

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“-СКОПЈЕ

МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ-СКОПЈЕ



**ВЛИЈАНИЕ НА КОМБИНИРАНАТА ПРИМЕНА НА
ПОЗИТИВЕН ЕНД ЕКСПИРАТОРЕН ПРИТИСОК И
ТРЕНДЕЛЕНБУРГ ПОЛОЖБА ВРЗ УСПЕШНОСТА И
КОМПЛИКАЦИИТЕ ПРИ УЛТРАЗВУЧНО ВОДЕНА
ТРАНСПЕКТОРАЛНА КАТЕТЕРИЗАЦИЈА НА АКСИЛАРНА
ВЕНА КАЈ ПАЦИЕНТИ НА МЕХАНИЧКА ВЕНТИЛАЦИЈА**

-ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА-

Автор: д-р сци. Дарко Саздов

Ментор: проф. д-р Зорка Николова-Тодорова

Скопје, 2019 година

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	10
1.1 Централни вени и нивна катетеризација	11
1.2 Методи за централна венска катетеризација.....	16
1.3 Успешност на централна венска катетеризација и механички компликации	22
1.4 Влијание на Тренделенбург и ПЕЕП	26
2.0 МОТИВ	31
3.0 ЦЕЛИ	31
3.1 Примарни цели	31
3.2 Дополнителни цели	32
4.0 МЕТОДОЛОГИЈА	33
4.1 Дизајн на студијата	33
4.2 Избор на пациенти.....	33
4.3 Протокол на студијата.....	34
4.4 Статистичка анализа	38
5.0 РЕЗУЛТАТИ	40
5.1 Демографски карактеристики	40
5.2 Клинички карактеристики.....	45
5.3 Успешност и компликации.....	54
5.4 Компликации.....	58
5.5 Системски ефекти од поставување на пациентот во Тренделенбург положба.....	61
5.6 Влијание на комбинираната примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 см воден столб.....	66
5.7 Корелација	70
6.0 ДИСКУСИЈА	77
6.1 Демографски карактеристики	78
6.2 Клинички карактеристики.....	78
6.3 Влијание на Тренделенбург положба и ПЕЕП.....	81
6.4 Успешност	94
6.5 Број на обиди	97
6.6 Време до завршување на постапката.....	99
6.7 Артериска повреда	100
6.8 Пневмоторакс и хемоторакс.....	104
6.9 Малпозиција	106

7. ЗАКЛУЧОК.....	114
Библиографија.....	115

ЛИСТА НА КРАТЕНКИ

ЦВК - Централен венски катетер
ЕИЛ - Единица за интензивно лекување
ПЕЕП - Позитивен енд експираторен притисок
ZEER - 0 см воден столб енд експираторен притисок
ВЈВ - Внатрешна југуларна вена
ПВ - Потклучна вена
АВ - Аксиларна вена
МАР - Среден артериски притисок
ICP - Интракранијален притисок
SaO₂ - Периферна кислородна сатурација
CVP - Централен венски притисок
Paw - Среден притисок во дишните патишта
PiP - Врвен притисок во дишните патишта
ARDS - Адултен респираторен дистрес синдром
COPD - Хронична респираторна белодробна болест
VCV - Волумен контролирана механичка вентилација
PCV - Притисок контролирана механичка вентилација
CSA- Површина на попречен пресек
BMI – Индекс на телесна маса
УЗ - Ултразвук
MV - Механичка вентилација
FRC- функционален резидуален капацитет
INR- интернационален нормализиран сооднос
КТ-компјутеризирана томографија
ALI-acute lung injury

ИЗВАДОК

Вовед: Аксиларната вена е сигурна алтернатива за пристап до централната венска циркулација. Комбинираната примена на Тренделенбург положба и позитивен енд експираторен притисок го зголемува попречниот пресек на аксиларната вена. Целта на оваа студија беше да се следи и анализира влијанието на тренделенбург положбата и позитивниот енд експираторен притисок врз успешноста и појавата на компликации при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена.

Материјал и методи: Ова е проспективна студија која беше спроведена во период од шест месеци во Единицата за интензивно лекување во Клиничката болница „Аџибадем Систина“. Беа вклучени 200 пациенти на механичка вентилација во Единицата за интензивно лекување со потреба од централен венски катетер со согласност за учество во студијата. Пациентите беа поделени во две групи. Во контролната група пациентите беа поставени во Тренделенбург положба од 15 степени без примена на ПЕЕП, додека, пак, во испитуваната група пациентите беа поставени во положба на Тренделенбург од 15 степени со ПЕЕП од 15 см воден столб. Централна венска катетеризација на аксиларната вена беше водена со ултразвук и се изведуваше подеднакво во двете групи. Карактеристиките на пациентите како возраст, пол, телесна тежина, телесна висина, како и време до добивање крв, број на обиди и присутни компликации беа забележувани и следени.

Резултати: Двете групи пациенти беа хомогени во однос на застапеноста, возраста, полот, тежината и висината. Во испитуваната група се постигна вкупна успешност од 100%. Во контролната група имаше три артериски пункции. И во двете групи пациенти не се забележа пневмоторакс, ниту хемоторакс. Времето потребно за катетеризација и бројот на обиди беа сигнификантно пониски во испитуваната група. Комбинираната примена на Тренделенбург позиција и ПЕЕП не доведе до статистички сигнификантна промена во МАП и срцевата фреквенција, додека кислородната сатурација се зголеми по нивна примена и во двете групи пациенти.

Заклучок: Комбинираната примена на Тренделенбург положба и позитивен енд експираторен притисок при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена кај пациенти на механичка вентилација ја зголемува успешноста, го намалува потребниот број на обиди и компликациите поврзани со оваа постапка.

Клучни зборови: Тренделенбург положба, позитивен енд експираторен притисок, аксиларна вена, ултразвучно водена

ABSTRACT

Introduction: Axillary approach to the central circulation is often used as an alternative to jugular and subclavian central venous catheterization when ultrasound is used. The use of ultrasound does not exclude occurrence of complications and does not guarantee 100% of success. The simultaneous use of Trendelenburg position and positive end-expiratory pressure increases the size of central veins. This study was conducted to evaluate and analyze the effect of simultaneous use of Trendelenburg position and positive end-expiratory pressure on the occurrence of mechanical complications and the success rate during ultrasound-guided axillary vein catheterization.

Material and methods: This was a prospective randomized interventional study. We investigated 200 patients on mechanical ventilation admitted to our Intensive care unit. Patients were divided in two groups. Patients in the examined group (T+Peep 15 cm H₂O) were placed in Trendelenburg position and peep of 15 cm H₂O was applied. In the control group (T+zeep) patients were placed in Trendelenburg position and peep was not applied. In both groups axillary vein was catheterized with the use of direct ultrasound guidance. Patients' characteristics age, gender, height, weight, vein size and depth, arteriovenous overlap, time needed, number of attempts, complications and success rate were recorded and followed.

Results: Patients in both groups were homogenous regarding sex and age. In the examined group the success rate was 100% compared to the control group where the success rate was 95%. Arterial puncture occurred in 3 patients of the control group. Pneumothorax and hemothorax did not occur in both groups of patients. Time to cannulation and number of attempts were lower in the examined group of patients. The simultaneous use of Trendelenburg position and peep did not make statistically significant changes in MAP, and pulse rate, but resulted in better oxygen saturation in both groups of patients.

Conclusion: The simultaneous application of Trendelenburg position and peep did not increase the risk of pneumothorax and hemothorax and at the same time resulted in increase of axillary vein size which can facilitate axillary vein catheterization and reduce complications.

Key words: Trendelenburg position, positive end-expiratory pressure, axillary vein, ultrasound guidance

1. ВОВЕД

Централната венска катетеризација е најчеста процедура која се спроведува кај пациентите во единиците за интензивно лекување. Во Соединетите Американски Држави над 75% од пациентите во единиците за интензивно лекување во еден период од нивното лекување имаат централен венски катетер (1-4). Во Единицата за интензивно лекување при Клиничката болница „Ацибадем Систина“ во Скопје централната венска катетеризација исто така се применува рутински, кај 400 до 600 пациенти на годишно ниво.

Катетеризацијата на централните вени е поврзана со неуспешна катетеризација и можни компликации, кои го зголемуваат морбидитетот и морталитетот кај пациентите во единиците за интензивно лекување. За зголемување на успехот и намалување на компликациите поврзани со оваа постапка се користат различни маневри за зголемување на таргетираниот крвен сад, како што се Тренделенбург положба и позитивен енд експираторен притисок.

Со воведување на ултразвукот се олесни лоцирањето на венски сад и се овозможи проценка на длабочината на вената, нејзиниот дијаметар и неговите варијации. Благодарение на примената на ултразвук се зголеми успешноста на катетеризацијата и значително се намалија можните компликации (5). Од друга страна, пак, механичката вентилација и примената на висок позитивен енд експираторен притисок го зголемуваат ризикот од појава на пневмоторакс. Под влијание на позитивен енд експираторен притисок кај пациенти на механичка вентилација настанува зголемување на дијаметарот на аксиларната вена како и на внатрешната југуларна вена.

Примената на ултразвукот го зголеми интересот на докторите за катетеризација на аксиларната вена.

Во оваа студија го испитувавме влијанието на комбинираната примена на Тренделенбург положбата и позитивниот енд експираторен притисок врз успехот и појавата на компликации при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена.

1.1 Централни вени и нивна катетеризација

Централни вени се вените кои се наоѓаат блиску до срцето. Тие имаат поголем дијаметар и проток на крв и со тоа најнизок ризик за оштетување од висококонцентрирани и склерозантни раствори и лекови. Ова особено важи за горната и долната шуплива вена кои практично го транспортираат целиот минутен срцев волумен назад во срцето. Меѓутоа, горната и долната шуплива вена се наоѓаат длабоко во торакалната, односно абдоминалната празнина и се достапни за директна катетеризација во секојдневната пракса. Затоа пристап до нив се обезбедува преку вените кои се наоѓаат попериферно со помош на жица-водич преку која се нанижува катетер со различна должина. Практично секој венски крвен сад конечно води назад кон срцето и со помош на соодветна опрема, вештина и искуство на докторот може да се искористи за поставување катетер до централната циркулација. Сепак, за перкутан пристап до централната циркулација најчесто се користат неколку крвни садови. Почесто користени се *vena jugularis interna* (ВЈВ), *vena subclavia* (ПВ), *vena femoralis* (ФВ), *vena axilaris* (АВ).

1.1.1 Анатомија на аксиларната вена

Аксиларната вена е продолжение на базилична вена и се протега од надворешниот раб на *m. teres major* до надворешниот раб на првото ребро. На својот пат од латерално кон медијално, од постериорно кон антериорно, и од инфериорно кон супериорно, над неа минува *m. pectoralis major*. Во неа се влеваат шест венски крвни садови. Најзначајна од нив е *v. cefalica*, а потоа следуваат *v. toracoacromialis*, *v. toracis lateralis*, *v. subscapularis*, *v. circumflexa humeri anterior et posterior*.

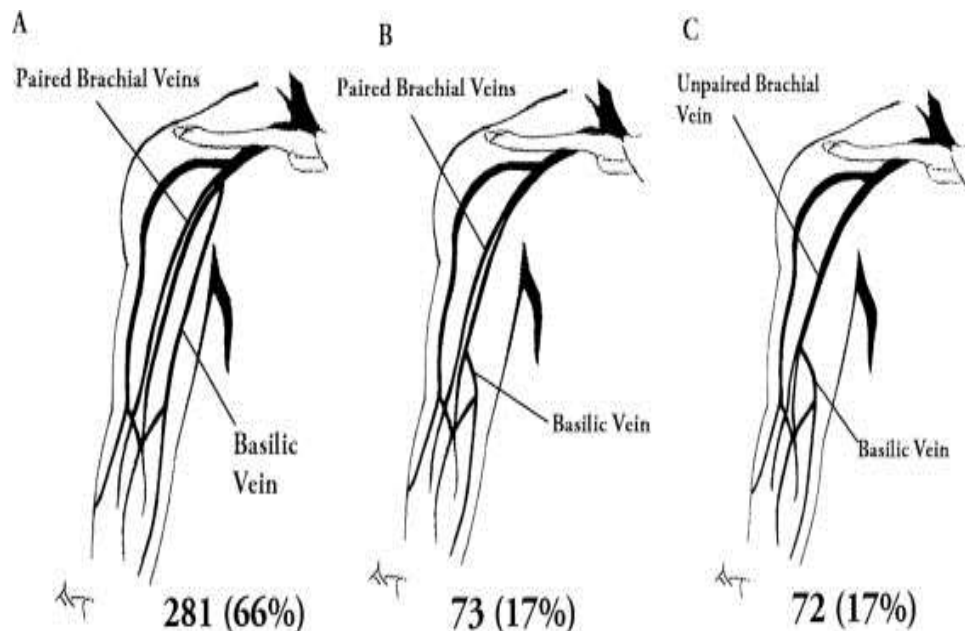
Во медијалните делови зад неа се наоѓа градниот кош, додека во полатералните делови зад АВ се наоѓа само масното ткиво што е од значење заради можните компликации при катетеризација. Во овој полатерален дел аксиларната артерија и вена се подалеку една од друга и има помал процент на преклопување. Тие со брахијалниот плексус патуваат заедно во невровакуларната обвивка, меѓутоа најчесто брахијалниот плексус е поставен зад АВ, што претставува сооднос сличен како оној со потклучната вена (6).

1.1.2 Варијации и аномалии

Во литературата се опишани варијации во формирањето на аксиларната вена, нејзиниот тек и гранките кои се влеваат во неа. Овие варијации се среќаваат и кај 18% (7), односно 14% (6) од пациентите. Варијациите и аномалиите се опишани во радиолошки испитувања, при хируршки интервенции, како и во кадаверични студии.

Јанг и сор. во својот труд од 2012 година опишале два типа на формирање на АВ. Кај првиот тип двете брахијални вени одвоено се влеваат или во базилична вена или во аксиларната вена. Кај вториот тип брахијалните вени се спојуваат во заедничка брахијална вена пред таа да се влее во вена базилика или во аксиларната вена (8). Опишан е и трет тип на формирање на аксиларната вена од само една брахијална вена која се спојува со вена базилика високо во аксилата. Ваквата варијација резултира со многу кратка аксиларна вена од само 3 см (9).

Опишани се и варијации во спојот на брахијалните вени и базилична вена. Кај варијацијата тип 1, базилична вена се спојува со брахијалната вена блиску до аксилата и ја формираат аксиларната вена (66%). Кај тип 2, вена базилика се спојува во една од брахијалните вени кои во пар продолжуваат до аксилата. Кај тип 3, слично како и кај тип 2, вена базилика се влева во брахијалната вена која продолжува самостојно кон аксилата (10).



Слика 1. Варијации во формирањето на аксиларната вена

Меѓу аномалиите на аксиларната вена во литературата се среќаваат случаи на нејзина перфорација од гранка на брахијалниот плексус (11), гранка на аксиларната артерија (12), акцесорна аксиларна вена, двојна аксиларна вена (13,14) како и комплетно отсуство на аксиларно-потклучната вена, и цефалична вена која продолжува и се влева во југуларната вена (15). Васкуларните варијации и аномалии значително придонесуваат за неуспешноста и појавата на компликации при централна венска катетеризација особена со примена на слепата, односно анатомски метод.

