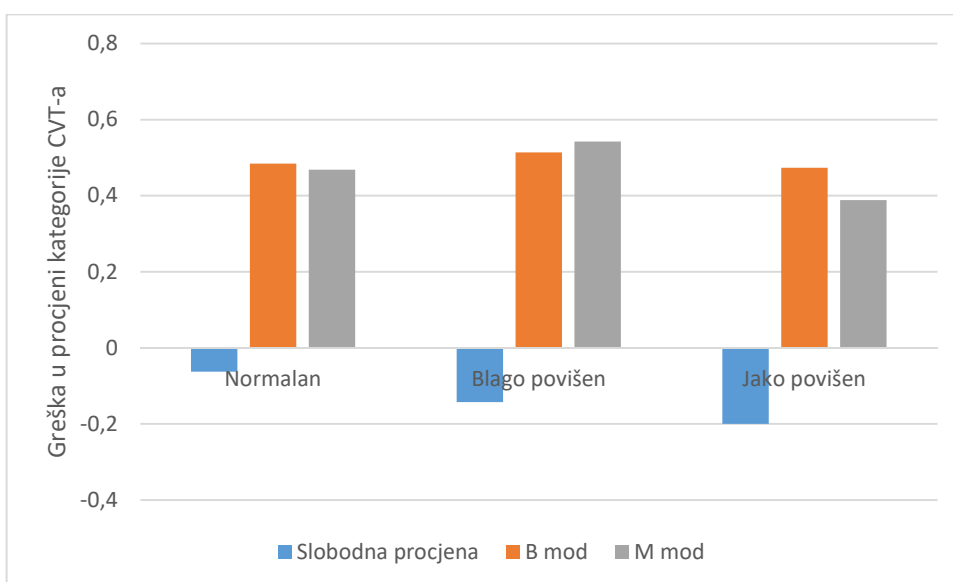


Grafikon 11. Utjecaj IAT na kategorizaciju CVT-a od strane studenta

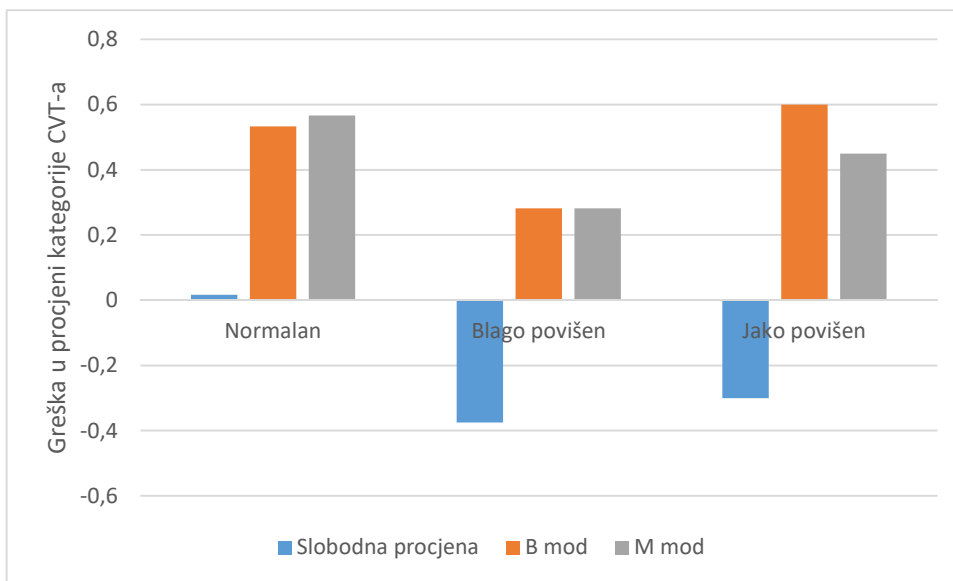


Grafikon 12. Utjecaj IAT na kategorizaciju CVT-a od strane specijalista

Utjecaj IAT-a na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 13 i 14.



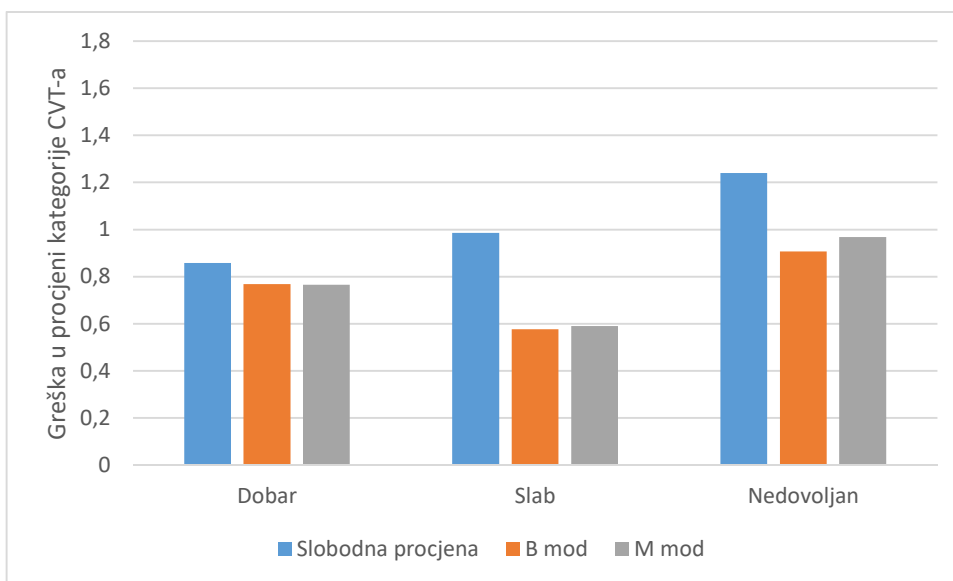
Grafikon 13. Utjecaj IAT-a na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane studenta



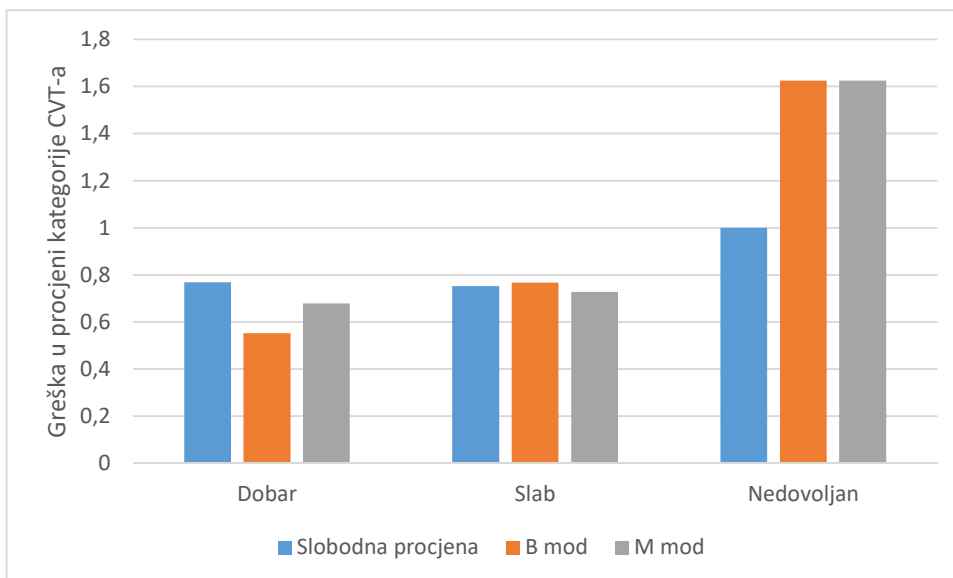
Grafikon 14. Utjecaj IAT-a na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane specijalista

#### 4.7.3. Utjecaj kvalitete prikaza na kategorizaciju CVT-a

Utjecaj opisane kvalitete prikaza na ekranu ultrazvuka za vrijeme pregleda na točnost kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 15 i 16.