1.1.3 Избор на венски крвен сад за катетеризација

Изборот на крвен сад за централна венска катетеризација зависи како од карактеристиките на пациентот, така и од средината во која се поставува, степенот на итност и од искуството и вештината на докторот. Најзначајни фактори кои треба да се имаат предвид при избор на централна вена за катетеризација се: ризикот од инфекција, ризикот од крвање, стеноза, тромбоза, пневмоторакс, тежината на катетеризацијата, клиничкото сценарио, искуството и вештината на докторот, како и од достапноста на техники за визуелизација како што се ултразвук и рендген. Секоја од вените кои се користат за пристап до централната циркулација има свои предности и недостатоци, кои се наведени во табела 1.

Табела 1. Предности и недостатоци на вообичаено користените вени за централна венска катетеризација

Крвен сад	Предности	Недостатоци
Внатрешна југуларна вена	Лесен пристап; достапна за визуелизација со ултразвук; десната ВЈВ има највисок процент на правилна позиција на врвот на катетерот	Умерен ризик од крвање и инфекција; потешка за одржување и понепријатна за пациенти; потешка за тунелизација
Потклучна вена	Низок ризик од инфекција; достапна за тунелизирање и поставување порт	Повисок ризик од пневмоторакс и крвање; обично недостапна-потешка за ултразвучна визуелизација

Феморална вена	Пациентот може да остане во седечка положба	Повисок ризик од инфекција и тромбоза; послаб проток кога пациентот е во седечка положба
Вена базилика	Понизок ризик од крвање; понизок ризик од инфекција, достапна и во седечка положба, лесен пристап за порт	Умерен ризик од тромбоза и стеноза; потребен е долг катетер; понекогаш потежок премин во потклучната вена
Надворешна југуларна вена	Лесна за канулација, како и за ВЈВ	Потешкотија при минување низ потклучната и брахиоцефаличната вена
Аксиларна вена (преден пристап)	Понизок ризик од инфекција, тробоза и пневмоторакс, и крвање; достапна за тунелизација и пристап до порт; ултразвучна визуелизација	Помал лумен од потклучната вена
Брахијална вена	Како и за вена базилика	Како за вена базилика
Цефалична вена	Како и за вена базилика	Како за вена базилика
Брахиоцефалична вена	Лесен пристап и во итни ситуации; голем крвен сад	Супраклавикуларен пристап

Аксиларната вена претставува одлична алтернатива за пристап до централната венска циркулација, а според некои автори и прв избор за поставување на централен венски катетер (16,17). Таа е лесно достапна за ултразвучна визуелизација; има висок процент на успешност со низок процент на периперативни компликации; лесна е за одржување; има понизок ризик од инфекции; има добар козметски ефект; нема опасност од “pinch-off syndrome”.

1.1.4 Индикации и контраиндикации

Индикации

Централен венски катетер се поставува во случаи: кога не може да се пласира

периферна венска линија, при потреба од терапија со каустични висококонцентрирани лекови, хемотерапија, инотропни и вазоактивни лекови, за парентерална исхрана, за хемодинамски инвазивен мониторинг, ренална заместителна терапија (18), како и при потреба од поставување на привремен пејсмејкер (19,20).

Контраиндикации

Контраиндикациите за централна венска катетеризација зависат од карактеристиките на пациентот, индикацијата за поставување централен венски катетер и изборот на крвен сад за катетеризација. Најголемиот број од контраиндикациите се релативни. Потенцијални контраиндикации при пласирање централен венски катетер се: коагулопатија и тромбоцитопенија (21), инфекција над местото за катетеризација, нарушена анатомија, непристапно место за адекватна манипулација, пациент којшто не соработува, неможност на пациентот да толерира положба на супинација, тромбоза или стеноза на крвниот сад, контралатерален пневмоторакс или хемоторакс.

Специфични контраинидкации при катетеризација на аксиларната вена се: ипсилатерално радикално отстранети лимфни јазли, ипсилатерален лимфедем, целулит, или оклузија на венскиот систем на истата страна, како и присуство на истострана артериовенска фистула и мастектомија.

1.1.5 Типови на централни венски катетери

Постојат четири типа на централни венски катетери: нетунелизирани, периферно поставени централни венски катетери, тунелизирани и целосно вградени. Типот на катетер кој се поставува зависи од индикацијата за која се користи и времетраењето на употреба.

Табела 2. Типови на централни венски катетери

Тип	Крвен сад	Времетраење	Објаснување	Пример за употреба
Нетунелизирани	Внатрешна југуларна вена, потклучна вена,	Кратко (неколку дена до 3 недели)	Линиите и портовите излегуваат директно од местото на поставување	Отежнат венски пристап; инфузија на иритантни лекови инотропи вазопресори;

	феморална вена, аксиларна вена		на кожата; повеќелуменски	краткотрајна парентерална нутриција
Периферно поставени	Базилична вена, брахијална вена, цефалична вена	Средно (недели до месеци)	Линиите и портовите излегуваат директно од местото на поставување на кожата; без “cuff”; со еден, два или три лумена; неопходна е адекватна периферна венска линија	Отежнат венски пристап; често земање крв; потреба од давање лекови како антибиотици, хемотерапија ии парентерална нутриција
Тунелизирани (Hickmann, Groshong)	Внатрешна југуларна вена, потклучна вена	Долго (месеци до години)	Поткожен тунел до местото на влез во крвниот сад; линиите за пристап се надвор од кожата; постои “cuff” кој ја редуцира колонијацијата; присутна е валвула која спречува враќање крв и воздушна емболија	Долготрајно администрирање на иритантни лекови како хемотерапија
Тотално имплантирани (портови)	Внатрешна југуларна вена, потклучна вена	Долго (месеци до години)	И линиите и портот се поткожно; пристап со посебна игла; понизок ризик од инфекција	Потреба од долготраен интермитентен венски пристап заради чести хоспитализации

1.2 Методи за централна венска катетеризација

Во единиците за интензивно лекување (ЕИЛ) се користат два метода за пристап до централната венска циркулација. Едниот е со помош на видливи и/или палпабилни обележја на кожата, таканаречен „слеп”, односно анатомски метод, а другиот е со употреба на ултразвук.

Аксиларната вена може да се катетеризира преку аксилата и преку предната страна на градниот кош под клавикулата, односно инфраклавикуларно. Инфраклавикуларниот пристап до аксиларната вена и анатомските обележја кои се користат при тоа ги опишал Nickalls во 1987 година. Тој го применил анатомскиот метод за катетеризација на аксиларната вена кај 14 пациенти. Притоа, постапката била успешна кај 13 од 14 пациенти без да дојде до артериска пункција или други компликации (22). Анатомскиот метод за катетеризација на аксиларната вена не добил популарност заради потешката

идентификација на надворешните обележја и високиот процент на компликации, пред сè артериска пункција (23,24).

1.2.1 Метод со примена на ултразвук

Примената на ултразвук овозможува прикажување на венскиот крвен сад, неговата големина, колапсбилност, протегање, сооднос со соседните структури, но и прикажување на постоењето на васкуларни аномалии, па дури и отсуство на крвниот сад од интерес. Значителен процент од пациентите имаат отстапување од нормалната венска анатомија, кои не можат да се предвидат при употреба на анатомскиот метод (4,6,25-32). Дополнително, покрај анатомските варијации, кај онколошките и пациентите во единиците за интензивно лекување почесто се среќаваат тромбозирани венски крвни садови кои придонесуваат за намалување на успешноста и појавата на компликации при централна венска катетеризација.



Слика 2. Линеарна сонда



Слика 3. Портатилен апарат за ултразвук

Ултразвук при централна венска катетеризација може да се примени како

- статична и
- динамична техника.

При статичен ултразвук, таканаречена скрининг или ултразвучно-помогната техника се лоцира крвниот сад од интерес; со лесни придвижувања на ултразвучната сонда се поставува во центарот на мониторот и се обележува местото на кожата над таргетираниот крвен сад каде треба да се направи пункција. Самата катетеризација се одвива слепо. На тој начин се надополнува анатомскиот метод со уште едно надворешно обележје при катетеризацијата.

За мапирање на венските и артериските садови може да се искористи и доплер. Оваа техника е прв пат опишана за обезбедување пристап за изведување ангиографија преку феморалната артерија во 1973 година (32). Во трудовите и извештаите од англиското јазично подрачје за ултразвук и централна венска катетеризација, Ullman и Stoeltig се првите кои во 1978 година искористиле ултразвучен доплер за да ја обележат кожата над внатрешната југуларна вена при поставување централен венски катетер (33). Катетеризација на аксиларната вена со помош на статичен ултразвук за прв пат е опишана во 1994 година од Schregel (34). Во оваа студија ултразвукот бил употребен само за локализација и обележување на позицијата на вената, додека канулацијата се одвивала слепо. Пријавениот процент на неуспешни обиди од 14% и бројот на артериски пункции бил висок како и при слепиот метод. Слични резултати добил и Uhlencot (35).

При динамичната техника или ултразвучно водена катетеризација, иглата се визуелизира постојано на нејзиниот пат до таргетираниот крвен сад во тек на целата постапка сè до добивање крв од посакуваниот крвен сад. И двете техники се супериорни во однос на слепиот метод. Динамичната техника е значително подобра во споредба со статичната (36). Првата ултразвучно водена катетеризација на централна вена е опишана од Yonei во 1986 година (37). Ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена за прв пат е опишана од Sandhu на серија од пет пациенти (38).

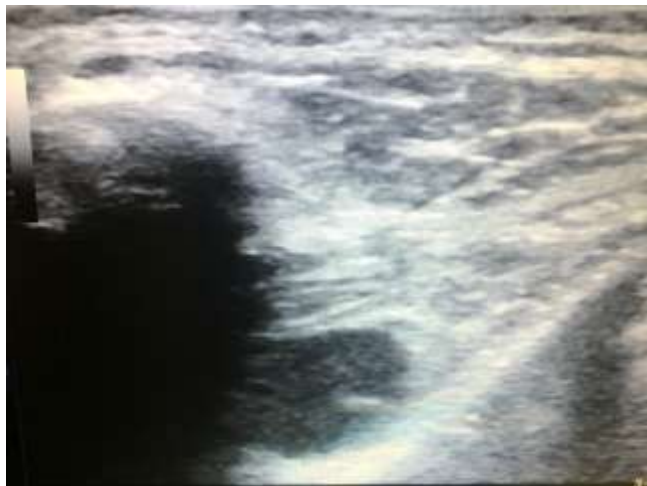
Постојат неколку мета-анализи и мноштво рандомизирани проспективни трудови кои ја покажуваат супериорноста на ултразвучно водената централна венска катетеризација наспроти анатомскиот метод како во однос на успешноста, времето потребно за катетеризација, вкупните и специфичните компликации, така и на трошоците (39) поврзани со постапката и тоа во различни услови и за различни крвни садови одбрани за катетеризација (5,30,42-51). Дополнително студиите покажуваат дека при симулација методот со ултразвук за катетеризација на потклучната-аксиларната вена се совладува побрзо од анатомскиот метод (52,53). Проценките за економските ефекти од примената на УЗ покажуваат дека неговата примена при централна венска катетеризација (ЦВК-изација) води до заштеда на 2000 фунти на секои 1000 процедури. Проценката ги вклучува и трошоците за набавка на УЗ апарат и едукација (39).

Врз основа на овие мета-анализи и рандомизирани трудови, повеќе здруженија на доктори од различни специјалности издаваат препораки за централна венска катетеризација (29,43,48,54-56). Но, и други професионални здруженија ја препорачуваат употребата на ултразвук при централна венска катетеризација (48,54,57-63). Доказите за супериорноста на методот со примена на ултразвук се најмногубројни за катетеризација на внатрешната југуларна вена, а помалку за останатите пристапи. Иако ултразвучно водената катетеризација на аксиларната вена е документирана во литературата, многу доктори не се запознаени со постоењето на овој пристап. Ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена е спроведена кај пациенти на сопствено дишење (64), пациенти на механичка вентилација во единица за интензивно лекување (38,65), за поставување пејсинг и дефибрилатори (66), за пристап за ренална заместителна терапија (65), и кај тунелизирани катетери (67).

Студиите покажуваат низок процент на компликации и висок процент на успешност (16,68,69). Потребни се дополнителни големи студии за да се утврдат сите аспекти и потенцијалните придобивки од примената на оваа техника.

1.2.2. Попречен (SAX) наспроти надолжен пресек (LAX) “in plane” наспроти “out of plane” техника

Крвните садови може да се визуелизираат со ултразвук во попречен, надолжен и кос пресек. Во попречен пресек ултразвучниот бран е поставен под прав агол со надолжната оска на крвниот сад. На тој начин бараниот крвен сад е прикажан во попречен пресек како анехогена кружна, односно овална структура. Во надолжен пресек надолжната оска на крвниот сад и ултразвучниот бран се поставени паралелно еден на друг. При овој пресек крвниот сад во вид на анехогена лента се протега по екранот на УЗ апарат.



Слика 4. Попречен пресек на аксиларна вена



Слика 5. Попречен пресек на аксиларна вена и артерија

Во зависност, пак, од соодносот на главната оска на иглата со главната оска на ултразвучната сонда постојат техники “out of plane” и “in plane”. При техниката “out of plane” главната оска на УЗ сонда и иглата се поставени под прав агол и во тој случај иглата се визуелизира како хиперехогена точка на екранот, додека, пак, при техниката “in plane” се визуелизира целата должина на иглата со нејзиниот врв. Најчесто техниката “out of plane” се користи со попречен пресек, додека техниката “in plane” се користи со надолжен пресек, меѓутоа можни се и нивни комбинации (43). Практично станува збор за кос пресек кога рамнината на ултразвучниот бран и таргеттрираниот крвен сад се поставени под кос агол. На тој начин се добива поголема мета за кететеризација и истовремено се гледаат сите

релевантни структури како при попречниот пресек истовремено и целата должина на иглата и нејзиниот врв (70,71.). Сите овие техники имаат свои предности и недостатоци и во зависност од нив имаат и соодветна примена.

Ултразвучна катетеризација на потклучната и аксиларната вена може да се изведе во попречен пресек со техниката “out of plane” и во надолжен пресек со техниката “in plane”. Со поставување на линеарната сонда од ултразвучниот апарат во инфраклавикуларната регија, непосредно под клавикулата, перпендикуларно на патот на аксиларната-потклучната вена, се добива попречен пресек на овој крвен сад, но и на придружната артерија и брахијалниот плексус. Во одредени случаи може да се добие и пресек на плеврата. Со оваа техника иглата се прикажува како хиперехогена точка, но тоа може да биде нејзиниот врв или кој било друг дел од телото на иглата. Овој пресек обезбедува добра визуелизација на соседните структури, но не и добра претстава за длабочината на поставеноста на иглата, а со тоа и зголемен ризик за повреда на структурите кои лежат под венскиот крвен сад (плеврата или аксиларната, односно потклучната артерија или брахијалниот плексус) (6,72).

При употреба на надолжен пресек во “in plane” техника крвниот сад се прикажува по целата должина на екранот и се визуелизира целата должина на иглата сè до врвот како напредува кон целта. Оваа техника обезбедува подобра проценка на длабочината и на тој начин се избегнува подлабоко пласирање на врвот на иглата и повреда на структури кои лежат под крвниот сад. Практично се проследува минувањето на иглата со нејзиниот врв сè до предниот сид на аксиларната вена, пробивањето на сидот со отсечно движење и поставувањето на жицата-водич. На тој начин се намалува можноста за повреда на задниот сид на аксиларната вена и потенцијално плеврата, а во некои случаи и аксиларната артерија или брахијалниот плексус (73). Недостаток на надолжниот пресек е тоа што не се прикажуваат истовремено на истиот пресек структурите кои лежат медијално и латерално од крвниот сад. Имајќи предвид дека венските садови се придружени од артериски крвен сад со кој во одредени случаи се преклопуваат, мали отстапувања во техниката на прикажување на крвниот сад, односно иглата можат да резултираат со компликација, односно артериска пункција или повреда на делови од брахијалниот плексус. Надолжниот пресек се употребува и при централна венска катетеризација на аксиларната вена (38,74,75).

Вообичаено попречниот пресек се смета за техника која полесно се совладува. Повеќето доктори започнуваат со попречниот пристап, а со стекнувањето на искуство и вештина се приклонуваат кон надолжниот пристап поради чувството на поголема сигурност и безбедност кога се има целата игла во видното поле. Ултразвучното водење на иглата бара координација помеѓу окото и раката. Попречниот пресек нуди подобра претстава за околните анатомски структури во сооднос со централната вена, но траекторијата на иглата и нејзината длабочина тешко се визуелизираат. Се претпочита надолжниот пресек затоа што се гледа целата должина на иглата, се гледа пенетрацијата на крвниот сад и влегувањето на жицата-водич во „живо“.

Во мета-анализата на Gao и сор. направен е обид да се соберат и анализираат досегашните податоци и да се добие одговор на прашањето за тоа која техника е подобра при ултразвучно водена централна венска катетеризација. Сепак, тие не успеваат да добијат доволно докази за супериорноста на која било од двете техники при ултразвучно водена централна венска катетеризација (76).

1.3 Успешност на централна венска катетеризација и механички компликации

Успешноста при централна венска катетеризација се движи во широк распон од 60% до 100%. Со секој неуспешен обид за поставување на централниот венски катетер се зголемува и можноста за појавување на сериозни компликации кои резултираат со зголемен морбидитет, должина на престој во болниците, зголемени трошоци, и морталитет. Честотата на компликациите се движи помеѓу 5% и 19% (4). Во зависност од времето на настанување, поделени се на оние кои се јавуваат во тек на самата катетеризација и компликации кои се јавуваат за време на употребата на катетерот. Според етиологијата, пак, можат да бидат механички, тромботични и инфективни. Факторите кои влијаат врз појавата на компликации се поделени на фактори кои го вклучуваат искуството на докторот и техниката којашто ја користи, средината и околностите во кои се изведува постапката и карактеристиките на пациентот.

Неуспешна катетеризација на централна вена и појава на механички компликации се јавуваат почесто кај: доктори со помало искуство, морбидно обезни пациенти, кахектични пациенти, извртени, мали или тромбозирани крвни садови, присутни васкуларни аномалии, присутни коморбидитети, пациенти со респираторен дистрес, механичка вентилација,

емфизем, итни ситуации (4). Бројот на неуспешни обиди е значаен фактор за појава на компликации (77). Најчести механички компликации кои се јавуваат за време на катетеризацијата се: васкуларни повреди, пневмоторакс, хематоторакс, малпозиција на катетерот, аритмија, повреда на нервни структури.

1.3.1 Васкуларна повреда

Васкуларните повреди се најчестите механички компликации кои се јавуваат при поставување централен венски катетер за кои осигурителните компании исплатиле отштета (78). Васкуларни повреди кои се случуваат при централна венска катетеризација се: артериска повреда, венска повреда, срцева тампонада, хематом и крвање.

1.3.1.1 Артериска пункција и катетеризација

Несаканата артериска пункција и катетеризација при поставување ЦВК во САД претставува национален индикатор за квалитет и сигурност (79). Артериска пункција при централна венска катетеризација се среќава во просек кај 5% од случаите (0% до 11%) (80). Најчесто пункцијата на артерискиот крвен сад се препознава навремено и тогаш последиците од неа се минимални. Меѓутоа, непрепознаената артериска пункција води до поставување на дилататор, а потоа и катетер во артерискиот крвен сад. Инциденцијата на несакана артериска катетеризација, пак, се јавува многу поретко, кај 0,1 до 0,8% од случаите (81). Триесет проценти од овие пациенти развиваат одредена симптоматологија со смртност помеѓу 20 и 40% (82). Симптомите опишани во литературата се различни. Забележана е појава на хематом којшто врши притисок и го загрозува дишниот пат (83), крвање и појава на хемоторакс (84), формирање на псевдоаневризма (85), мозочен удар (86-88), па дури и смрт (89,90).

Употребата на ултразвук за време на централна венска катетеризација води до редукција на појавата на механички компликации вклучително и васкуларни компликации (91,92). Во студиите со ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена прикажаната артериска пункција се движи од 0,4% до 6,5% (16,72,74,75,93,94).

Меѓутоа, артериска пункција и катетеризација се случува, и покрај употребата на динамичен ултразвук (95-100).

1.3.1.2 Венска повреда

Покрај пункција и катетеризација на артериските крвни садови при централна венска катетеризација, можна е и повреда на венските крвни садови во градниот кош како горната шуплива вена, медијастиналните крвни садови, како и десната преткомора при што може да дојде до срцева тампонада (досега се прикажани нешто повеќе од 100 случаи), што претставува потенцијално животозагрозувачка компликација. Најчесто повредата не е последица од пробивање на сидот на крвниот сад со жицата-водич, туку нејзино заглавување по навлекување на дилататорот или катетерот низ неа. Притоа настанува нејзина перфорација или раскинување што може да резултира со катастрофално крвање, особено доколку повредата на вената е проследена и со повреда на плевралниот простор. Потешкотиите при поставувањето на жицата-водич се знак за неправилна позиција и за ризик за посериозна повреда (101).

1.3.2 Хематом и крвање од местото на пункција

Појавата на хематом и крвање на кожата од местото на поставување на катетерот се среќава и до 4,7% од катетеризациите. Најчесто крваењето престанува по мануелна компресија од неколку минути. Почесто се среќава кај пациенти со коагулопатија. Кај овие пациенти подобро е да се избере место за поставување на катетерот кое е достапно за компресија како југуларна, феморална или аксиларна вена (82,102,103).

1.3.3 Пневмоторакс, хемоторакс и хемомедијастинум

Вкупната инциденција на животозагрозувачки компликации при централна венска катетеризација се проценува на 0,02-1,5%. Во овие компликации спаѓаат, покрај пневмоторакс, хемоторакс и хемомедијастинум, и пневмоторакс, срцева тампонада, вентрикуларни аритмии и фибрилација, воздушна емболија (104).

Пневмоторакс означува присуство на воздух во плевралниот простор. Може да биде примарен, секундарен, јатроген или трауматски во зависност од етиологијата. Кај постоперативните пациенти тој се среќава во 0,5%, додека кај пациентите со ARDS и во 87% од случаите (105). Инциденцијата на баротраума кај пациенти на механичка

вентилација е од 4% до 15%. Примената на протективни протоколи на механичка вентилација доведе до значително намалување на појавата на баротраума (106). Пневмоторакс ретко се среќава кај пациенти на механичка вентилација со нормални бели дробови. Најголем дел од пациентите имаат претходно некое белодробно заболување, како што се: опструктивна белодробна болест, пневмонија, ARDS. Тој претставува независен предиктор за смртност која се движи од 46% до 77% (107).

Пневмоторакс е една од најчестите механички компликации поврзани со централна венска катетеризација. Се среќава од 1% до 6,6% од случаите. Почесто се среќава при катетеризација на потклучната вена (108). При катетеризација на аксиларната вена пневмоторакс се среќава поретко. Највисок објавен процент од 3,3% од обидите за катетеризација е прикажан во студијата на Buzançais во зависност од избраниот пристап (93). Употребата на динамичен ултразвук значително ја намалува појавата на механички компликации вклучително и на пневмоторакс (5,43). Употребата механичка вентилација со висок ПЕЕП може да го зголеми ризикот за повреда на плевралната обвивка при катетеризација на југуларната и потклучната вена (109,110). Во студијата на Parienti и сор. за време на катетеризација на потклучната вена кај пациенти на механичка вентилација бил исклучуван позитивниот енд експираторен притисок како превентивна мерка за намалување на ризикот од појава на пневмоторакс (111). Дополнителни фактори кои го зголемуваат ризикот од појава на механички компликации и пневмоторакс се: степенот на итност, искуството на докторот, големината на катетерот, ВМИ, и бројот на обиди (4,82,112-115).

За детекција на пневмоторакс може да се искористат различни радиодијагностички техники. Потребно е поголема количина воздух за да може да се детектира при рендгенграфија на белите дробови. За разлика од тоа, со ултрасонографија може да се детектираат и минимални количества воздух. Мета-анализата на Ding покажува дека УЗ има поголема сензитивност и слична специфичност како антеропостериорната слика на белите дробови во дијагнозата на пневмоторакс, но точноста зависи од вештината на докторот (116). КТ на бели дробови е референтен метод, но вклучува транспорт на критично болен пациент и е значително поскап. Сензитивноста на УЗ се движи и до 100% и специфичност од 90 до 95% доколку се направи внимателен детален преглед (117-119).

Повредата на артериските и венските крвни садови во градниот кош може да резултира со појава на хемоторакс или хемомедијастинум доколку постои комуникација со плевралниот простор, односно медијастинумот. Плевралниот простор има огромен волумен (3 литри) имајќи предвид дека белиот дроб е целосно компресибилен. Крвавењето во плевралниот простор се зголемува по вадењето на катетерот бидејќи тој со своите димензии ја исполнува перфорацијата. Од таа причина катетерите со неправилна позиција не се отстрануваат на слепо, пред да се направаат иследувања за да се одреди точниот пат и позиција на катетерот и да се направи план за превенција и третман на евентуално искрвавување кое може да се јави по отстранување на катетерот. Ризикот од појава на хемоторакс по централна венска катетеризација е особено висок кога по поставувањето на катетерот не може да се аспирира крв од еден од неговите влезови (120,121).

1.3.4 Малпозиција на централниот венски катетер

Поставување на врвот на централниот венски катетер во крвен сад различен од горната шуплива вена е означено како малпозиција. Во литературата се среќава кај 6,7% од случаите. Неправилната положба на врвот на катетерот може да доведе до сериозни компликации како заглавување, ерозија и перфорација на крвниот сад, локална тромбоза и малфункција на катетерот, како и директна интракранијална инфузија на лековите. Причината за малпозицијата е мултифакторска. Фактори кои придонесуваат за појава на малпозиција се: ориентација на отворот на иглата за катетеризација, крупни обезни пациенти, позиција на раката на страната на пункција, положба на главата и големина на југуларната вена, васкуларни аномалии и варијации итн. Оттука ја следевме појавата на малпозиција на врвот на катетерот очекувајќи можно влијание на промената на интраторакалниот притисок и големината на југуларната вена врз појавата на оваа компликација.

1.4 Влијание на Тренделенбург и ПЕЕП

Предмет на испитување на повеќе студии биле влијанието на Тренделенбург положбата, пасивно подигнување на нозете и/или позитивен енд експираторен притисок, Валсалва, хепатална компресија и други маневри врз големината на централните вени. .

Најчесто била испитувана внатрешната југуларна вена. Студиите покажале позитивен ефект на овие маневри врз големината на попречниот пресек на внатрешната југуларна вена и потклучната вена. Влијанието на овие маневри врз аксилараната вена не било предмет на испитување до сега.

1.4.1 Тренделенбург положба

Тренделенбург положбата е именувана според германскиот доктор Фриедрих Тренделенбург (1844-1924). Класичната техника вклучува поставување на главата под ниво на срцето и подигнување на нозете за агол од 15 до 30 степени. Модификацијата вклучува само подигнување на нозете за 45 до 60 степени. Тој ја употребувал положбата со цел да обезбеди подобра експозиција на абдоминалните и органите во малата карлица при хируршките интервенции (122,123). За време на Првата светска војна американскиот физиолог Walter Cannon ја популаризирал оваа техника. Нејзината примена продолжила да се шири и таа сè уште се применува кај пациенти со симптоматска хипотензија иако самиот Cannon по речиси десет години го сменил мислењето за бенефитот од оваа техника (124).

Тренделенбург положбата денес се применува при поставување на централен венски катетер, при некои облици на спинална анестезија и за проценка на одговорот на зголемен внес на течности (54,125-127).

1.4.1.1 Системски ефекти од употребата на Тренделенбург положба

Хемодинамски ефекти

Идејата зад примена на Тренделенбург положбата е во создавање на хидростатски гравитациски градиент кој треба да го зголеми венскиот повраток кон срцето. Тоа од своја страна преку Франк Серлинговиот механизам ќе го зголеми кардијалниот аутпут и перфузијата на органите како техника за подобрување на венскиот повраток, зголемување на кардијалниот аутпут и органската перфузија.

Тренделенбург положбата може да има и негативни хемодинамски и респираторни последици особено кај: пациенти кои се хипотензивни, пациенти со отежната механичка вентилација, пациенти со коронарна артериска болест, неврохируршки болни со покачен

интракранијален притисок и зголемен интраокуларен притисок, како и пациенти со исхемија на долните екстремитети (128,129).

Респираторни ефекти

Примената на Тренделенбург положба од различен степен доведува до повлекување на абдоминалните органи кон торакалната празнина, што, пак, доведува до пад на FRC и можен пад на кислородната сатурација, иако различни студии покажуваат различни ефекти (130-133).

Табела 3. Предоминантни ефекти на Тренделенбург положба

Варијабла	Предоминантен ефект
Интраторакален волумен	зголемен
ЦВП	зголемен
Кардијален аутпут	Зголемен во просек 11%, од 3 до 25% транзиторен ефект
Крвен притисок, систолен или среден артериски	Без промена или зголемен
Системски васкуларен отпор	Зголемен или без промена
Кислородна сатурација	намалена

1.4.1.2 Влијание на Тренделенбург положба врз дијаметарот на попречниот пресек на централните вени

Вообичаено при централна венска катетеризација се користи Тренделенбург позиција од 10 до 20 степени. Главната цел на употребата на оваа положба е да се намали ризикот од воздушна емболија. Дополнително студиите покажуваат позитивно влијание на дијаметарот и површината на попречниот пресек на внатрешната југуларна вена Lobato и Schreiber опишуваат зголемување во просек од 25% на површината на попречниот пресек на десната внатрешна југуларна вена при Тренделенбург положба од 10 степени (134,135). Зголемувањето на дијаметарот на централниот венски сад е резултат на зголемениот хидростатски градиент помеѓу срцето и централните вени и зголемениот интраторакален притисок.

1.4.2 Позитивен енд експираторен притисок

Примената на позитивен енд експираторен притисок е дел од вентилаторната стратегија на повеќето општоприфатени протоколи за механичка вентилација кај пациенти со различни заболувања во единиците за интензивно лекување. ПЕЕП е дел од протоколот за белодробна протективна механичка вентилација кој се состои од дишен волумен од и под 6 мл/кг/тт идеална телесна маса, плато притисок во дишните патишта под 30 см воден столб и примена на ПЕЕП. Вредностите на ПЕЕП можат да се движат од ниски со обезбедување на максимално кислородно доставување при низок притисок во дишните патишта, па сè до екстремно високи со цел одржување на белодробните единици отворени во текот на целиот респираторен циклус, таканаречена “open lung” стратегија, но со висок ризик од баротраума. Сè уште се води дебата за вистинската вредност на ПЕЕП која треба да се примени особено кај пациентите со ARDS.

Ризикот за пневмоторакс при централна венска катетеризација на југуларната и потклучната вена се зголемува со хиперинфлација на белите дробови поврзана со хронична опструктивна белодробна болест, адултен респираторен дистрес и механичка вентилација со големи дишни волумени, односно со екстремни вредности на позитивен енд експираторен притисок (109,110).

1.4.2.1 Системски ефекти од примената на ПЕЕП

Употребата на позитивно притисочна вентилација со ПЕЕП, освен ефекти врз белодробната механика и гасната размена, има и хемодинамски ефекти. Овие ефекти можат да бидат позитивни, но и негативни за пациентот.