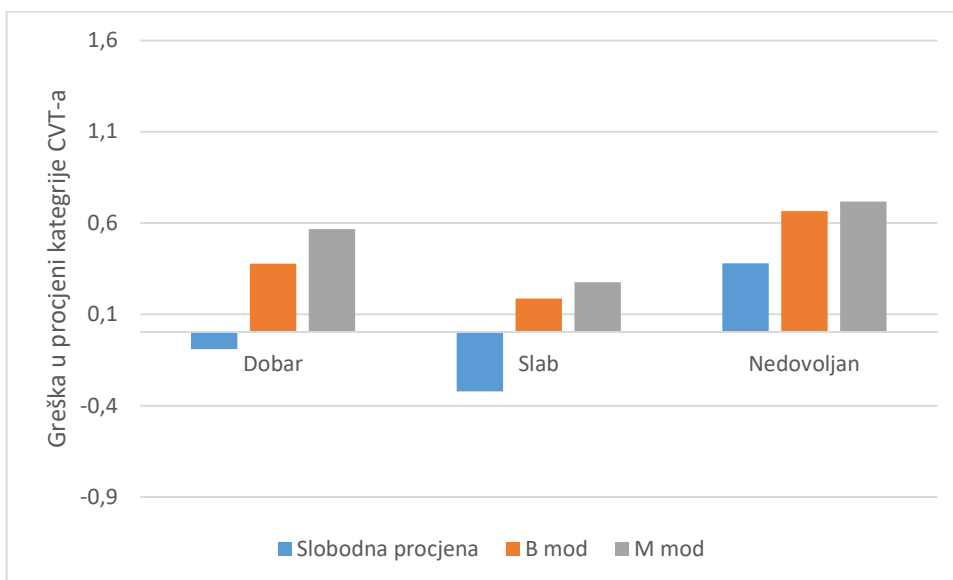


Grafikon 15. Utjecaj kvalitete prikaza na kategorizaciju CVT-a od strane studenta

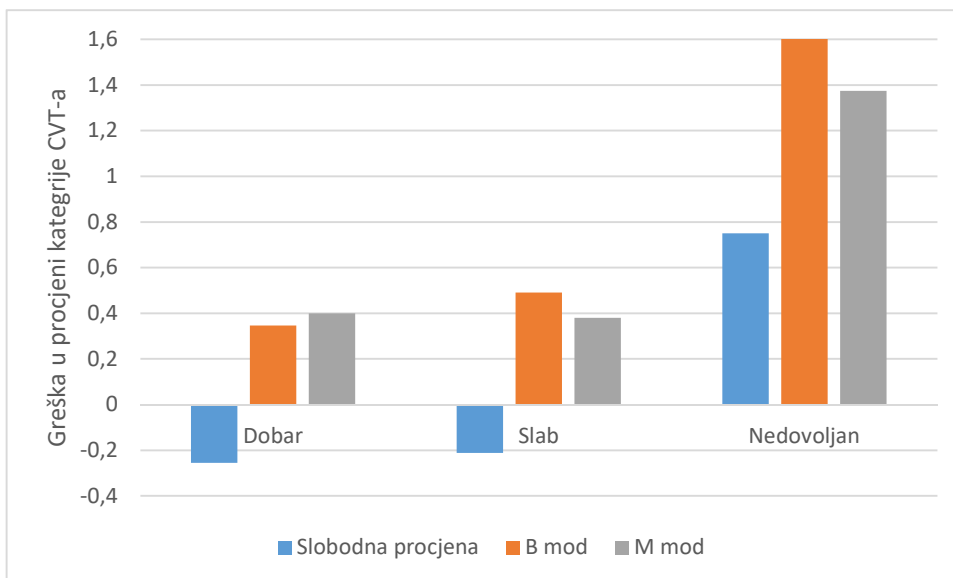


Grafikon 16. Utjecaj kvalitete prikaza na kategorizaciju CVT-a od strane specijalista

Utjecaj kvalitete prikaza na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 21 i 22.



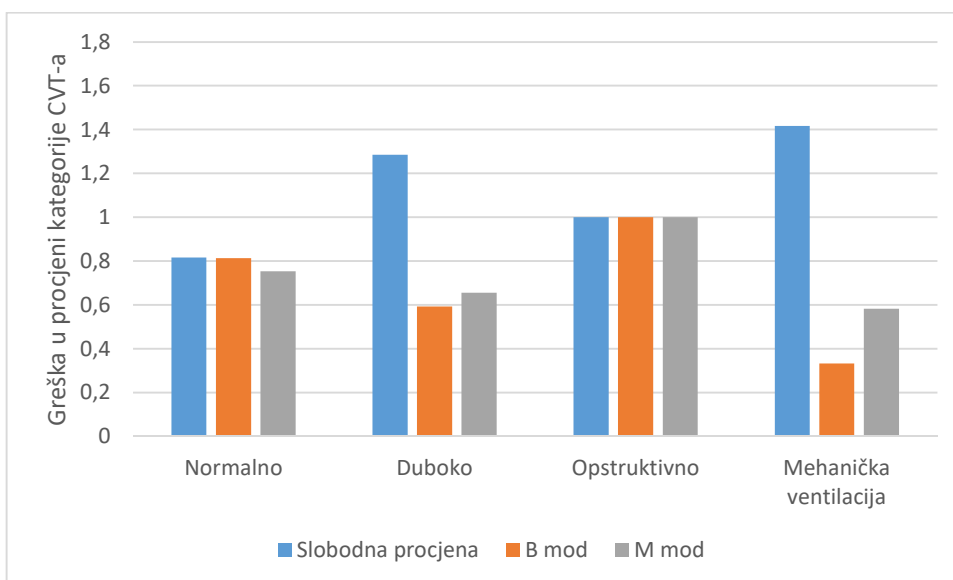
Grafikon 17. Utjecaj kvalitete prikaza na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane studenta



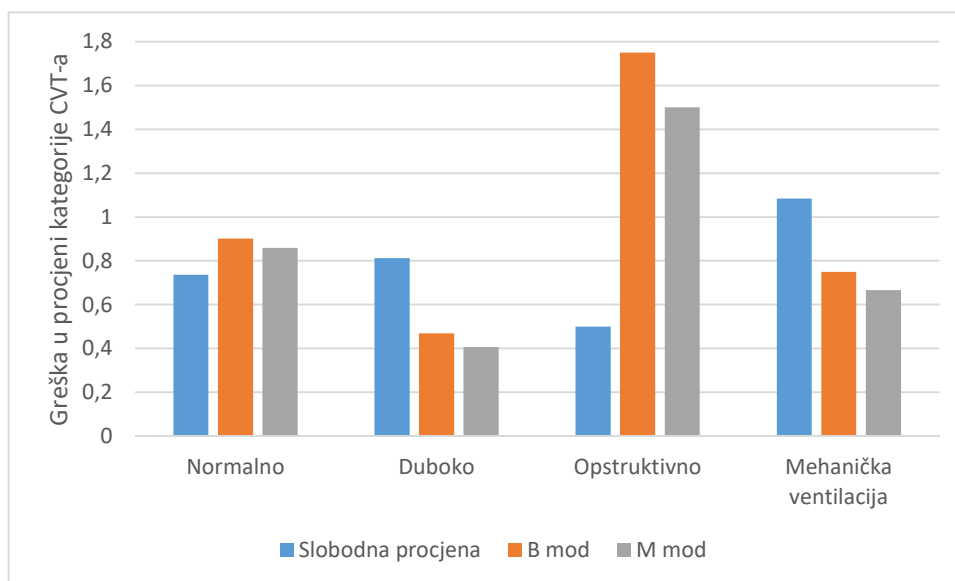
Grafikon 18. Utjecaj kvalitete prikaza na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane specijalista

#### 4.7.4. Utjecaj načina disanja na kategorizaciju CVT-a

Utjecaj načina disanja na točnost kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 19 i 20.

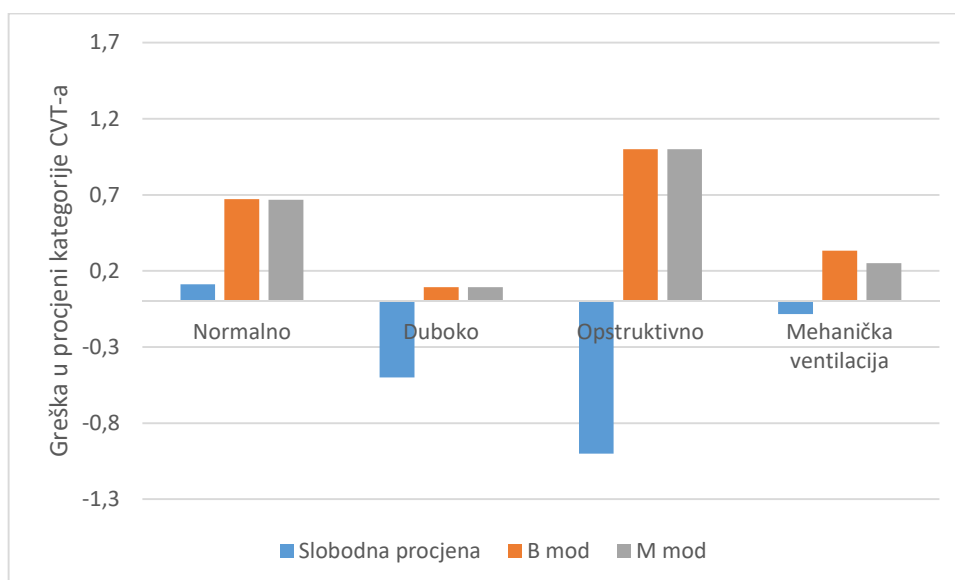


Grafikon 19. Utjecaj načina disanja na kategorizaciju CVT-a od strane studenta

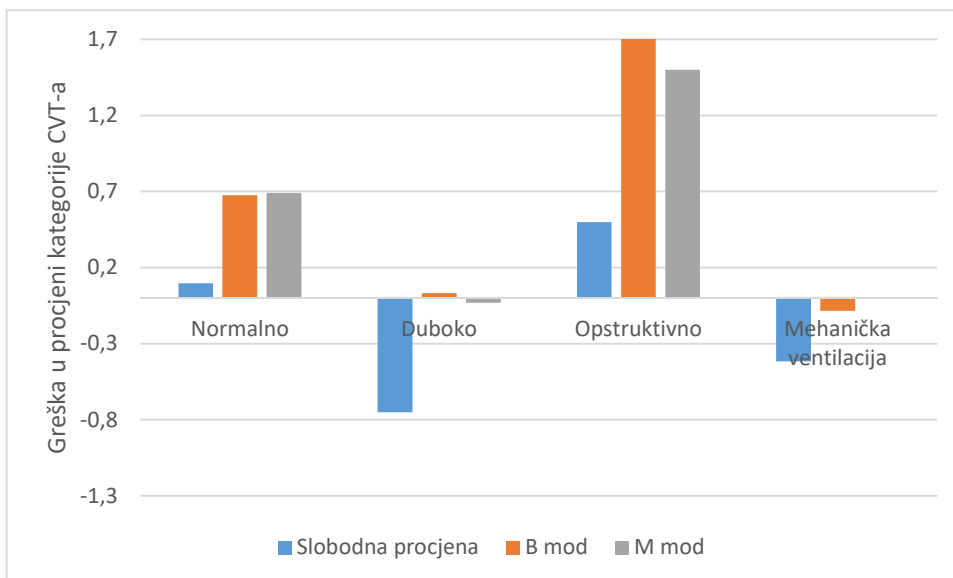


Grafikon 20. Utjecaj načina disanja na kategorizaciju CVT-a od strane specijalista

Utjecaj načina disanja na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 17 i 18.



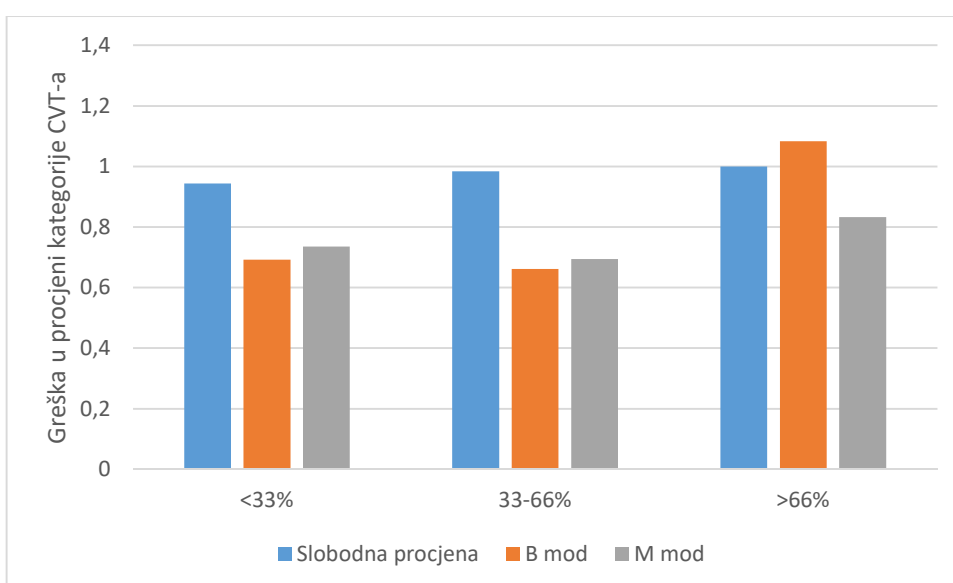
Grafikon 21. Utjecaj načina disanja na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane studenta



Grafikon 22. Utjecaj načina disanja na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane specijalista

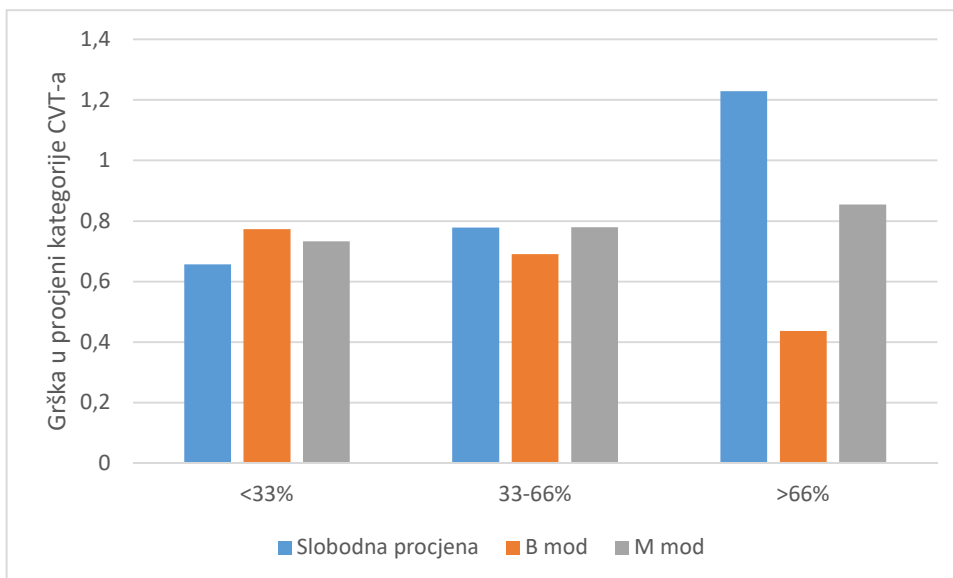
#### 4.7.5. Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na kategorizaciju CVT-a

Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na točnost kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 23 i 24. Utjecaj na slobodnu procjenu prikaza je u odnosu na mjerenja provedena u B modu budući da je slobodna procjena dobivena promatranjem respiratornih promjena promjera DŠV u B modu.



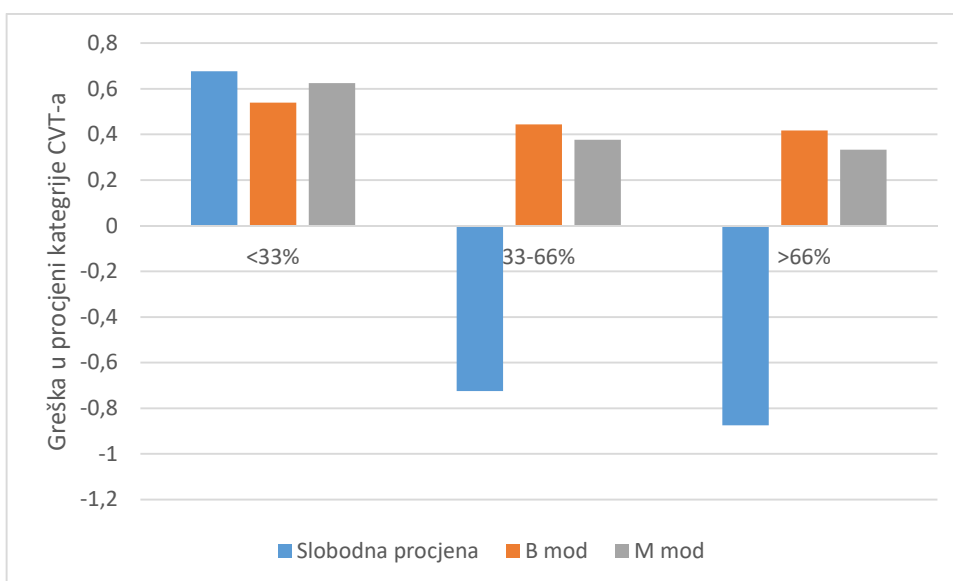
Grafikon 23. Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na kategorizaciju CVT-a od strane studenta



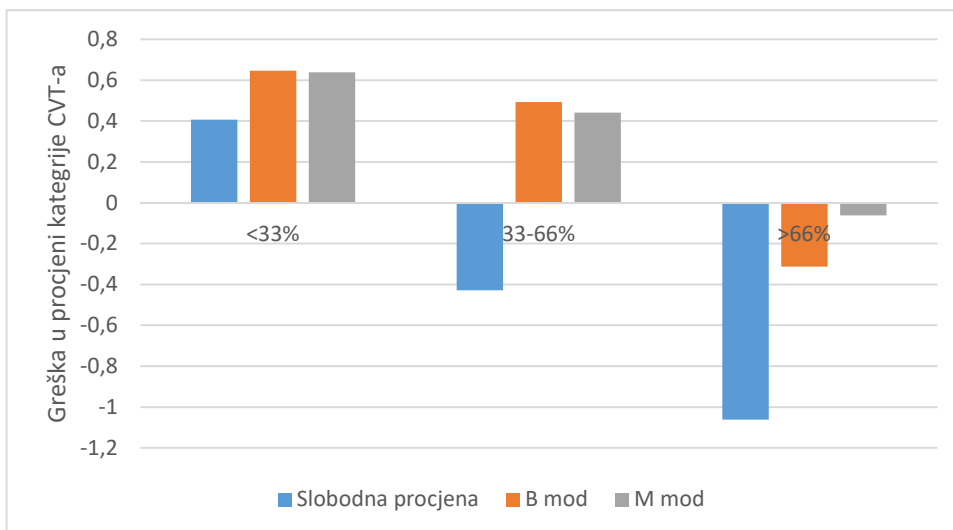


*Grafikon 24.* Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na kategorizaciju CVT-a od strane specijalista

Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 25 i 26.