1.4.2.1.1 Респираторни ефекти

ПЕЕП-от доведува до редистрибуција на интералвеоларната течност и редукција на интрапулмоналниот шант. Зголемениот притисок во дишните патишта е проследен со отворање на алвеоларните единици, што доведува до подобрена белодробна комплијанса,

зголемен функционален резидуален капацитет, подобрен баланс помеѓу вентилацијата и перфузијата, подобра дистрибуција на дишниот волумен. Тоа доведува до подобрување на парцијалниот притисок на кислородот во алвеолите и артериската крв и намалување на дишната работа што резултира со зголемување на кислородната сатурација на артериската крв. Воедно го превенира цикличното затворање и отворање на алвеолите во тек на целиот респираторниот циклус, со што се намалува алвеоларната повреда и можното намалување на продукција на сурфактант и продукција на цитокини.

1.4.2.1.2. Хемодинамски ефекти

Познатите хемодинамски ефекти на ПЕЕП се намалување на послеоптоварувањето на левата комора, зголемување на централниот венски притисок, намалување на preload-от. Негативните страни на примената на ПЕЕП се: ризикот од појава на пневмоторакс, намалената елиминација на јаглерод диоксид (CO₂), намалено преоптоварување на десното срце а зголемено послеоптоварување, зголемена вентрикуларна интерзависност и пад на кардијалниот аутпут (136). Вообичаено при “recruitment” маневрите од хемодинамските параметри се мониторираат средниот, систолниот и дијастолниот артериски притисок и срцевата фреквенција, што може да доведе до погрешен заклучок дека не се случуваат никакви промени во системската циркулација. Скорешните студии покажуваат дека МАП и срцевата фреквенција не се менуваат значително при различни “recruitment” маневри (137-139). Ефектите се минимални и транзиторни (140).

1.4.2.2 Влијание на ПЕЕП на дијаметарот на попречниот пресек на централните вени

Како последица на хемодинамските промени од примената на ПЕЕП настанува зголемување на ППП, односно дијаметарот на југуларната и потклучната вена. Ефектите на ПЕЕП на дијаметарот на аксиларната вена и импликациите кои тоа ги има во однос на успешноста и компликациите од нејзина катетеризација се од особено значење за да се процени потребата од адаптација на вредностите на ПЕЕП кај пациентите на механичка вентилација во единиците за интензивно лекување.

2.0 МОТИВ

Централната венска катетеризација не е секогаш успешна. Дополнително таа е поврзана и со сериозни компликации во зависност од: избраниот крвен сад, големината на крвниот сад и неговата компресибилност, варијациите во тек на респираторниот циклус, искуството на докторот, карактеристиките на пациентот, условите во кои се врши катетеризацијата, степенот на итност, примената на ултразвук итн.

Еден од начините за зголемување на успешноста и намалување на компликациите, покрај примената на ултразвук, е со зголемување на големината на таргетираниот крвен сад со користење на комбинација од Тренделенбург положба и позитивен енд експираторен притисок.

Тренделенбург положбата за време на централната венска катетеризација се препорачува за намалување на ризикот од воздушна емболија и за зголемување на дијаметарот на таргетираниот крвен сад. За разлика од ова, сè уште не постои препорака за менаџирање на позитивниот енд експираторен притисок во тек на пласирање на централен венски катетер. Постојат повеќе студии кои го опишуваат влијанието на ПЕЕП и Тренделенбург положба на внатрешната југуларна вена, но има само неколку студии кои го испитуваат ова влијание кај потклучната вена но не и кај аксиларната вена кај пациенти на механичка вентилација. Дополнително се работи за нерандомизирани студии кај кои основна цел не се влијанието на овие маневри врз успешноста и процентот на застапеност на компликациите при актуелна централна венска катетеризација, туку само ефектот на дијаметарот и површината на одбраниот крвен сад.

3.0 ЦЕЛИ

3.1 Примарни цели

- Да се измери и спореди големината на површината на попречниот пресек на аксиларната вена со поставување на пациентот во Тренделенбург положба од 15 степени и во Тренделенбург положба од 15 степени со позитивен енд експираторен притисок од 15 см воден столб.

- Да се определи и спореди успешноста на централната венска катетеризација на аксиларната вена со ултразвук со поставување на пациентот во Тренделенбург положба од 15 степени и во Тренделенбург положба од 15 степени во комбинација со позитивен енд експираторен притисок од 15 см воден столб.
- Да се измери и спореди потребното време за катетеризација на аксиларната вена при поставување на пациентот во Тренделенбург положба од 15 степени и во Тренделенбург положба од 15 степени со примена на позитивен енд експираторен притисок од 15 см воден столб.
- Да се определи и спореди бројот на обиди за централна венска катетеризација на аксиларната вена при поставување на пациентот во Тренделенбург положба од 15 степени и во Тренделенбург положба од 15 степени со примена на позитивен енд експираторен притисок од 15 см воден столб.
- Да се определи и спореди процентот на појава на механички компликации; пункција на артерија, пневмоторакс, малпозиција на врвот на катетерот и хематом на местотото на пункцијата при централна венска катетеризација на аксиларната вена со ултразвук при поставување во Тренделенбург положба од 15 степени и во Тренделенбург положба од 15 степени со позитивен енд експираторен притисок од 15 см воден столб.

3.2 Дополнителни цели

- Да се корелираат вредностите на големината на крвниот сад и колапсибилноста со: успешноста, времето и бројот на обиди потребни за катетеризација, како и појавата на компликации (артериска пункција, хематом, пневмоторакс и малпозиција на катетерот) при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена.
- Да се определи и спореди влијанието на Тренделенбург положбата и Тренделенбург положбата во комбинација со ПЕЕП од 15 см воден столб врз срцевата фреквенција, средниот артериски притисок и периферната кислородна сатурација.

4.0 МЕТОДОЛОГИЈА

4.1 Дизајн на студијата

Ова претставува рандомизирана, контролирана, проспективна, интервенциона, двојно слепа студија. Ниту пациентот, ниту докторот не знаеја во која група беше рандомизиран пациентот во моментот на боцкањето.

4.2 Избор на пациенти

Студијата беше спроведена кон крајот на 2016 и почетокот на 2017 година во Единицата за интензивно лекување (ЕИЛ) во Клиничката болница „Ацибадем Систина“, Скопје. Студијата беше одобрена од Етичката комисија на болницата.

Во студијата беа вклучени 200 пациенти примени во Единицата за интензивно лекување при Клиничката болница „Ацибадем Систина“, Скопје.

Пред вклучување во студијата, пациентот или неговото семејство ги добија потребните информации во писмена форма и усно и потпишаа информирана согласност за учество. По дадената и потпишана информирана согласност, пациентите беа рандомизирани во една од двете групи по случаен избор со помош на компјутерски софтверски систем.

Група КГ

- 100 пациенти кои беа поставени во Тренделенбург положба без примена на ПЕЕП и кај кои беше пласиран централен венски кататер во аксиларната вена.

Група ИГ

- 100 пациенти кои беа поставени во Тренделенбург положба со примена на ПЕЕП 15 см воден столб и кај кои беше пласиран централен венски кататер во аксиларната вена.

4.2.1 Критериуми за вклучување во студијата

- пациенти со возраст над 18 години,
- поставена индикација за пласирање на централен венски катетер,
- пациенти со индикација или веќе поставени на механичка вентилација.

4.2.2 Критериуми за невклучување во студијата

- возраст под 18 години,
- непостоење индикација за централна венска катетеризација,
- коагулопатија со INR над 1,5, број на тромбоцити $\leq 50 \times 10^9$,
- инфекција на кожата на местото на канулација,
- присутен поткожен емфизем,
- скршеница на клавикула на страната на канулација,
- претходна радиотерапија на местото на канулација,
- претходна операција на страната на градниот кош од интерес,
- антеропостериорен дијаметар на крвниот сад под 0,5 см,
- пациенти со притисок во дишните патишта над 35 см воден столб,
- претходно поставен ЦВК низ аксиларната вена,
- неврохируршки пациенти и пациенти со покачен интракранијален притисок,
- присутен пневмоторакс,
- пад на крвниот притисок за повеќе од 30% од почетната вредност,
- пад на кислородна сатурација под 82%

4.3 Протокол на студијата

Студијата беше изведувана во неколку фази: иницијална проценка, вовед во анестезија, ултразвучен скрининг, поставување во соодветна положба, фаза на централна венска катетеризација, фаза по централна венска катетеризација.

4.3.1 Иницијална проценка и подготовка

При приемот на пациентот во Единицата за интензивно лекување за секој пациент се пополнува формулар за проценка на хоспитални пациенти над 17 години, како и предоперативна анестезиолошка листа. Доколку постоеше индикација, од пациентот или неговиот родител или старател бараше и согласност за поставување на централен венски катетер, како и согласност за поставување на механичка вентилација. Пациентите кои ги

исполнуваа критериумите и потпишаа согласност за учество во студијата беа поделени во две групи, и тоа: контролна група (КГ) - пациенти во Тренделенбург положба од 15 степени без примена на ПЕЕП и испитувана група (ИГ) - пациенти во Тренделенбург положба од 15 степени со примена на ПЕЕП 15 см воден столб.

Потоа пациентите и во двете групи се сместуваа во индивидуален бокс каде им беше поставен континуиран мониторинг со ЕКГ, манжетна за мерење на неинвазивен крвен притисок, и штипка за следење на кислородната сатурација. Беше поставена периферна венска линија и беа направени потребните лабораториски испитувања крвна слика електролитен и протеински статус, потоа: хемостаза со INR, крвна група, Rh фактор, инфективен скрининг тест за Hbs, Hcv и HIV. Потоа беше направен и стандарден клинички преглед по системи.

4.3.1.1 Скрининг со ултразвук

По првичните испитувања и клинички преглед беше направен скрининг со ултразвук на аксиларната вена и артерија од двете страни. Беше измерена длабочината на аксиларната вена од кожа до средината на аксиларната вена, и површината на попречниот пресек (CSA) на аксиларната вена и нејзината колапсибилност. Пациентите кои по иницијалниот клинички преглед и скрининг со ултразвук исполнуваа некои од критериумите за невклучување, не беа вклучени понатаму во студијата.

4.3.1.2 Вовед во анестезија

Воведот во анестезија беше стандарден за пациентите во двете групи. Пациентите беа поставени во положба на супинација. По преоксигенација со 100% кислород воведот во анестезија се направи со фентанил (1-3 $\mu\text{g}/\text{kg}$) и пропофол (1- 2 mg/kg). Ларингоскопијата и интубацијата беа олеснети со рокурониум бромид од 0,5 mg/kg . Анестезијата се одржуваше со континуирана инфузија на пропофол од 6 $\text{mg}/\text{kg}/\text{h}$. Пациентите беа вентилирани со контролирана механичка вентилација со дишна фракција на мешавина од 50% O_2 и 50% воздух, со дишен волумен и фреквенција на дишење за да се одржува end-tidal CO_2 помеѓу 35 и 40 mm Hg.

4.3.2 Катетеризација

Фазата на катетеризација беше поделена на три потфази, и тоа: фаза пред катетеризација, фаза на катетеризација и фаза по катетеризација.

Во тек на постапката беа следени, мерени и запишани на секои 3 минути до нејзиното завршување вредностите на крвниот притисок, срцевата фреквенција, кислородната сатурација, врвниот и средниот притисок во дишните патишта (Mean AP).

4.3.2.1 Фаза пред самата катетеризација

Контролна група

По воведот во анестезија и поставувањето на механичка вентилација, пациентите од КГ беа поставени во Тренделенбург положба од 15 степени со главата во неутрална положба, без примена на ПЕЕП, додека раката на страната на канулација беше поставена во положба на абдукција од 90 степени со цел да се обезбеди најоптимална позиција на аксиларната вена (74). По 5 минути од поставувањето на пациентот во соодветна положба, беше измерен дијаметарот и CSA на аксиларната вена и длабочината од средината на попречниот пресек на вената до кожата со употреба на 2Д ултразвук во попречен пресек. Исто така, беше одреден и степенот на препокривање помеѓу аксиларната вена и аксиларната артерија. Беа можни 4 степени на препокривање, и тоа: крвните садови воопшто не се препокриваат, крвните садови се препокриваат до една третина од дијаметарот на попречниот пресек, крвните садови се препокриваат меѓу една и две третини од дијаметарот на попречниот пресек и крвните садови целосно се препокриваат меѓу себе. Беа забележани и вредностите на крвниот притисок, срцевата фреквенција, кислородната сатурација, врвниот и средниот притисок во дишните патишта (MeanAP).

Испитувана група

Пациентите од испитуваната група, по воведот во анестезија и поставувањето на механичка вентилација, беа поставени во Тренделенбург положба од 15%, со главата во неутрална положба и раката во положба на абдукција од 90 степени и на апаратот за механичка вентилација беше зададен ПЕЕП од 15 см воден столб. Задавањето на ПЕЕП беше спроведено постепено со зголемување на вредноста за 5 см воден столб на интервали од по

една минута. По пет минути од поставувањето на пациентот во соодветна положба, се мереше дијаметарот и CSA на аксиларната вена, и длабочината од средината на попречниот пресек на вената до кожата. При пораст на притисокот во дишните патишта над 35 см воден столб, пациентите беа исклучувани од студијата. И во ИГ беше направено мерење на степенот на препокривање на аксиларната вена и аксиларната артерија како и во КГ. Катетеризациите беа снимани за да може да се процени и степенот на вдлабнување на предниот сид на аксиларната вена при напредувањето со иглата. Ризикот за повреда на задниот сид на крвниот сад е поголем кога вдлабнувањето на предниот сид е над половина од дијаметарот на крвниот сад кој се катетеризира. Затоа во студијата беше следено и забележано вдлабнувањето на предниот сид кое е поголемо, односно помало од половина на дијаметарот на крвниот сад.

4.3.2.2 Фаза на боцкање

По поставувањето на пациентите во посакуваната позиција и задавањето на потребните параметри во зависност од нивната рандомизација беше спроведено боцкање и пласирање на централниот венски катетер подеднакво во двете групи пациенти, со директно водење со ултразвук.

За секој пациент беше мерено времето од контакт на иглата со кожата до успешно пласирање на катетерот. Времето за сетирање на ултразвучниот апарат не беше земено предвид. Беа следени и бројот на обиди до завршување на постапката, појавата на артериска пункција и хематом на страната на канулација како и појавата на пневмоторакс, хемоторакс и малпозиција на катетерот.

Оперативното поле и во двете групи беше подготвено стандардно со 2% раствор на хлорхексидин според протоколот на болницата и со максимално почитување на протоколите за асепса. И во двете групи беше користена комплетна заштита со стерилна капа, маска, мантил и ракавици.

Потоа линеарна ултразвучна сонда со фреквенција од 5-10 мегахерци беше поставена во стерилна покривка за таа намена и поставена на портабилниот ултразвучен апарат General Electric-Logic. Аксиларната вена и артерија беа добиени транспекторално под клавикулата, најпрво во попречен пресек. Потоа, врвот на иглата од сетот за ЦВК-изација претходно конектирана со 5 милилитарски шприц со стерилен физиолошки раствор, се

поставуваше под средината на надолжната оска на сондата и се пробиваше кожата насочувајќи ја иглата кон крвниот сад постепено правејќи корекции и следејќи го патот на иглата во секое време до предниот ѕид на аксиларната вена. Потоа со отсечно и кратко движење истовремено повлекувајќи го клипот на шприцот се пробиваше предниот ѕид и се аспирираше крв. За неуспешен обид се сметаше секое извлекување на иглата од кожата. При три неуспешни обиди постапката се сметаше за неуспешна и централна вена беше обезбедена преку внатрешната југуларна вена или преку потклучната вена.