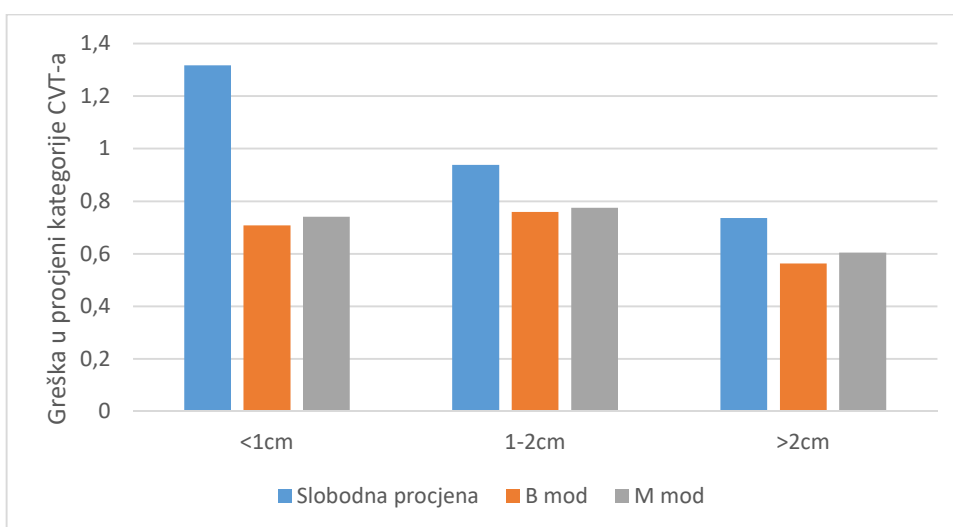
*Grafikon 25.* Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane studenta



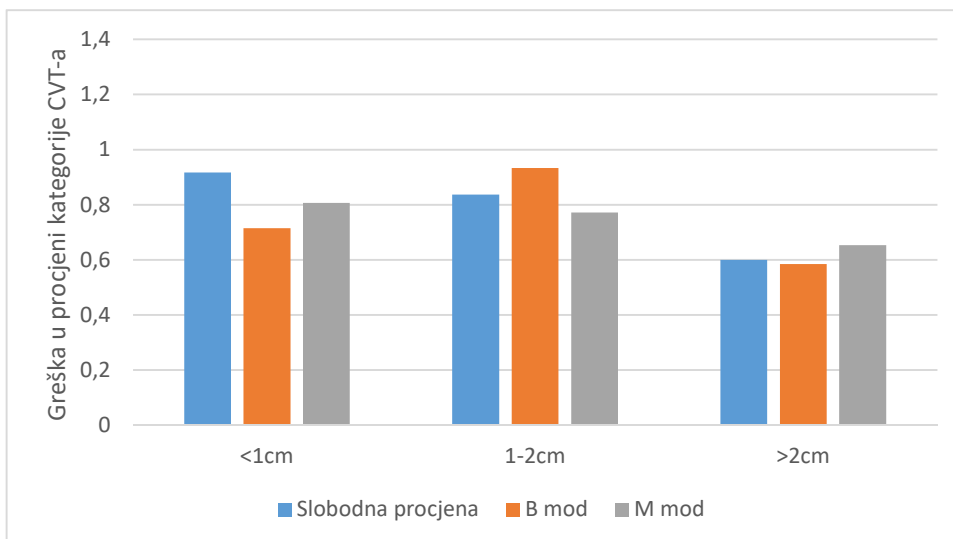
Grafikon 26. Utjecaj indeksa kolapsibilnosti na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane specijalista

#### 4.7.6. Utjecaj maksimalnog promjera DŠV na kategorizaciju CVT-a

Utjecaj prosječne širine DŠV na kraju ekspirija tj. maksimalnog promjera DŠV na točnost kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 27 i 28. Utjecaj na slobodnu procjenu prikazan je u odnosu na mjerenja provedena u B modu budući da je slobodna procjena dobivena promatranjem respiratornih promjena promjera DŠV u B modu.

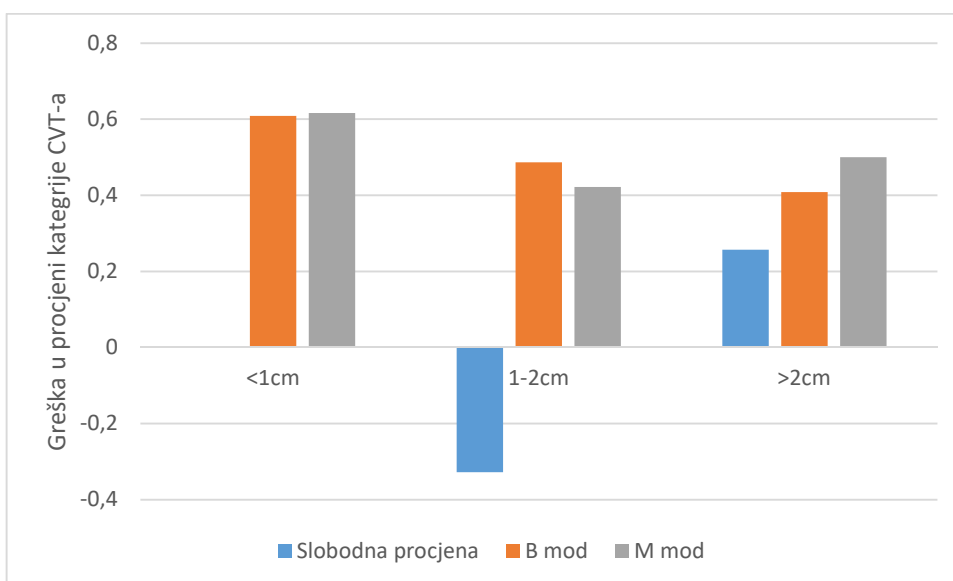


Grafikon 27. Utjecaj maksimalnog promjera DŠV na kategorizaciju CVT-a od strane studenta

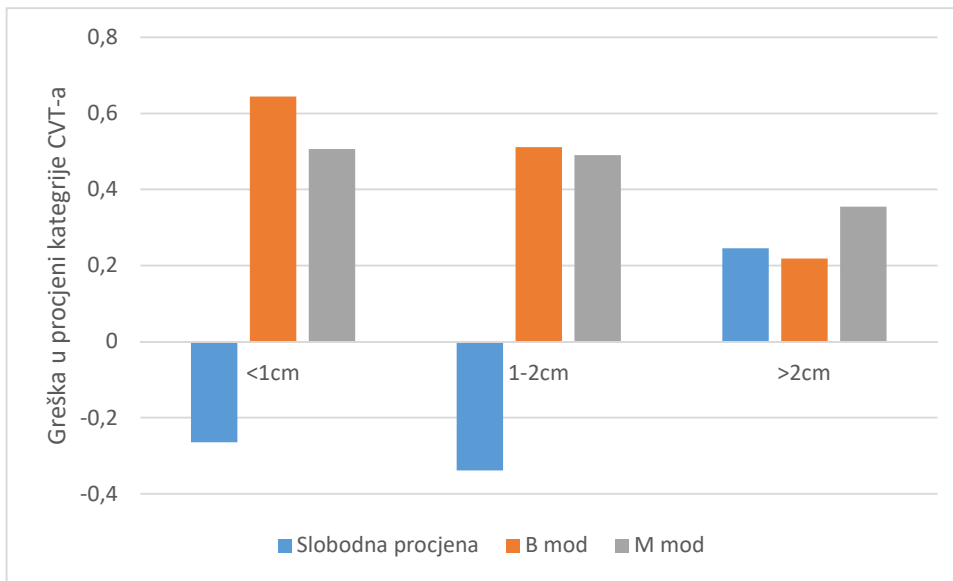


*Grafikon 28.* Utjecaj maksimalnog promjera DŠV na kategorizaciju CVT-a od strane specijalista

Utjecaj maksimalnog promjera DŠV na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima promjera DŠV u B modu i M modu ultrazvuka, kako kod studentovog pregleda tako i kod specijalista, prikazan je na Grafikonima 29 i 30.



*Grafikon 29.* Utjecaj maksimalnog promjera DŠV na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane studenta



*Grafikon 30.* Utjecaj maksimalnog promjera DŠV na smjer odstupanja prilikom kategorizacije CVT-a od strane specijalista

## 5. Rasprava

Istraživanje je provedeno na bolesnicima, a ne na zdravim ispitanicima te kao takvo ima veću težinu u smislu procjene krivulje učenja pregleda ultrazvukom kojemu je i cilj da se provodi na bolesnim ljudima koji zahtijevaju procjenu njihovog stanja. Budući da pregled bolesnika sa sobom donosi još neke posebnosti kao što su na primjer postavljene elektrode za kontinuirano monitoriranje rada srca, različiti drenovi i povoji koji mogu otežavati pregled ultrazvukom te ponekad nemogućnost samog bolesnika da duže vrijeme bude miran i suradljiv učenje pregleda ovom ultrazvučnom metodom je bilo otežano, ali smatramo da je to zapravo bila prednost jer se tako bolje pripremalo studenta za stvarne situacije u budućem liječničkom radu.

Također treba napomenuti da je istraživanje provedeno u populaciji bolesnika liječenih u jedinici intenzivne skrbi, u kojih su češće prisutne nepovoljne okolnosti koje otežavaju procjenu CVT-a. U svome radu Via G. i sur. navode 10 situacija kod kojih pregled ultrazvukom DŠV možda neće davati točnu procjenu CVT-a (17). 16 od 30 bolesnika je imalo neku od nepovoljnih okolnosti navedenih u tome radu. U našem istraživanju bolesnike nismo isključivali na temelju tih 10 značajki te je time populacija bolesnika na kojoj smo proveli istraživanje bila neprimjerenija za pregled ultrazvukom i za takvu procjenu CVT-a, no kako smo željeli testirati metodu na svim intenzivističkim bolesnicima neselektivno smo uključili i te bolesnike u istraživanje. To može biti objašnjenje zbog kojega je naše istraživanje nije pokazalo preciznost u procjeni CVT-a pregledom DŠV ultrazvukom.

Populacija bolesnika koji su bili ispitanici u ovome istraživanju je u prosjeku starije životne dobi ( $63,2 \pm 14,7$  godina i medijan od 66 godina starosti) što približno odgovara populaciji koja je najčešći korisnik zdravstvene skrbi. Udio muškaraca je bio 17/30 (56 %), a žena 13/30 (44 %) što nije veliko odstupanje od opće populacije. Najveći broj bolesnika je imao prekomjernu tjelesnu težinu prema ITM-u ( $28,17 \pm 4,22$  kg/m<sup>2</sup> i medijan od 27,73 kg/m<sup>2</sup>). Skupina pothranjenih bolesnika nije isključivana nego se za vrijeme istraživanja niti jedan sudionik nije prema ITM-u pripadao u tu kategoriju.

Treba se ipak uzeti u obzir kako su bolesnici liječeni u Zavodu za intenzivnu medicinu teži bolesnici od opće populacije liječene u bolnicama, no oni najteži ipak nisu bili u stanju potpisati suglasnost za sudjelovanje te nisu bili uključeni u istraživanje.

Čimbenici koji utječu na promjer donje šuplje vene i na promjene njenog promjera tijekom disanja osim naravno napunjenosti krvožilnog sustava tj. volumnog statusa bolesnika

su i način disanja bolesnika te intraabdominalni tlak. Različiti načini disanja različito utječu na promjene promjera DŠV tj. na njenu kolapsibilnost u udahu. To se događa zato što je za udah potrebno u prsištu generirati podtlak te tako zrak biva usisan u pluća. Osim zraka koji na račun tog podtlaka ulazi u prsište to čini i krv u DŠV te je tada više odlazi u srce i sama DŠV se prazni. Na količinu i postotak toga pražnjenja može utjecati činjenica da je DŠV bila od prije slabije puna zbog raznih stanja koja narušavaju volumni status bolesnika ili je u udahu generiran veći podtlak te je veća količina krvi bila usisana iz DŠV. Pri dubokom disanju generira se veći podtlak u prsištu nego uslijed normalnog disanja, a još je veći podtlak ako bolesnik diše opstruktivno. Tada treba to imati na umu i biti u stanju razlučiti kolaps DŠV u udahu zbog narušenog volumnog statusa od kolapsa zbog dubokog ili opstruktivnog disanja. 12/30 bolesnika je imalo način disanja opisan drukčije od normalnoga. Bolesnici uključeni u istraživanje imali su različite zabilježene načine disanja pa je tako bilo moguće procijeniti njihov utjecaj na promjer DŠV, ali i uključiti ih u praktično učenje ove ultrazvučne metode. Samo jedan bolesnik je disao opstruktivno što nije dovoljno za adekvatno prepoznavanje takvog načina disanja i integraciju njegovih učinaka na procjenu CVT-a. 3 bolesnika su bila mehanički ventilirana za vrijeme pregleda ultrazvukom, no budući da niti jedan nije bio medikamentozno relaksiran i imao je održan tonus dišne muskulature nije dolazilo do inverzije promjera DŠV gdje bi se njen promjer povećavao u udahu zbog pozitivnog tlaka u prsištu nastalog djelovanjem respiratora.

Uz različite načine disanja bolesnici su i u velikom broju (14/30 bolesnika) imali IAT u različitoj mjeri viši od normalnog. DŠV prolazi retroperitonealno te povišenje tlaka u trbuhu zbog različitih zbivanja dovodi do smanjenja njenog promjera.

Kako je i bilo za očekivati student i specijalist su imali razlike u opisivanju dobivene kvalitete slike. Student je u većem broju bolesnika i kroz oba mjesta promatranja DŠV i oba prikaza sliku opisao kao slabu ili nedovoljnu. Za usporedbu student je imao ukupno 23 dobivene slike opisane kao nedovoljne, od ukupno 120 u svih 30 bolesnika, za razliku od specijaliste koji je 6 dobivenih slika tako opisao. Tu se očituje iskustvo specijalista koji je puno bolje u stanju prilagoditi se uvjetima koji otežavaju pregled ultrazvukom. Slika opisanih kao slabe kod studenta je bilo ukupno 45 dok ih je kod specijalista bilo 41. Student je 52 puta kvalitetu prikaza opisao kao dobru, a specijalist 67 puta što nam govori kako je ta razlika nastala uglavnom na temelju studentovog značajno većeg udjela slika opisanih kao nedovoljne i naravno njegovog nedostatka iskustva.

Najviše kvalitetnih prikaza i kod studenta i kod specijalista je zabilježeno kada se DŠV gledala iz epigastrija na uzdužnom prikazu. Takvim načinom pregleda DŠV će se prikazati kao dugačka struktura koja iz abdomena ide prema srcu i u konačnici se ulijeva u desni atrij dok će na poprečnom prikazu biti elipsoidna struktura i u odnosu na ostale strukture tada prikazane na ultrazvuku zauzimati manji dio prikaza te biti manje uočljiva. Na poprečnom prikazu često možemo desno od DŠV uočiti i aortu te tako biti sigurni da razlikujemo jednu od druge krvne žile. Razlikovati ih možemo i na uzdužnom prikazu iako malo teže barem za studenta, promatranjem pulsabilnosti krvne žile i utjecaja disanja na njezin promjer, ali zbog mnogo lakšeg uočavanja DŠV na uzdužnom prikazu te zato što se vidi veći odsječak DŠV uzdužni prikaz je studentu i specijalistu bio lakši za korištenje i slobodnu procjenu. Unatoč tome što je prikaz iz epigastrija generalno opisan kao bolji na poprečnom prikazu u jednog bolesnika i student i specijalist nisu mogli pronaći DŠV kako bi proveli mjerenja, a u još jednog bolesnika iz epigastrija na uzdužnom promjeru student nije mogao provesti mjerenja dok specijalist je.

Kada je DŠV gledana kroz interkostalne prostore kod studenta je kvaliteta prikaza bila najčešće ocijenjena kao slaba, a po učestalosti je slijedila dobra ocjena i onda nedovoljna. Specijalist je i taj prikaz najčešće ocjenjivao kao dobar.

Kod interkostalnog pogleda na donju šuplju venu teže se nalazilo zadovoljavajući prikaz. Često je problem predstavljala činjenica da je ultrazvučna sonda bila šira od interkostalnog prostora pa su rebra radila ultrazvučnu „sjenu“ koja je prekrivala donju šuplju venu. To je poseban problem predstavljalo u uzdužnom prikazu donje šuplje vene kroz interkostalne prostore.

Valja još naglasiti kako smo u ovome istraživanju DŠV gledali iz epigastrija i kroz interkostalne prostore i to u poprečnom i uzdužnom prikazu te smo time CVT procjenjivali na zapravo 4 načina, a i mjerenja su provođena također pogledom na DŠV na 4 načina. Istraživači su slobodnu procjenu CVT-a mijenjali kroz 4 načina pogleda na DŠV, no ipak je najčešće procjena ostala ista za sva 4 načina. Student je kategoriju CVT-a promijenio kod 8 bolesnika za vrijednost od jedne kategorije i samo kod jednoga za vrijednost od dvije kategorije. Specijalist je više puta promijenio procijenjenu kategoriju, ali je kod svih 14 bolesnika ju promijenio samo za jednu kategoriju. Dakle u većini bolesnika procijenjena kategorija CVT-a je bila ista neovisno o tome je li DŠV gledana iz epigastrija ili interkostalno i je li gledana na uzdužnom ili poprečnom prikazu. Promjene kategorija koje su se dogodile ovisno o mjestu i prikazu nisu bile gotovo nikada veće od jedne kategorije te možemo reći kako su sva navedena mjesta i prikazi po tome pitanju jednako vrijedni.