По добивањето венска крв, се поставуваше жицата-водич под ултразвучна контрола. Доколку постоеше отпор при пласирањето на жицата, таа се вадеше и постапката се повторуваше од почеток. Тоа се бележеше како нов обид за катетеризација. Секаква потешкотија при ставањето на жицата-водич или нејзиното вадење беше знак за можна компликација.

По правилното поставување на жицата-водич и проверка на нејзината положба, преку неа се поставуваше ЦВК со стандардна техника според Селдингер (141). Длабочината на која се поставуваше катетерот зависеше од висината на пациентот и страната на катетеризација и се одредуваше стандардно и кај двете групи пациенти.

Катетерот се фиксираше за кожата и се покриваше со стерилна лепенка со хлорхексидинско перниче.

4.3.2.3 Фаза по катетеризација

Два часа по катетеризацијата се правеше контролна рендгенграфија на белите дробови за да се утврди позицијата на врвот на катетерот, малпозиција на катетерот и евентуалното присуство на пневмоторакс или хематоторакс. Исто така, се мереше со сантиметар и големината на хематомот на кожата на местото на пункција.

4.4 Статистичка анализа

За статистичка анализа на податоците се користеа статистички програми STATISTICA 7.1 и SPSS 17.0, а тие се обработуваа со помош на следните статистички методи:

- Базите на податоците се формираа со примена на специфични компјутерски програми за таа намена. Нивната обработка се изврши со помош на стандардни дескриптивни и аналитички методи.
- Атрибутивните статистички серии се анализираа со одредување на коефициент на односи, пропорции, стапки, и со утврдување на статистичката значајност помеѓу откриените разлики - тест на разлики (Difference test).
- Нумеричките серии се анализираа со мерки на централна тенденција и со мерки на дисперзија на податоците (просек и стандардна девијација). Кај нумеричките серии кај кои немаше отстапување од нормалната дистрибуција, сигнификантноста на разликата се тестираше со Student-ов t-тест, или доколку постоеше отстапување статистичката сигнификантност на разликите се анализираше со Mann-Whitney U тест и Wilcoxon Matched Pairs тест.
- Статистичката сигнификантност на повеќе од две варијабли се анализираше со Analysis of Variance – ANOVA. Постои голем избор на таканаречени post hoc тестови кои се изведуваат по ANOVA-тестот кога тој дава статистички значајни резултати. Овие тестови се нарекуваат и тестови на повеќекратна споредба. Целта им е да откријат која разлика (помеѓу повеќето варијабли) е заслужна за вкупниот статистички значаен резултат. Во оваа студија се користеше Post hoc Tukey HSD тест.
- Корелативните-асоцијативни односи се реализираа со помош на Pearson Chi square тест.
- Со Shapiro-Wilk-ов тест се испитуваше нормалната распределба на варијаблите.
- За CI (confidence interval \pm 95% CI) беше дефинирана статистичката значајност за ниво на грешка помало од 0,05 (p).
- Резултатите се прикажани табеларно и графички.

5.0 РЕЗУЛТАТИ

Во студијата земаа учество 200 возрасни пациенти над 18 години примени во Единицата за интензивно лекување (ЕИЛ) во Клиничката болница „Аџибадем Систина“ за поставување на ЦВК, во период од 6 месеци.

Пациентите беа поделени во две групи:

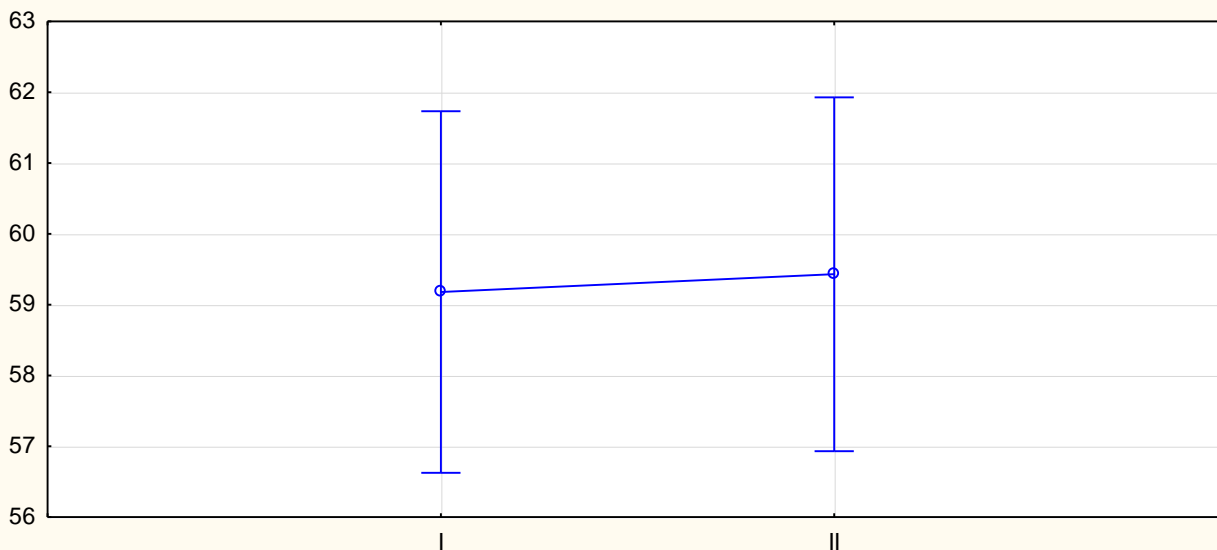
1. Контролна група (КГ) - пациенти во Тренделенбург положба од 15 степени без примена на ПЕЕП и
2. Испитувана група (ИГ) - пациенти во Тренделенбург положба од 15 степени со примена на ПЕЕП 15 см воден столб.

5.1 Демографски карактеристики

Просечната возраст на пациентите во КГ изнесуваше $59,2 \pm 12,9$ г., и се движише во опсег од 18 до 87 г., додека во ИГ изнесуваше $59,4 \pm 12,6$ г., и се движише во опсег од 18 до 87 г. (табела 4 и графикон 1). Групите во однос на возраста беа хомогени, т.е. разликата помеѓу просечната возраст беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$.

Табела 4. Приказ на просечната возраст на пациентите

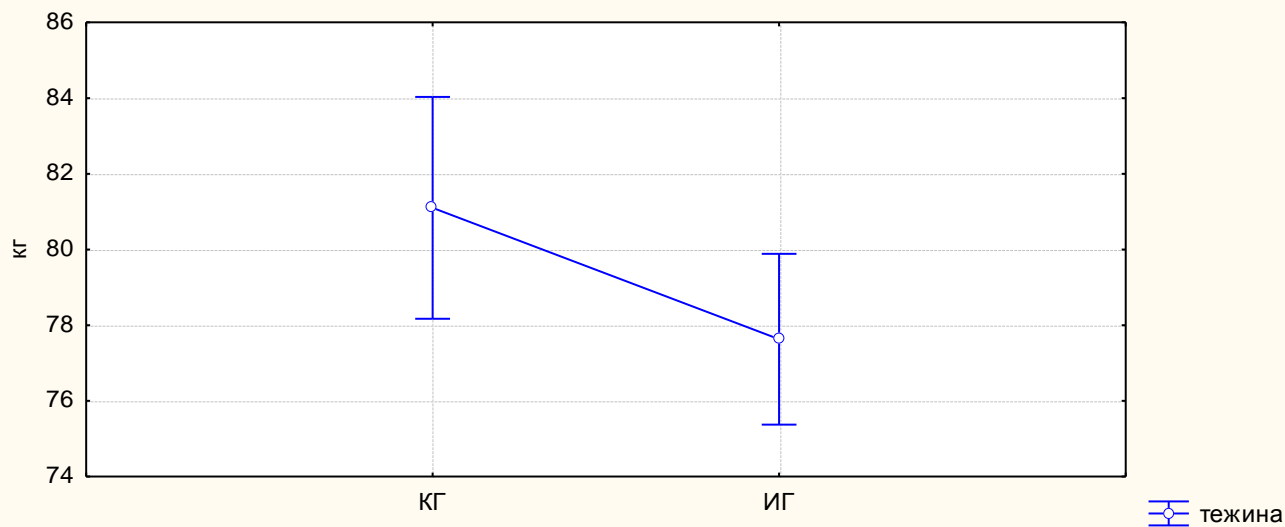
	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев,
КГ	100	59,2	18,0	87,0	12,86400
ИГ	100	59,4	18,0	87,0	12,59008



Графикон 1. Приказ на просечната возраст на пациентите

Табела 5. Приказ на просечната тежина на пациентите

	просек	број	Стд.Дев.	минимум	максимум
КГ	81,1	100	14,8	49,0	120,0
ИГ	77,6	100	11,4	57,0	122,0

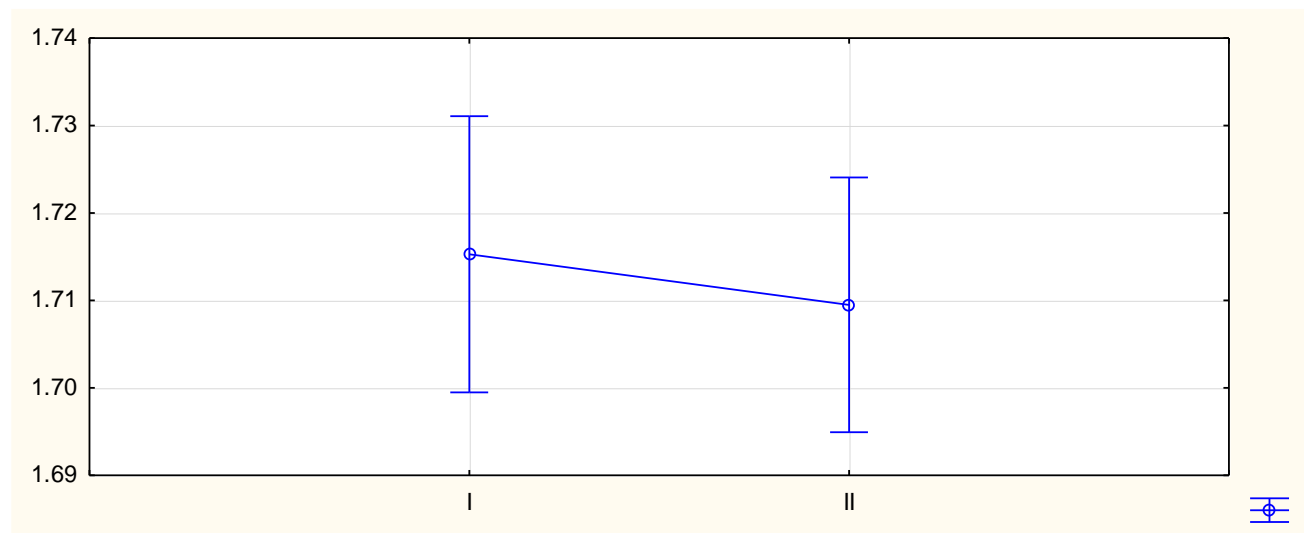


Графикон 2. Приказ на просечната тежина на пациентите

Просечната тежина на пациентите кои учествуваа во студијата во КГ изнесуваше $81,1 \pm 14,8$ кг, и беше во опсег од 49 до 120 кг. Просечната тежина на пациентите од ИГ изнесуваше $77,6 \pm 11,4$ кг, и беше во опсег од 57 до 122 кг (табела 5 и графикон 2).

Табела 6. Приказ на просечната висина на пациентите

	просек	број	Стд.Дев.	минимум	максимум
КГ	1,71	100	0,079582	1,58	1,90
ИГ	1,71	100	0,073421	1,55	1,87



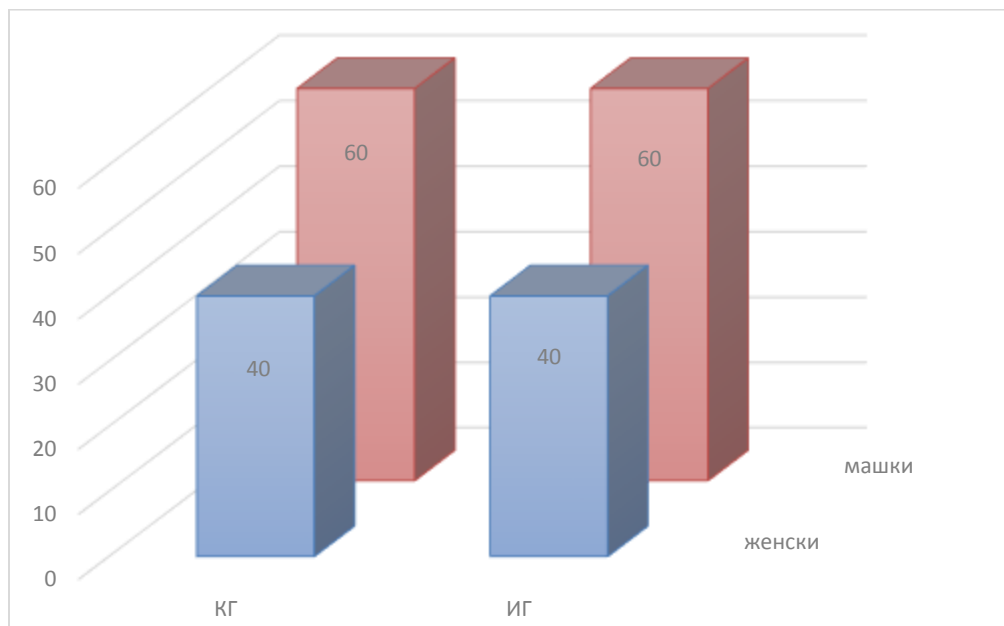
Графикон 3. Приказ на просечната висина на пациентите

Просечната висина на пациентите кои учествуваа во студијата во КГ изнесуваше $1,71 \pm 0,08$ м, а најнискиот пациент беше со висина 1,58 м и највисокиот со 1,90 м. Просечната висина на пациентите од ИГ изнесуваше $1,71 \pm 0,07$ м, во опсег од 1,55 до 1,87 м (табела 6 и графикон 3).

Просечната висина и просечната тежина на пациентите во двете групи не се разликуваше сигнификантно за $p > 0,05$ ($U=4831,500$; $Z=0,4104$; $p=0,681447$).