Nakon prvih 15 bolesnika podudarnost između studenta i specijalista prema kapa koeficijentu se nalazilo u stupnju blagoga podudaranja kako za slobodnu procjenu kategorije CVT-a tako i za mjerenja u B i M modu ultrazvuka. Kapa koeficijent je podudaranje nakon pregledanih idućih 15 bolesnika svrstao u stupanj umjerenog podudaranja između oba ispitivača i to ponovno za slobodnu procjenu i za mjerenja u B i M modu. No mora se naglasiti kako su sada razlike u kapa koeficijentu premda su svrstane u isti stupanj podudaranja bile veće. Pa je tako podudaranje u slobodnoj procjeni CVT-a bilo gotovo na granici idućeg stupnja, dakle srednje jakog podudaranja, a podudaranje na temelju mjerenja u M modu je ostalo na granici prema nižoj kategoriji blagoga podudaranja tj. najmanji napredak u učenju je pokazan za mjerenja u M modu, a najznačajniji u slobodnoj procjeni CVT-a na temelju promatranja promjena promjera DŠV tijekom respiracijskog ciklusa. Iako student nije uspio dosegnuti razinu specijalista nakon provedenih 30 pregleda ultrazvukom pokazao je značajan napredak.

Analiza Cohenova kapa koeficijenta je provedena također uzевši katetersku metodu određivanja CVT-a kao jednog ispitivača, a studenta ili specijalista kao drugog ispitivača sa ciljem da se odredi korelacija ultrazvukom kategoriziranog CVT-a sa standardnim kateterom određivanim CVT-om. Kateterom određen CVT je kategoriziran u iste kategorije kao i onaj procijenjen ultrazvukom i mjeren u B i M modu. Studentova slobodna procjena i provedena mjerenja su nakon pregledanih prvih 15 bolesnika bila svrstana u stupanj vrlo niskog podudaranja. Nakon idućih 15 bolesnika sva mjerenja su ostala u istome stupnju podudaranja dok je studentova slobodna procjena ušla u viši stupanj blagog podudaranja, no vrlo granično te sa nedovoljnim značajem što nameće pitanje koliko je ova metoda procjene CVT-a točna za određivanje ili barem kategorizaciju stvarnog centralnog venskog tlaka u bolesnika. Sličan zaključak donosi i Millington S. J. u svome radu o procjeni DŠV ultrazvukom u svrhu orijentiranja o uspješnosti nadoknade tekućine te preporuča odustajanje od korištenja te metode budući da nije korisna u slučajevima gdje se ni na neki drugi način ne može procijeniti CVT tj. kakav će biti odgovor na terapiju tekućinom. Također navodi kako se kod gotovo svih bolesnika može pronaći neki čimbenik koji će utjecati na to da se pogrešno protumači rezultat mjerenja promjera DŠV ultrazvukom (18).

Kada se od vrijednosti kategorije u koju je svrstan CVT na temelju pregleda ultrazvukom, bilo mjerenjem bilo slobodnom procjenom, oduzme vrijednost kategorije dobivene mjerenjem CVT preko postavljenog CVK dobije se razlika u kategorijama odnosno za koliko kategorija je pogrešno procijenjena vrijednost CVT-a pregledom ultrazvukom tj. greška koju je svaki ispitivač napravio. U Tablicama 2 i 3 se vidi kako je ultrazvučna metoda



za procjenu CVT-a relativno točna, no nije precizna što se vidi iz vrijednosti standardnih pogrešaka koje su više u odnosu na srednje vrijednosti pogrešaka što je u skladu sa rezultatima kapa koeficijenta za podudaranje pojedinog ispitivača sa kateterski dobivenim CVT.

Studentove pogreške u kategoriziranju ukazuju kako se veća točnost postiže kada se kategorija CVT-a određuje na temelju mjerenja u B i M modu ultrazvuka nego kada se određuje slobodnom procjenom na temelju promatranja promjena u promjeru DŠV tijekom ciklusa disanja. Također se može primijetiti kako se slobodnom procjenom češće kategorija CVT-a procjenjuje kao niža nego što zapravo jest dok mjerenja kategoriju prikazuju višom nego što je zapravo. Pogreške specijalista također ukazuju na iste zaključke kao i kod analize studentovih pogrešaka sa nešto manjim greškama ali istim smjerom odstupanja.

Usporedbom rezultata iz Tablica 3 i 4 je vidljivo kako su pogreške nešto manje kada je procjena i mjerenje provođeno promatranjem DŠV kroz interkostalne prostore nego iz epigastrija. Takav rezultat se dobiva i kod studentovih pogrešaka i kod specijalistovih. To zvuči nesukladno sa rezultatima koji kvalitetu prikaza kroz interkostalne prikaze opisuju kao lošiju nego kvalitetu prikaza iz epigastrija. No ipak taj zaključak treba uzeti sa zadržkom budući da su razlike u pogreškama između interkostalnog i mjerenja iz epigastrija bile nedovoljno velike da se to zaključi sa sigurnošću i značajnošću pogotovo kada se u obzir uzme kontradiktornost da je manja greška kada se gleda s mjesta gdje je kvaliteta prikaza lošija, o čemu će biti riječi kasnije.

Poprečni prikaz DŠV nam omogućava da vizualiziramo njen elipsoidni oblik te da mjerenja provodimo točno na njenoj sredini gdje je ona najšira dok na uzdužnom prikazu ne možemo biti sigurni provodimo li mjerenja na ispravnome mjestu tj. na sredini donje šuplje vene u anteroposteriornome smjeru. Poprečnim prikazom je teško procijeniti na kojoj razini se gleda DŠV dok smo na uzdužnom prikazu sigurni na kojoj razini pregledavamo i gdje točno provodimo mjerenja te imamo odsječak DŠV koji nam olakšava procjenu CVT-a. Mjerenja promjera donje šuplje vene su provođena na udaljenosti od otprilike 2 cm od utoka donje šuplje vene u desni atrij. Približno na tome mjestu se u donju šuplju venu ulijevaju i hepaticne vene što otežava mjerenje promjera donje šuplje vene budući da se često ne vidi njena stijenka nego ušće hepaticne vene. Također na toj lokaciji se u mnogih bolesnika nalazi i fiziološka anatomska varijacija donje šuplje vene, izbočina nastala zbog naslanjanja jetara na donju šuplju venu, koju Daniel Lichtenstein naziva sabljastom donjom šupljom venom te preporuča da se mjerenja ne provode na tom mjestu, već preporuča mjerenja provoditi na razini utoka lijeve

renalne vene u donju šuplju venu (19). Na mjestu gdje Lichtenstein preporuča da se provode mjerenja primijetili smo kako su veće oscilacije promjera nego na 2 cm od utoka u desni atrij.

U Tablicama 2 i 3 se također vide greške studenta i specijalista u procjeni CVT-a ovisno je li DŠV gledana na poprečnom ili uzdužnom prikazu. Analizom grešaka studenta dolazi se do rezultata kako je neznatno manja greška prilikom promatranja donje šuplje vene u uzdužnom prikazu. Suprotan rezultat se dobiva analizom pogrešaka specijalista, ali sa još manjom razlikom. Kontradiktornost ta dva rezultata kao i veoma malena razlika između pogrešaka na uzdužnom i poprečnom prikazu nam govori kako ne možemo sa sigurnošću niti značajnošću dati prednost niti jednome od ta dva prikaza.

Kod mjerenje promjera DŠV u M modu postoji problem da segment DŠV koji mjerimo neće odgovarati istom mjestu u udahu i u izdahu te može biti razlog za pogrešku procjene CVT-a, no u M modu se zornije može prikazati i dokumentirati promjene promjera donje šuplje vene. B mod nam daje veću sliku i olakšava slobodnu procjenu te ne stvara poteškoće kod mjerenja promjera na različitom mjestu DŠV u udahu i u izdahu jer nam pokazuje samo onaj presjek kamo usmjerimo sondu.

Uvidom u Tablice 2 i 3 možemo usporediti uspješnost B i M moda na temelju grešaka kategorizacije CVT-a koje su učinili student i specijalist. Kod studenta dolazimo do rezultata kako u prosjeku nema razlike u pogreškama između mjerenja u B i u M modu. Kod specijalista postoji veća greška za mjerenja u B modu, no razlika između greške u B i M modu nije dovoljno velika da bi mogli sa sigurnošću zaključiti kako je kod mjerenja u M modu greška manja. Prema prikazanim rezultatima u Grafikonima 5 i 6 ne može se dati prednost ni B ni M modu za procjenu CVT-a pregledom ultrazvukom donje šuplje vene te se izbor ultrazvučnog moda može ostaviti na izbor svakome liječniku koji se odluči na ovaj pregled ultrazvukom.

Tablica 4 pokazuje da oba ispitivača imaju slična odstupanja u mjerenjima od srednje vrijednosti te kako su odstupanja tek nešto veća u M modu nego u B modu. Također su odstupanja veća u mjerenjima u inspiriju u oba moda nego u ekspiriju što se može pripisati činjenici da je veću strukturu lakše i pouzdanije mjeriti nego manju, kakva i je DŠV u inspiriju.

Pokušali smo odrediti koji sve čimbenici i karakteristike samih bolesnika dovode do pogreške prilikom kategoriziranja CVT-a te smo provjerili kakav utjecaj ima vrijednost ITM, IAT, način disanja, opisana kvaliteta prikaza, indeks kolapsibilnosti i najveća širina DŠV tj. promjer na kraju ekspirija na pogrešno kategoriziranje CVT-a slobodnom procjenom i mjerenjima u B i M modu.