Табела 7. Приказ на полот на пациентите кои учествуваа во студијата

пол	КГ		ИГ	
	број	%	број	%
машки	60	60,0	60	60,0
женски	40	40,0	40	40,0
вкупно	100,0	100,0	100,0	100,0

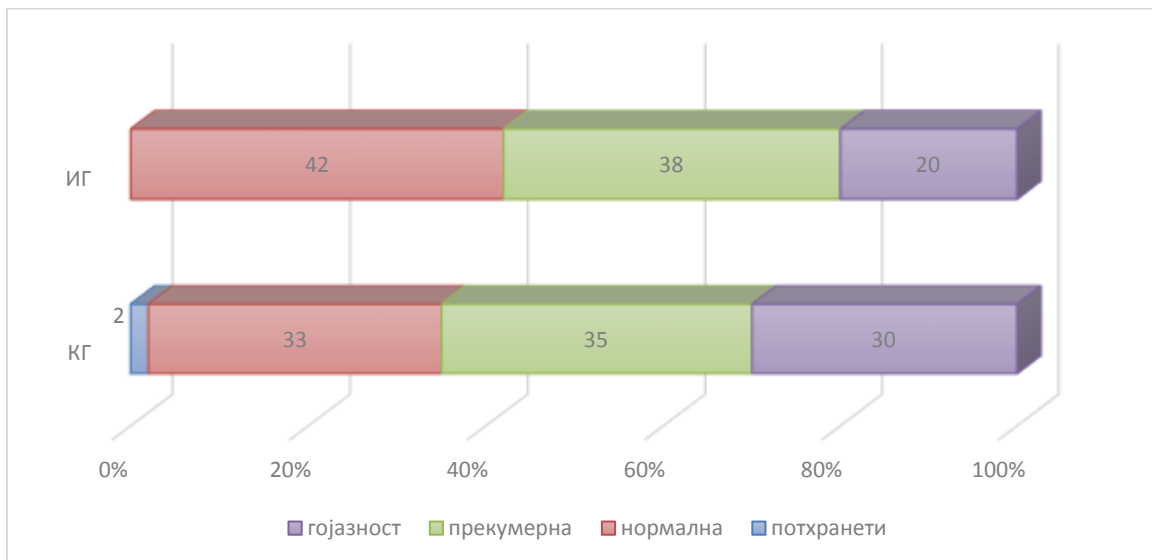


Графикон 4. Приказ на полот на пациентите кои учествуваа во студијата

Во студијата беа вклучени помалку пациенти од женски пол ($p=0,0001$, Difference тест). И во двете групи во студијата 60,0% од пациентите беа од машки пол, додека 40,0% беа од женски пол (табела 6 и графикон 4).

Табела 8. Приказ на ВМІ на пациентите кои учествуваа во студијата

ВМІ kg/m ²		КГ		ИГ	
		број	%	број	%
<18,5	потхранетост	2	2,0		
18,5 – 24,9	нормално	33	33,0	42	42,0
25 – 29,9	прекумерна тежина	35	35,0	38	38,0
>=30	гојазност/обезност	30	30,0	20	20,0
вкупно		100	100,0	100	100,0



Графикон 5. Приказ на ВМІ на пациентите кои учествуваа во студијата

Според ВМІ, најголем процент од пациентите во КГ беа со прекумерна тежина - 35,0%, додека во ИГ најголем процент од пациентите беа со нормална тежина - 42,0%. Распределбата на пациентите во двете групи според ВМІ е прикажана во табела 8 и на графикон 5. Не постоеше статистички сигнификантна разлика во застапеноста на пациентите со различни вредности на ВМІ помеѓу групите за $p > 0,05$ (Difference test).

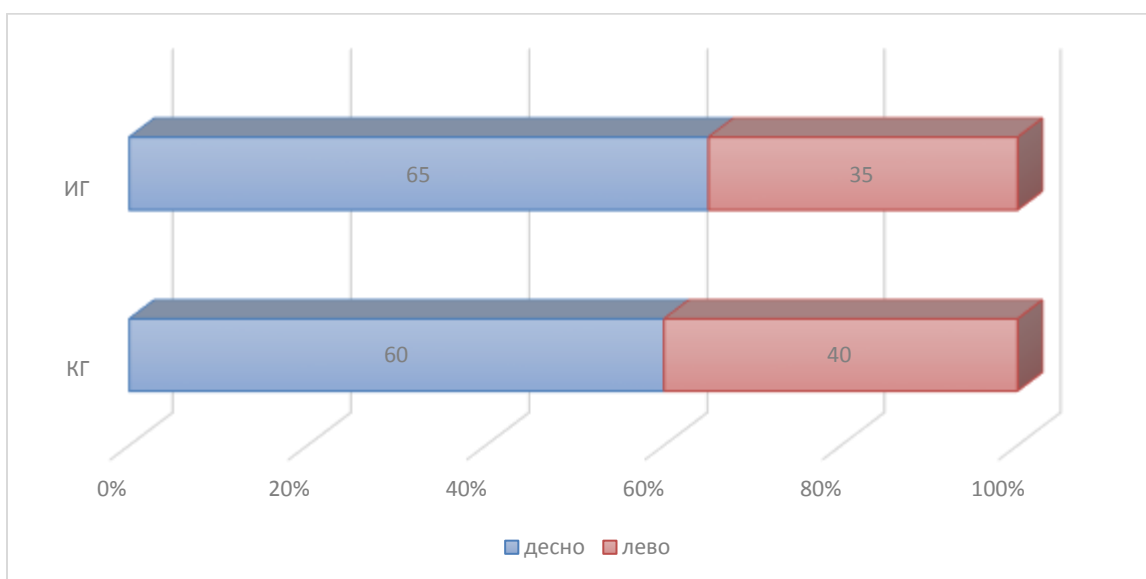
5.2 Клинички карактеристики

5.2.1 Страна на катетеризација

Со употреба на ултразвук може да се измери дијаметарот на крвниот сад и да се провери дали постои разлика во дијаметарот помеѓу десната, односно левата страна. На тој начин може да се одбере и оптималната страна за катетеризација. Во 60,0% од случаите пациентите во контролната група беа катетеризирани од десната страна, додека 40,0% од пациентите беа катетеризирани од левата страна. Кај 65,0% од пациентите во ИГ пункцијата беше на десната страна, додека кај 35,0% на левата страна (табела 9 и графикон 6). Во поголем процент и во двете групи беше земена десната страна за пункција. Наодот беше статистички сигнификантен за $p < 0,05$ ($p = 0,0047$; $p = 0,0000$).

Табела 9. Приказ на страната на катетеризација

страна	КГ		ИГ	
	број	%	број	%
десна	60	60,0	65	65,0
лева	40	40,0	35	35,0
вкупно	100	100,0	100	100,0



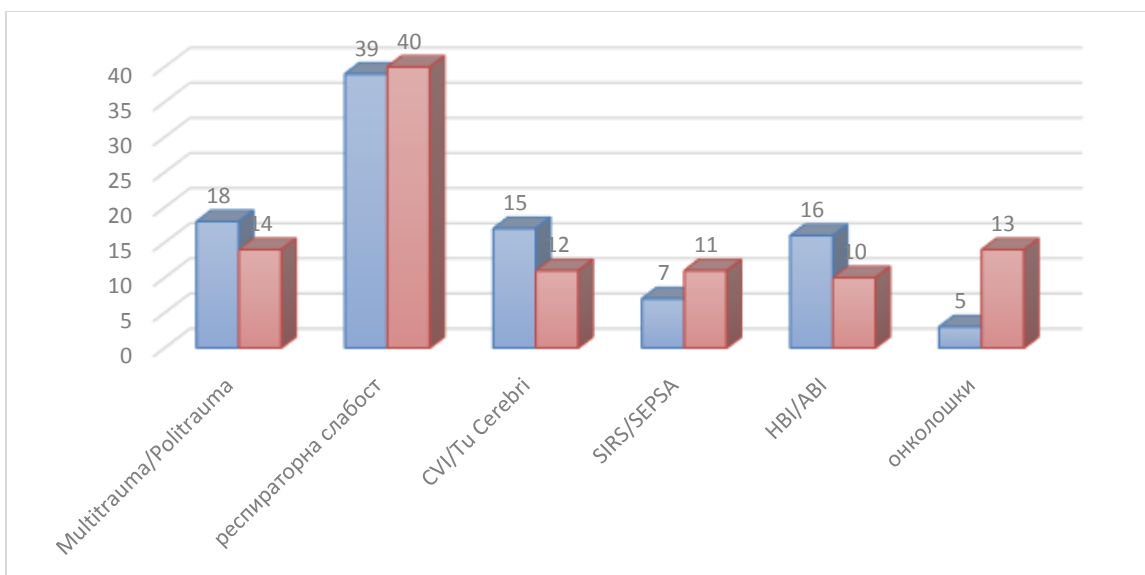
Графикон 9. Приказ на страната на катетеризација

5.2.2 Индикација за прием

Најчеста индикација за прием во Единицата за интензивно лекување беше респираторната слабост, кај 39% од пациентите во контролната, односно 40% од пациентите во испитуваната група. Останатите пациенти беа пациенти со политраума односно мултитраума, невролошки односно неврохируршки пациенти, онколошки пациенти, пациенти со СИРС односно сепса, и пациенти со акутна односно хронична бубрежна слабост. Не постоеше статистички сигнификантна разлика во застапеноста на различните дијагнози помеѓу двете групи, контролна и испитувана, за $p < 0,05$. Процентуалната застапеност на различните дијагнози во студијата во контролната и во испитуваната група е прикажана во табела 10 и на графикон 7.

Табела 10. Приказ на регистрираните дијагнози кај пациентите

дијагноза/група	КГ		ИГ	
	број	%	број	%
Мултитраума/политраума	18	18,0	14	14,0
респираторна слабост	39	39,0	40	40,0
CVI/Tu Cerebri	15	15,0	12	12,0
SIRS/SEPSA	7	7,0	11	11,0
HBI/ABI	16	16,0	10	10,0
онколошки заболувања	5	5,0	13	13,0
Вкупно	100	100,0	100	100,0



Графикон 7. Приказ на регистрираните дијагнози кај пациентите во проценти

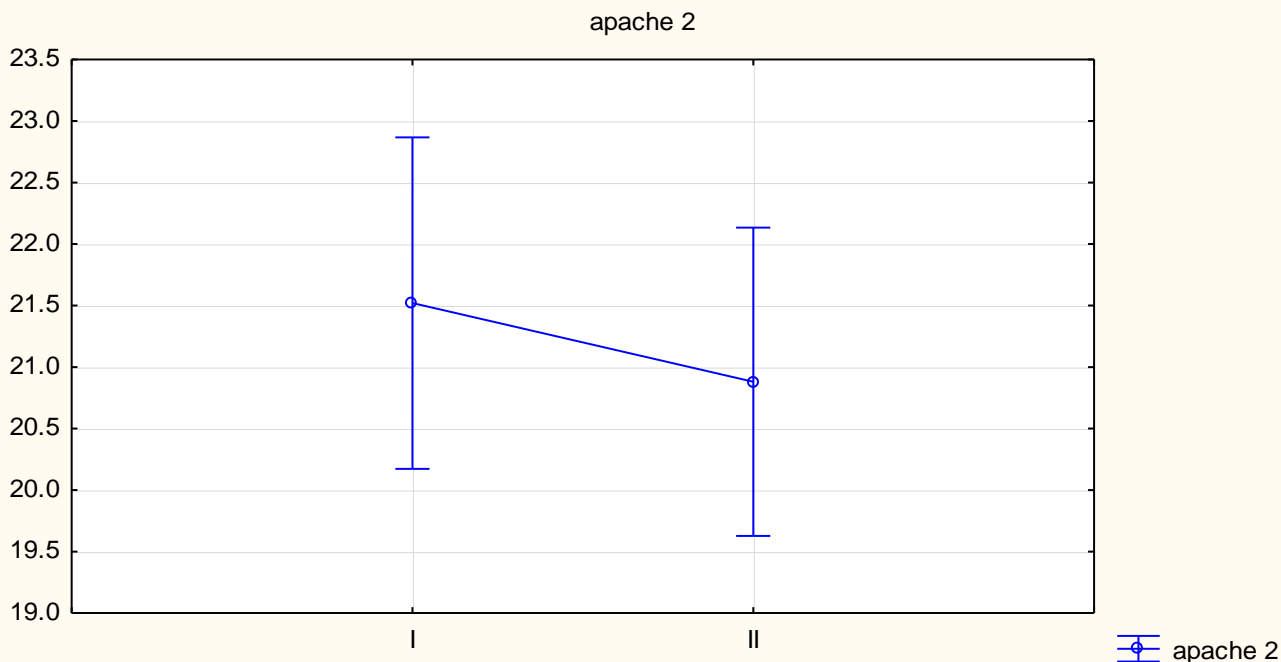
5.2.3 APACHE II скоринг систем

Овој скоринг систем е дизајниран за мерење на сериозноста на болеста кај возрасни пациенти примени во единиците за интензивна нега. Резултатот може да варира во интервал од 0 до 71 и се пресметува врз основа на повеќе параметри. Повисоките резултати одговараат на потешка болест и поголем ризик од смрт.

Просечната вредност на APACHE II скорот кај пациентите од КГ во студијата изнесуваше $21,5 \pm 6,8$; минимум 12, а максимум 36. Просечната вредност на APACHE II скорот кај пациентите од ИГ во студијата изнесуваше $20,9 \pm 6,3$; минимум 11, а максимум 35 (табела 11 и графикон 8). Разликата помеѓу просечната вредност на APACHE II скорот помеѓу двете групи беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$ ($p = 0,490858$).

Табела 11. Приказ на просечниот APACHE II скор кај пациентите

	просек	број	Стд.Дев.	минимум	максимум
КГ	21,5	100	6,788999	12,0	36,0
ИГ	20,9	100	6,315413	11,0	35,0



Графикон 8. Приказ на просечниот АРАСНЕ II скор кај пациентите

5.2.4 Степен на препокривање на аксиларната артерија и вена

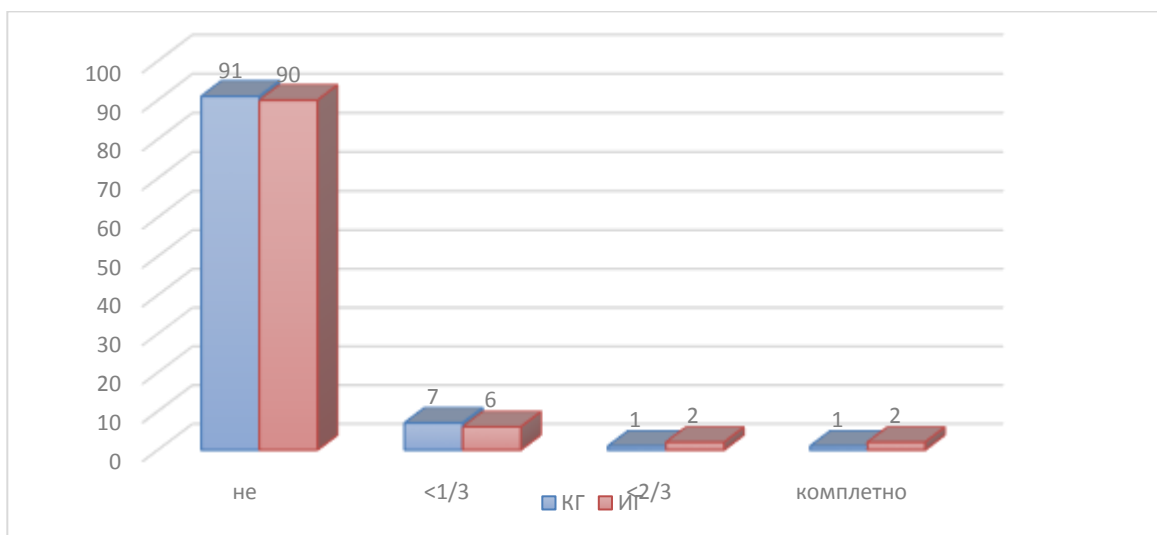
Во текот на истражувањето во двете групи го следевме степенот на препокривање помеѓу аксиларната вена и аксиларната артерија. Степенот на препокривање се движеше од целосно препокривање на крвните садови, преку препокривање помалку од две третини но повеќе од една третина од попречниот пресек на крвните садови, помалку од една третина и без препокривање. Кај 91,0% од пациентите во КГ не беше регистрирано препокривање на крвните садови, кај 7,0% препокривањето беше помалку од една третина, а по 1,0% имаа целосно препокривање и препокривање помеѓу една и две третини од попречниот дијаметар на крвните садови (табела 12 и графикон 9).

Во текот на истражувањето во ИГ препокривање на крвните садови не беше регистрирано кај 90,0% од пациентите, кај 6,0% препокривањето беше помалку од една третина, а по 2,0% имаа целосно препокривање и препокривање помеѓу една и две третини од попречниот дијаметар на крвните садови (табела 12 и графикон 9).