Kako je prikazano na Grafikonima 7 i 8 vidi se kako kod studenta i kod specijalista raste broj pogrešnih kategorizacija CVT-a slobodnom procjenom što je ITM viši u pojedinog bolesnika. No takva situacija se ne opaža za mjerenja u B i M modu, u kojima je pogreška kao što je i ranije rečeno slična. Ipak pogreška mjerenja ne raste sa porastom ITM nego se čak snižava kod studenta dok je kod specijalista najniža u kategoriji prekomjerne tjelesne težine, a viša u kategoriji idealne tjelesne težine i pretilosti. Takvo se odstupanje može pripisati činjenici da je najviše bolesnika bilo upravo u kategoriji prekomjerne tjelesne težine te da su tu dobiveni rezultati vjerodostojniji nego u ostale dvije navedene kategorije. Također treba primijetiti kako u kategoriji pothranjenosti nije bio niti jedan bolesnik. Na Grafikonima 9 i 10 je prikazan smjer odstupanja pogreške te oni pokazuju kako je kao i do sada slobodna procjena sklonija malo podcijeniti kategoriju CVT-a dok je mjerenja precjenjuju. Zaključiti se može i kako se indeksu tjelesne mase ne može pripisati isključiva odgovornost za nastale pogreške jer će on dovoditi do višeg IAT, a od bolesnika do bolesnika su postojali različiti drugi čimbenici koji su mogli utjecati na pogrešku.

Bolesnici koji su iz nekog razloga imali povišeni IAT, a to je najčešće bilo zbog pretilosti, meteorizma ili ascitesa, imali su promjer donje šuplje vene na kraju ekspirija manji od 1,5 cm te je u njih primijećena veća učestalost pogrešnih kategoriziranja centralnog venskog tlaka kako slobodnom procjenom na temelju promatranja promjena promjera kroz nekoliko respiracijskih ciklusa tako i mjerenjem samog promjera i određivanjem indeksa kolapsibilnosti. Kod tih bolesnika dimenzije donje šuplje vene su ukazivale kako je centralni venski tlak u nižim kategorijama, a indeks kolapsibilnosti je centralni venski tlak svrstavao u više kategorije. Tako je primjerice kod bolesnika pod rednim brojem 10 centralni venski tlak iznosio 2 cm H<sub>2</sub>O, a budući da indeks kolapsibilnosti nije prelazio 20% centralni venski tlak je svrstan u višu kategoriju unatoč maksimalnom promjeru donje šuplje vene od 0,97 cm. Kod tako maloga maksimalnog promjera za očekivati je bilo indeks kolapsibilnosti da bude bliži 100% ili čak 100%. Bolesnik pod rednim brojem 10 je imao intraabdominalni tlak od 25 cm H<sub>2</sub>O.

Prema Grafikonima 11 i 12 slično kao i kod ITM se vidi kako se greška nastala slobodnom procjenom povećava za oba ispitivača sa porastom IAT kod bolesnika. Toliko naglašen porast pogreške sa IAT-om se ne vidi za mjerenja u B i M koja su tu ponovno slična jedno drugome i ne čini se da su pod utjecajem IAT-a. Ponovno valja napomenuti kako je najviše bolesnika bilo u kategoriji normalnoga IAT-a te da su rezultati te kategorije najmjerodavniji. Na Grafikonima 13 i 14 je prikazan smjer odstupanja pogreške te oni pokazuju kako je kao i do sada slobodna procjena sklonija podcijeniti kategoriju CVT-a dok je mjerenja

procjenjuju. Vidi se također kako je CVT bio više podcijenjen slobodnom procjenom što je IAT bio viši.

Utjecaj kvalitete prikaza na kategorizaciju CVT-a prikazan na Grafikonima 15 i 16 pokazuje kako za razliku od specijalista koji približno sa jednakom pogreškom procjenjuje CVT za slab i dobar prikaz studentova slobodna procjena više ovisi o kvaliteti samog prikaza pa se naglašenije vidi povećanje pogrešaka u slobodnoj procjeni sa smanjenjem kvalitete prikaza kod studenta. Mjerenja specijalista i takav način kategorizacije CVT-a pokazuju porast pogreške sa padom kvalitete prikaza te se iskusni specijalist kod nezadovoljavajućeg prikaza može osloniti na slobodnu procjenu CVT-a za razliku od studenta koji tu ipak više griješi u slobodnoj procjeni nego u mjerenjima. Na Grafikonima 17 i 18 gdje se vidi smjer odstupanja prikazano je kako je kod dobrog i slabog prikaza CVT slobodnom procjenom podcijenjen dok je kod nedovoljnog prikaza precijenjen. Budući da je CVT slobodnom procjenom stalno podcijenjivan ovaj podatak nam govori kako kod nedovoljnog prikaza ispitivači odstupaju od svojih procjena i to u suprotnom smjeru.

Svaki ispitivač je sam procjenjivao način disanja za bolesnika kojega je pregledavao te se tu očitovao nedostatak iskustva studenta u sagledavanju pregleda ultrazvukom u cjelokupnom kontekstu bolesnika kao cjeline budući da je u više slučajeva krivo kategorizirao procijenjeni centralni venski tlak ne uzevši u obzir način disanja. Primjerice kod bolesnika koji je disao na kanilu disanje je procijenio kao normalno, no u takvom slučaju oscilacije promjera donje šuplje vene su veće nego kod normalnog disanja te je tako centralni venski tlak procijenio kao niži nego što je on bio u tog bolesnika.

Analizom Grafikona 19 i 20 možemo primijetiti kako su studenta načini disanja različiti od normalnoga navodili na više pogrešaka u kategoriziranju CVT-a dok specijalist nije imao tolike vrijednosti pogrešaka ovisno o različitim načinima disanja. Posebno bi valjalo napomenuti kako je kod opstruktivnog disanja velika pogreška kod oba ispitivača, no budući da je samo jedan bolesnik disao opstruktivno taj rezultat zbog nedostatka uzorka ne predstavlja značajan zaključak. Slična je i situacija sa mehanički ventiliranim bolesnicima kojih također nije bilo u dovoljnom broju. Normalno dišućih bolesnika je bilo najviše te su njihovi rezultati najznačajniji i govore kako oba ispitivača imaju vrlo sličnu veličinu pogreške neovisno o slobodnoj procjeni ili mjerenjima. Nešto manji broj bolesnika je disao duboko ali se ipak primjećuje kako je duboko disanje utjecalo na povećanje greške slobodne procjene više nego na greške mjerenja i to u oba ispitivača. Tu se može primijetiti kako specijalist ipak nešto manje griješi i to se može pripisati iskustvu koje mu dozvoljava da kompenzira utjecaj povećanja

promjene promjera DŠV pri disanju na kategorizaciju CVT-a bolje nego student. Na Grafikonima 21 i 22 gdje se vidi smjer odstupanja kod normalnog disanja slobodna procjena je blago precjenjivala kategoriju CVT-a dok ju je kod ostalih načina podcjenjivala.

Indeks kolapsibilnosti tj. postotak za koji DŠV suzi svoj promjer u udahu, prikazan na Grafikonima 23 i 24, nije pokazao utjecaj na studentove greške kategorizacije CVT-a budući da su one jednako velike u sve 3 kategorije indeksa kolapsibilnosti. Može se primijetiti kako su greške mjerenja nešto više pri višim indeksima kolapsibilnosti što se može pripisati nepreciznijem mjerenju promjera DŠV kada njen promjer više oscilira. Smjer odstupanja prikazan na Grafikonima 25 i 26 pokazuje kako slobodna procjena precjenjuje CVT kod nižih indeksa kolapsibilnosti, a podcjenjuje ga kod viših vrijednosti indeksa kolapsibilnosti što bi bilo sukladno sa činjenicom da su viši indeksi kolapsibilnosti prisutni kod nižih vrijednosti CVT-a te to vjerojatno ispitivače lažno navede na procjenu kategorije CVT-a kao niže.

Utjecaj prosječne širine DŠV na kraju ekspirija tj. maksimalnog promjera DŠV na kategorizaciju CVT-a koji je prikazan na Grafikonima 27 i 28 pokazuje kako student sve manje griješi u kategorizaciji slobodnom procjenom što više raste promjer na kraju ekspirija. Prema navedenim Grafikonima 27 i 28 greške kategorizacije mjerenjima nisu pod značajnim utjecajem maksimalnog promjera donje šuplje vene te su relativno konstantne za sve promjere, ali ipak najniže pri najvišim promjerima. Slobodna procjena specijalista nije pod tolikim utjecajem kao studentova, ali se svejedno primjećuje smanjivanje greške kategorizacije sa rastom promjera kao i pad greške kategorizacije mjerenjima koje je proveo specijalist. Smjer odstupanja prikazan na Grafikonima 29 i 30 pokazuje da ispitivači podcjenjuju CVT kod promjera DŠV manjega od 2 cm, no kada je promjer veći od 2 cm tada oba ispitivača slobodnom procjenom CVT kategoriziraju kao viši nego što je zapravo tj. precjenjuju ga također najvjerojatnije zbog činjenice da se takav promjer DŠV očekuje kod viših vrijednosti CVT-a.