Разликата помеѓу двете групи во однос на степенот на препокривање на крвните садови беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$.

Табела 12. Приказ на препокривање на крвните садови

препокривање	КГ		ИГ	
	број	%	број	%
не	91	91,0	90	90,0
<1/3	7	7,0	6	6,0
=2/3	1	1,0	2	2,0
комплетно	1	1,0	2	2,0
вкупно	100	100,0	100	100,0



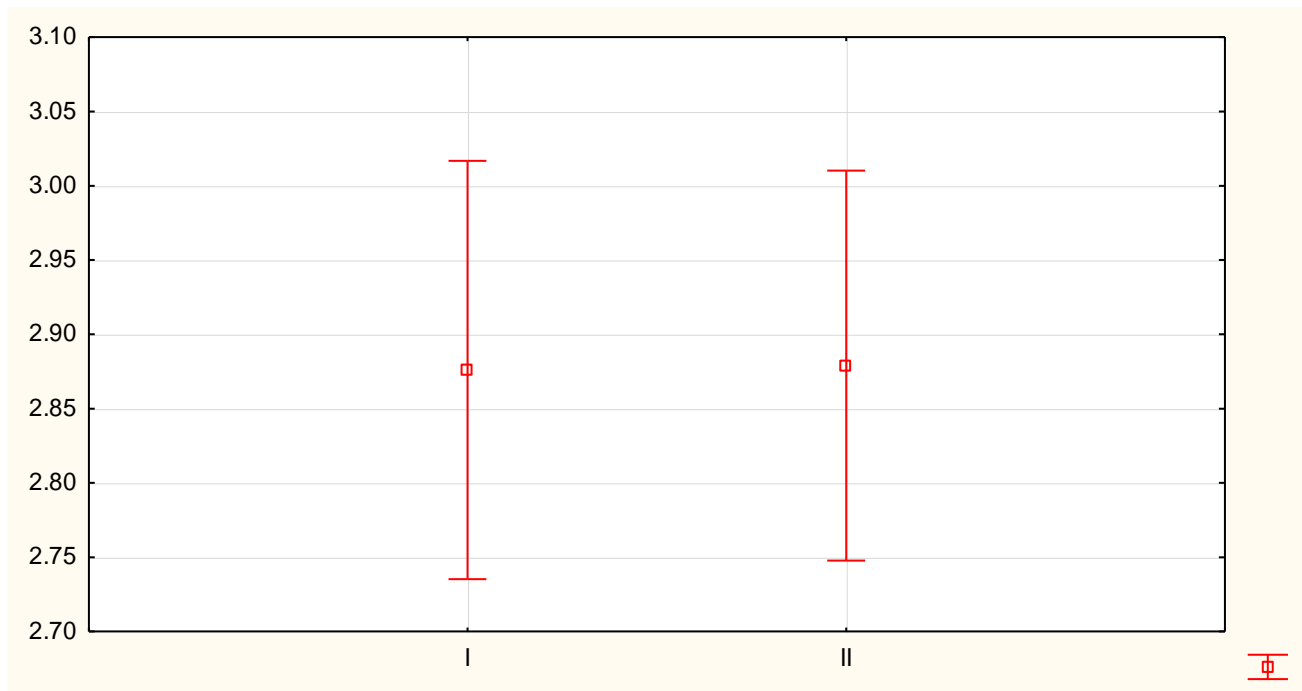
Графикон 9. Приказ на препокривање на крвните садови

5.2.5 Длабочина на аксиларната вена од кожата

Длабочината на аксиларната вена од кожата до средината на попречниот пресек на крвниот сад беше измерена кај сите пациенти вклучени во студијата. Просечната вредност на длабочината на крвниот сад во КГ изнесуваше $2,876 \pm 0,7$ см, и се движеше во опсег од 1,7 см до 4,9 см. Просечната вредност на длабочината на крвниот сад во ИГ изнесуваше $2,879 \pm 0,7$ см, и се движеше во опсег од 1,9 до 50 (табела 13 и графикон 10). Не постоеше сигнификантна разлика во просечната вредност на длабочината на аксиларната вена помеѓу контролната и испитуваната група пациенти за $p > 0,05$.

Табела 13. Приказ на просечните вредности на длабочината на крвниот сад

	просек	број	Стд.Дев.	минимум	максимум
КГ	2,876	100	0,709263	1,7	4,9
ИГ	2,879	100	0,661387	1,9	4,8



Графикон 10. Приказ на просечната вредност на длабочината на крвниот сад

5.2.6 Влијание на Тренделенбург положба и комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП врз површината на попречниот пресек (CSA) на аксиларната вена

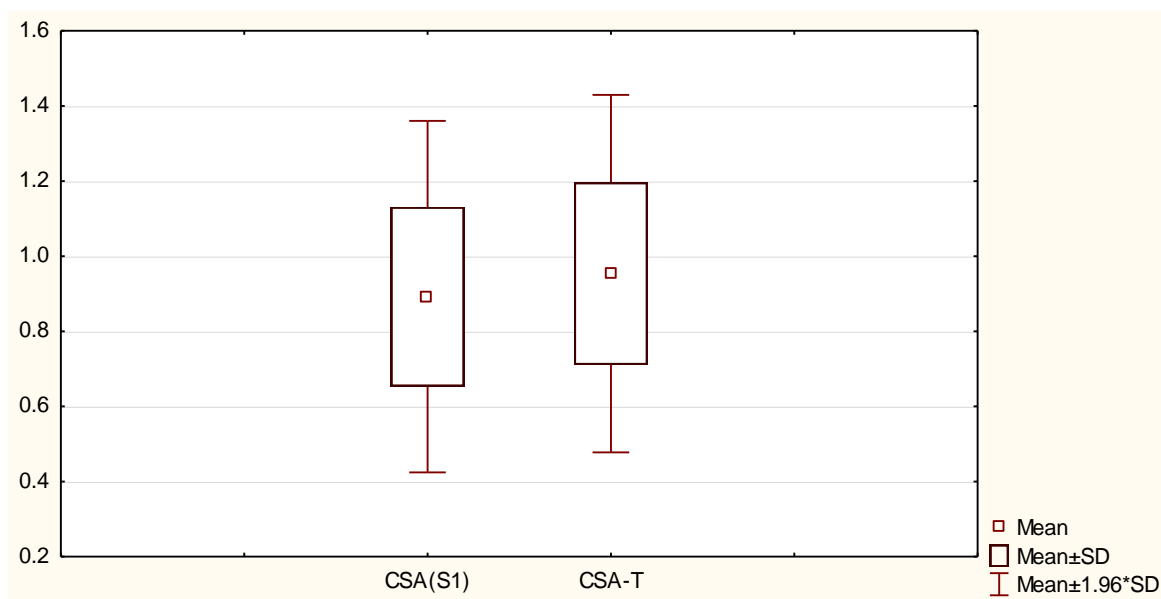
Просечната вредност на големината на аксиларната вена во положба на супинација во контролната група пациенти изнесуваше 0,8923 см. Во испитуваната група пациенти таа изнесуваше 0,8921 см. Не постоеше статистички значајна разлика во големината на аксиларната вена кај пациентите во двете групи пациенти на почетокот на истражувањето за $p > 0,05$ ($p = 0,99$).

За да го процениме влијанието на поставувањето на пациентот во Тренделенбург положба врз големината на попречниот пресек на аксиларната вена ги искористивме резултатите од мерењето на пациентите и во двете групи.

Просечната вредност на површината на попречниот пресек на аксиларната вена кај сите пациенти вклучени во студијата во положба на супинација CSA (S) изнесуваше $0,89 \pm 0,2 \text{ cm}^2$; минимум $0,5 \text{ cm}^2$, а максимум $1,74 \text{ cm}^2$. Просечната вредност на CSA по поставување на пациентот во Тренделенбург положба CSA (T) изнесуваше $0,95 \pm 0,2 \text{ cm}^2$; минимум $0,55 \text{ cm}^2$, а максимум $1,72 \text{ cm}^2$ (табела 14 и графикон 11).

Табела 14. Приказ на просечните вредности на CSA-S и CSA-T

	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
CSA(S1)	200	0,89	0,5	1,74	0,238810
CSA-T	200	0,95	0,55	1,72	0,242761



Графикон 11. Приказ на просечните вредности на CSA-S и CSA-T

Според Mann-Whitney тестот, иако примената на Тренделенбург положбата доведува до зголемување на CSA на аксиларната вена, сепак просечните вредности на CSA со и без примена на Тренделенбург положба не се разликуваа значително за $p > 0,05$ ($U=4257,500$; $Z= -1,81299$; $p=0,069834$).

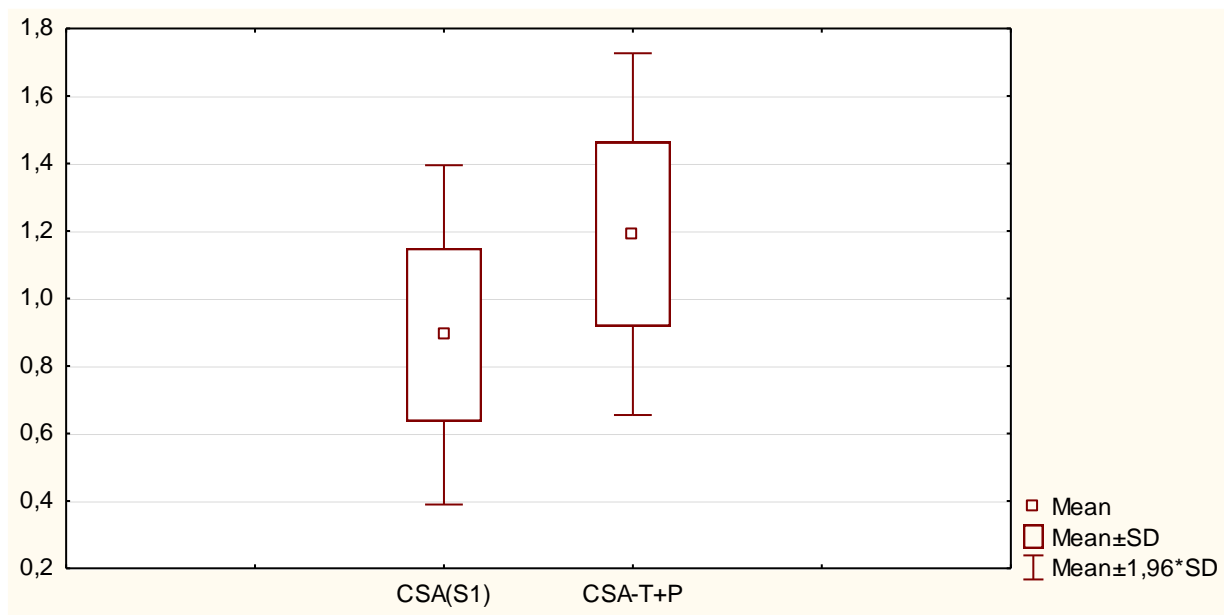
Просечната вредност на CSA во положба на супинација кај пациентите во ИГ изнесуваше $0,9 \pm 0,3 \text{ cm}^2$; минимум $0,5 \text{ cm}^2$, а максимум $1,5 \text{ cm}^2$. Просечната вредност на CSA

на аксиларната вена по комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 см воден столб CSA изнесуваше $1,2 \pm 0,3 \text{ cm}^2$; минимум $0,7 \text{ cm}^2$, а максимум $1,9 \text{ cm}^2$ (табела 15 и графикон 12).

Според Mann-Whitney тестот комбинираната примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 см воден столб доведе до статистички сигнификантно зголемување на просечната вредност на CSA на аксиларната вена за $p < 0,05$ (2144,000; $Z = -6,97710$; $p = 0,000000$).

Табела 15. Приказ на просечните вредности на CSA(S) и CSA (T+P)

	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
CSA(S)	100	0,9	0,5	1,5	0,256570
CSA(T+P)	100	1,2	0,68	1,92	0,273443



Графикон 12. Приказ на просечните вредности на CSA(S) и CSA(T+P)

5.2.7 Влијание на примената на Тренделенбург положба и Тренделенбург положба и ПЕЕП врз компресибилноста на аксиларната вена

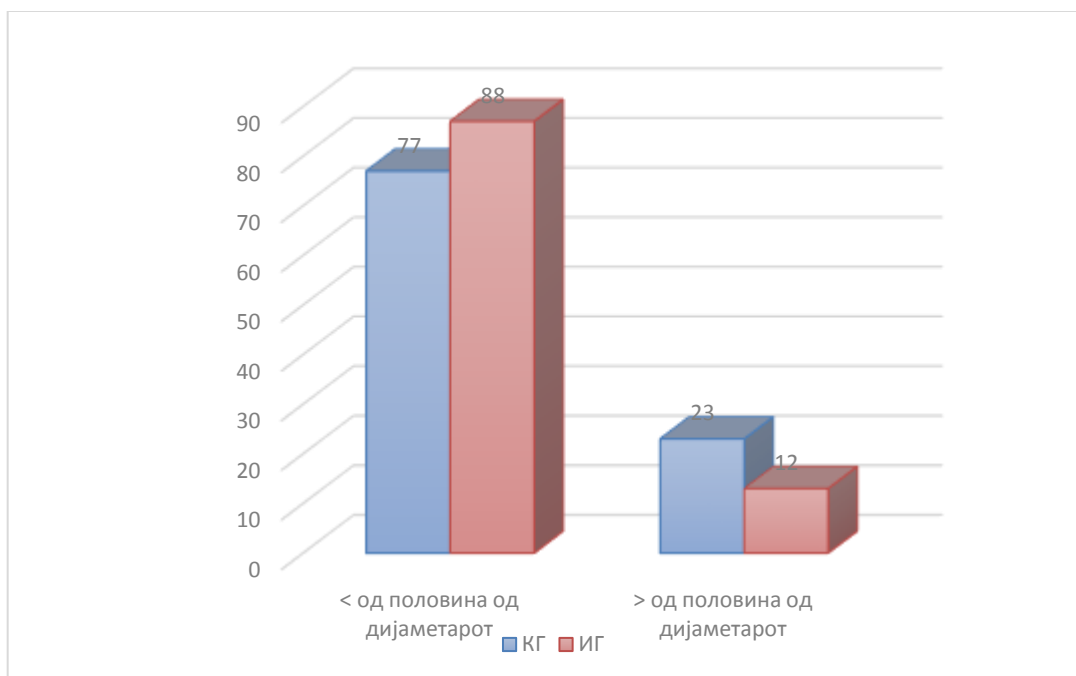
Кај 77,0% од пациентите во КГ при боцкањето на аксиларната вена се регистрираше вовлекување т.е. колабирање на предниот сид на вената под притисок на иглата, помалку од половина од нејзиниот дијаметар. Кај 23,0% се забележа вовлекување т.е. колабирање на предниот сид на вената за повеќе од половина од нејзиниот дијаметар.

За разлика од тоа, во ИГ се регистрираше вовлекување на предниот сид на аксиларната вена под притисок на иглата помалку од половина од дијаметарот кај 88,0% од пациентите. Кај 12,0% од пациентите се забележа колабирање на предниот сид на вената повеќе од половина од најзиниот дијаметар (табела 16 и графикон 13). Овие резултати сугерираат дека примената на ПЕЕП и тренделенбург положба резултира со намалена компресибилност на венскиот крвен сад.

Процентуалната разлика помеѓу двата модалитета помеѓу двете групи беше статистички сигнификантна за $p > 0,05$ (Difference test, $p = 0,0440$).