Mjerenje ultrazvukom donje šuplje vene u svrhu procjene centralnog venskog tlaka kao i slobodna procjena centralnog venskog tlaka na temelju promatranja respiracijskih oscilacija promjera bremenite su mnogim poteškoćama i pogreškama. Iz toga razloga nisu prikladne za precizno određivanje centralnog venskog tlaka gdje je standardna metoda mjerenja putem postavljenog centralnog venskog katetera bolji izbor. Pregled ultrazvukom ipak može biti od koristi u bolesnika kod kojih se trebamo brzo orijentirati o približnoj vrijednosti centralnog venskog tlaka, a koji nemaju već od prije postavljen centralni venski kateter. Razilaženje CVT-a dobivenog pomoću CVK i procijenjenog pregledom ultrazvukom nameće dodatna pitanja. U našem istraživanju procjena CVT-a slobodnom procjenom trajala je približno desetak sekundi

dok je mjerenje provođeno tri puta te računata srednja vrijednost i indeks kolapsibilnosti prije nego se iz tablice očitala kategorija CVT-a što je zahtijevalo više vremena nego slobodna procjena. Upravo takvi bolesnici su oni koji će imati najviše koristi od pregleda ultrazvukom i ultrazvučne procjene centralnog venskog tlaka tj. odgovora na terapiju tekućinama (20). Stoga je vrijedno ovladati metodom procjene centralnog venskog tlaka ultrazvukom osobito liječnicima intenzivne i hitne medicine, a i liječnicima ostalih kliničkih specijalizacija, a koji moraju biti i svjesni ograničenja ove metode.

## 6. Zaključci

Mjerenje promjera donje šuplje vene ultrazvukom je metoda koja je brzo i lako savladiva za studenta medicine završne godine fakulteta, te je nakon teorijske i praktične obuke u korištenju ultrazvuka i provođenju tog pregleda ultrazvukom on uspio dosegnuti zadovoljavajuću razinu iskustva da procjenjuje centralni venski tlak.

Pregled donje šuplje vene ultrazvukom svakako je metoda koja se može naučiti relativno brzo, no 30 pregledanih bolesnika nije dovoljno da se njome ovlada na razini iskusnog specijalista.

- 1) Slobodna procjena centralnog venskog tlaka promatranjem promjena promjera donje šuplje vene kroz nekoliko respiracijskih ciklusa točnije procjenjuje centralni venski tlak ali manje precizno tj. uz veći rasap za razliku od mjerenja koja imaju manji rasap ali sustavno precjenjuju vrijednost CVT-a.
- 2) Nije pokazana značajna razlika između prikaza iz epigastrija i interkostalnog prikaza za procjenu i mjerenje promjera donje šuplje vene za predikciju centralnog venskog tlaka.
- 3) Nije pokazana značajna razlika između uzdužnog i poprečnog prikaza donje šuplje vene u svrhu procjene i mjerenja promjera donje šuplje vene za predikciju centralnog venskog tlaka.
- 4) Ne može se dati prednost mjerenjima u B pred mjerenjima u M modu ultrazvuka za predikciju centralnog venskog tlaka.
- 5) Na našem uzorku bolesnika način disanja opisan različito od normalnoga povećavao je pogrešku procjene kategorije centralnog venskog tlaka slobodnom procjenom promjena promjera donje šuplje vene tijekom disanja.
- 6) Na našem uzorku bolesnika povišena vrijednost intraabdominalnog tlaka povećavala je pogrešku procjene kategorije centralnog venskog tlaka slobodnom procjenom promjena promjera donje šuplje vene tijekom disanja.

## **7. Zahvale**

Prvenstveno bih se htio zahvaliti mentoru prof. dr. sc. Radovanu Radoniću na iznimnoj predanosti, stručnom vodstvu i strpljenju iskazanom tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Posebno se želim zahvaliti prijateljima Carlu Giorgiu Grlju i Mateju Viliću na pomoć pruženoj pri obradi podataka te izradi grafikona i tablica.

Želim se zahvaliti i Gabrieli Živković i Karolini Vajš na svim savjetima i naputcima s kojima su pridonijele izradi ovog diplomskog rada.

Hvala doc. dr. sc. Slavici Sović za stručne statističke savjete.

Najveće hvala mojim roditeljima i sestri Luciji za podršku i usmjeravanje tijekom posljednjih šest godina studija, a i mnogo prije.



## 8. Literatura

1. Radonic R. Assessment of hemodynamics by basic ultrasound. *Signa Vitae*. 2017;13: 27–31. doi: 10.22514/SV131.032017.4
2. Muhamad N, Safferi RS, Robertson CE. Internal Jugular Vein Height and Inferior Vena Cava Diameter Measurement using Ultrasound to Determine Central Venous Pressure: A Correlation Study. *The Medical journal of Malaysia*. 2015;70: 63-66.
3. Simonson JS, Schiller NB. Sonospirometry: a new method for noninvasive estimation of mean right atrial pressure based on two-dimensional echographic measurements of the inferior vena cava during measured inspiration. *J Am Coll Cardiol*. 1988;11(3):557-64.
4. Goldflam K, Turan S, Lewiss R. Focus On: Inferior Vena Cava Ultrasound. ACEP [Internet]. 2011 [pristupljeno 06.08.2017.]. Dostupno na: <https://www.acep.org/Content.aspx?id=80791>
5. Natori H, Tamaki S, Kira S. Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration *Am Rev Respir Dis*. 1979 Aug;120(2):421-7.
6. Chait HI, Kuhn MA, Baum VC. Inferior vena caval pressure reliably predicts right atrial pressure in pediatric cardiac surgical patients. *Crit Care Med*. 1994;22(2):219-24.
7. Panita W, Sawanya A, Ruedeekorn S, Prasit W. Correlation of caval index, inferior vena cava diameter, and central venous pressure in shock patients in the emergency room. *Open Access Emerg Med*. 2014;6: 57–62. doi: 10.2147/OAEM.S60307
8. Peterson JK. Measuring Central Venous Pressure With a Triple-Lumen Catheter. *Crit Care Nurse*. 2012;32(3):62-64. doi: 10.4037/ccn2012554.
9. Bersten AD, Soni N. *Oh's Intensive Care Manual*. 6. izd. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2005.
10. Kent A, Patil P, Davila V, Bailey JK, Jones C, Evans DC, i sur. Sonographic evaluation of intravascular volume status: Can internal jugular or femoral vein collapsibility be used in the absence of IVC visualization. *Ann Thorac Med*. 2015;10(1):44-9. doi: 10.4103/1817-1737.146872
11. Hutchings S, Bisset L, Cantillon L, Keating-Brown P, Jeffreys S, Muzvidziwa C, i sur. Nurse-delivered focused echocardiography to determine intravascular volume status in a deployed maritime critical care unit. *J R Nav Med Serv*. 2015;101(2):124-8.

12. Di Pietro S, Falaschi F, Bruno A, Perrone T, Musella V, Perlini S. The learning curve of sonographic inferior vena cava evaluation by novice medical students: the Pavia experience. *J Ultrasound*. 2018 Jun;21(2):137-144. doi: 10.1007/s40477-018-0292-7.
13. Duwat A, Zogheib E, Guinot PG, Levy F, Trojette F, Diouf M, i sur. The gray zone of the qualitative assessment of respiratory changes in inferior vena cava diameter in ICU patients. *Critical Care*. 2014;18:R14 doi:10.1186/cc13693.
14. Manu LNGM, Paul EM, Ine W, Colin C, Andrew WK, Derek J. Roberts, i sur. Fluid overload, de-resuscitation, and outcomes in critically ill or injured patients: a systematic review with suggestions for clinical practice. *Anaesthesiology Intensive Therapy*. 2014;46(5): 361–380.
15. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, i sur. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:685-713.
16. Hmelik B, Capanec M. Intenzivna zdravstvena njega. Varaždin: DMK Vall 042; 2017.
17. Via G, Tavazzi G, Price S. Ten situations where inferior vena cava ultrasound may fail to accurately predict fluid responsiveness: a physiologically based point of view. *Intensive Care Med*. 2016;42(7):1164-7. doi: 10.1007/s00134-016-4357-9
18. Millington SJ. Ultrasound assessment of the inferior vena cava for fluid responsiveness: easy, fun, but unlikely to be helpful. *Can J Anesth/J Can Anesth* 2019;66:633. doi:10.1007/s12630-019-01357-0
19. Lichtenstein DA. General ultrasound in the critically ill. Berlin: Springer; 2005.
20. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, Hayon J, Ricôme JL, Jardin F, i sur. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med*. 2004;30(9):1740-6.

## **9. Životopis**

Rođen sam 4.12.1994. godine u Zadru. Osnovnu školu sam završio 2009. godine u Zadru. Srednjoškolsko sam obrazovanje stekao u Gimnaziji Jurja Barakovića u Zadru gdje sam 2013. godine i maturirao. Iste sam godine upisao Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.