Табела 16. Приказ на колабирање на предниот сид на вената под притисок на иглата

Колабирање	КГ		ИГ	
	број	%	број	%
<i>< од половина од дијаметарот</i>	77	77,0	88	88,0
<i>> од половина од дијаметарот</i>	23	23,0	12	12,0
Вкупно	100	100,0	100	100,0



Графикон 13. Приказ на колабирање на предниот ѕид на вената под притисок на иглата

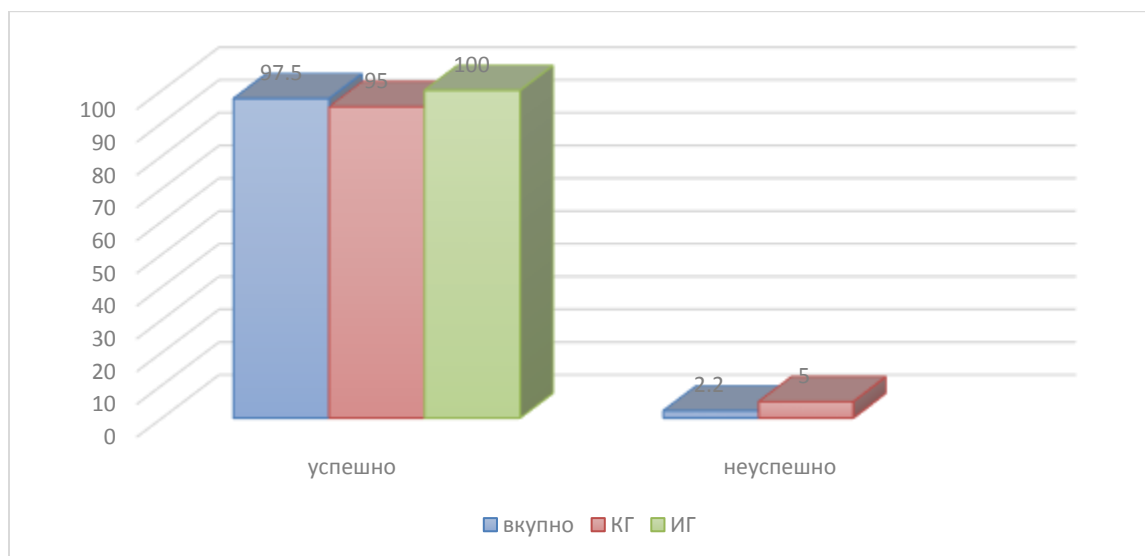
5.3 Успешност и компликации

5.3.1 Успешност

Во текот на студијата катетеризацијата на аксиларната вена во најголем процент беше успешна (97,5%). Само кај 2,5% од пациентите таа не беше успешна (табела 17 и графикон 14). Во КГ успешноста на постапката изнесуваше 95,0%, додека, пак, во ИГ катетеризацијата беше успешна кај сите пациенти.

Табела 17. Приказ на успешноста на постапката

Успешност на постапката	вкупно		КГ		ИГ	
	број	%	број	%	број	%
Успешна	195	97,5	95	95,0	100	100,0
Неуспешна	5	2,5	5	5,0		
Вкупно	200	100,0	100	100,0	100	100,0



Графикон 14. Приказ на успешноста на постапката

5.3.2 Број на обиди

Значаен фактор за успешноста и појавата на компликации при централна венска катетеризација е **бројот на обиди** потребни за успешна катетеризација. Во текот на студијата постапката се завршуваше успешно во најголем процент при првиот обид: вкупно - 73,5%; во КГ 63,0% и во ИГ 84% од пациентите. Кај 20,0% од сите пациенти беше потребен втор обид за да се добие крв, и тоа во КГ кај 27,0% и во ИГ кај 13,0% од пациентите. Три обиди за добивање крв беа потребни кај 6,5% од сите пациенти вклучени во студијата, од кои во КГ кај 10,0% и во ИГ кај 3,0% од пациентите (табела 18 и графикон 15).

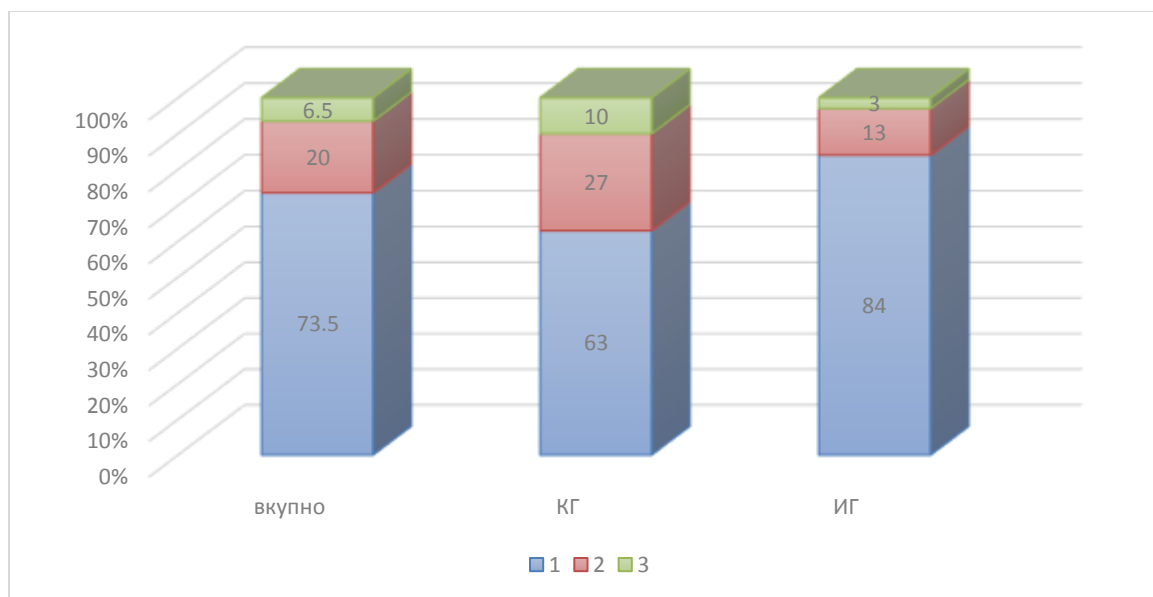
И во двете групи пациентите сигнификантно почесто беа катетеризирани при првиот обид ($p < 0,05$) (Difference test, $p = 0,0000$).

Кога ги споредивме меѓусебно групите видовме дека пациентите во ИГ многу почесто беа катетеризирани при првиот обид наспроти пациентите во КГ ($p < 0,05$) (Difference test, $p = 0,000$).

Процентуалната разлика за завршување на постапката од втор, односно трет обид помеѓу ИГ и КГ беше статистички сигнификантна за $p < 0,05$ (Difference test, $p = 0,0008$; $p = 0,0133$; $p = 0,0447$).

Табела 18. Приказ на број на обиди

број на обиди	вкупно		КГ		ИГ	
	број	%	број	%	број	%
1	147	73,5	63	63,0	84	84,0
2	40	20,0	27	27,0	13	13,0
3	13	6,5	10	10,0	3	3,0
вкупно	200	100,0	100	100,0	1200	100,0



Графикон 15. Приказ на број на обиди

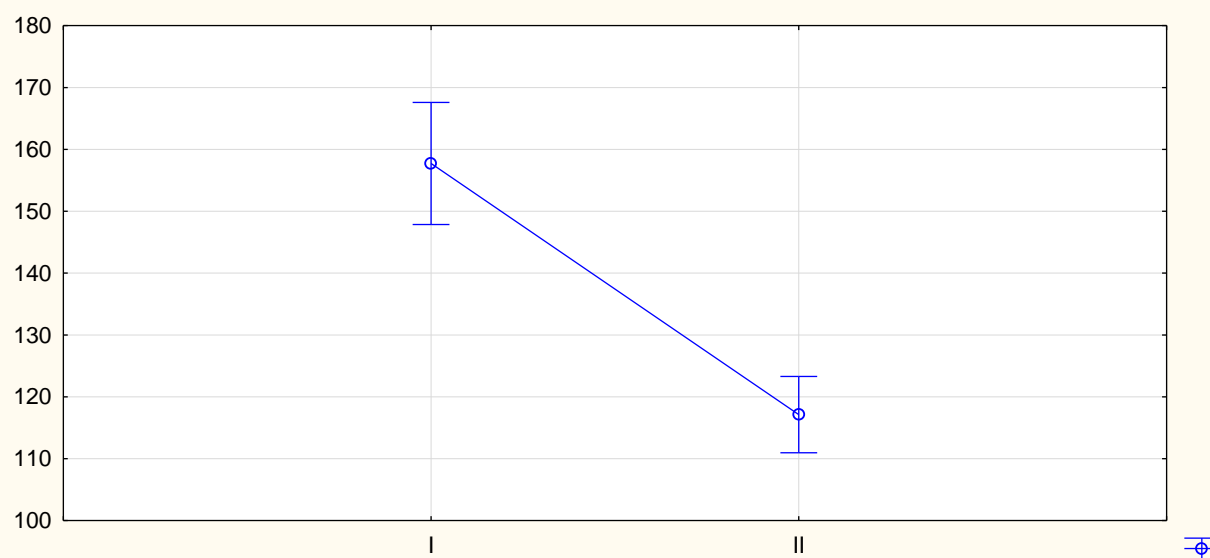
5.3.3 Просечно време за завршување на постапката

Просечното време до завршување на постапката во КГ изнесуваше $157,7 \pm 49,7$ секунди, додека во ИГ беше пократко и изнесуваше $117,3 \pm 31,1$ секунди. Просечното време

до завршување на постапката во целата група изнесуваше $134,4 \pm 46,1$ секунди (табела 19 и графикон 16).

Табела 19. Приказ на просечното време до завршување на постапката

	просек	број	Стд.Дев.	минимум	максимум
КГ	157,73	100	49,74579	75,0	300,0
ИГ	117,13	100	31,08173	57,0	216,0
вкупно	137,43	200	46,10721	57,0	300,0



Графикон 16. Приказ на просечното време до завршување на постапката

Според Mann-Whitney тестот разликата помеѓу просечното време до завршување на постапката помеѓу КГ и ИГ беше статистички сигнификантно за $p < 0,05$ (табела 19). Ваквиот резултат сугерира заклучок дека со зголемувањето на венскиот сад е потребно пократко време за успешна катетеризација.

Табела 20. Приказ на Mann-Whitney тест

Rank Sum - КГ	Rank Sum - ИГ	U	Z	p-value	број КГ	Број ИГ
12740.00	7360,000	2310,000	6,571494	0,000000	100	100

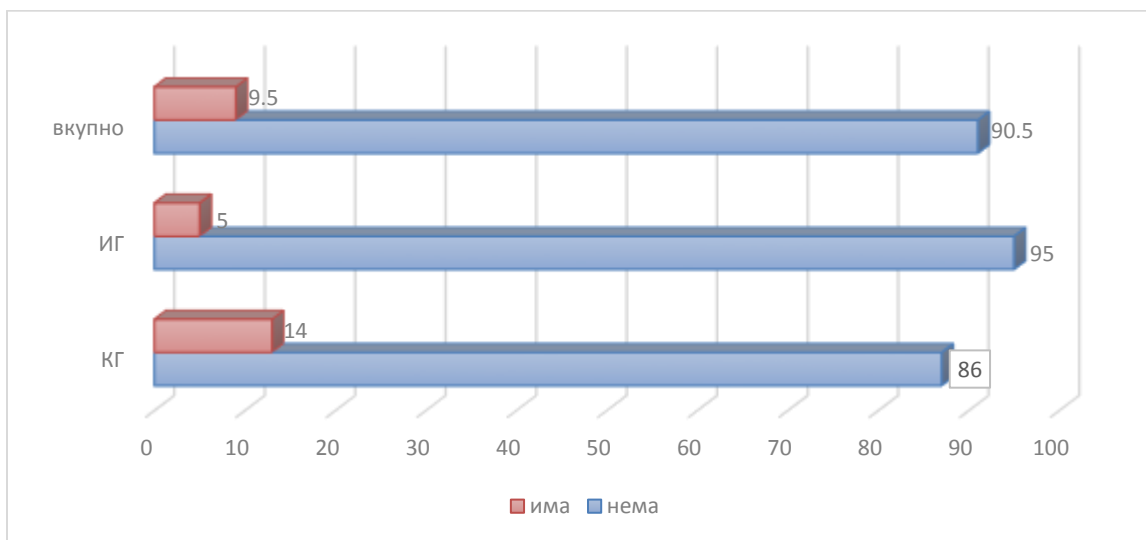
5.4 Компликации

Во текот на студијата ги следевме следните компликации: артериска пункција, пневмоторакс и хемоторакс, малпозиција на катетерот и појава на хематом на кожата на местотото на пункција.

Во текот на студијата беа забележани компликации кај 9,5% од пациентите. Во КГ компликации беа забележани кај 14 (14,0%) пациенти, а во ИГ кај помал број пациенти - 4 (4,0%) ($p < 0,05$) (Pearson Chi-square: 6,105; $p = 0,01348$) (табела 21 и графикон 17).

Табела 21. Приказ на присуство на компликации кај пациентите

копликации	КГ		ИГ		вкупно	
	број	%	број	%	број	%
нема	86	86,0	95	95,0	182	90,5
има	14	14,0	5	5,00	19	9,5
вкупно	100	100,0	100	100,0	2100	100,0



Графикон 17. Приказ на присуство на компликации кај пациентите

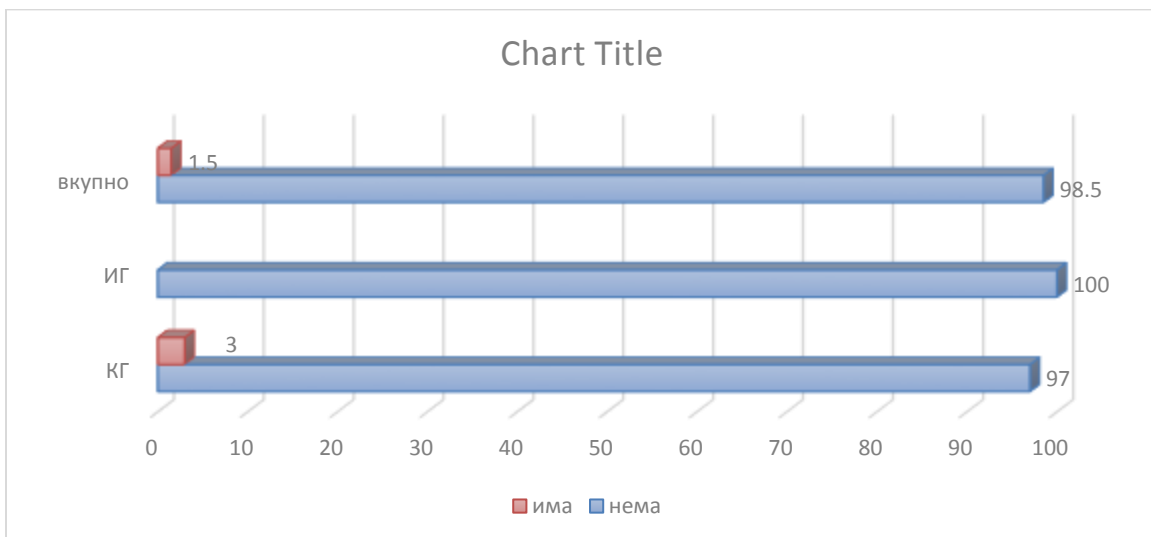
5.4.1 Артериска пункција

Од компликации кои ги следевме, во КГ беше забележана артериска пункција кај 3% од пациентите, додека во ИГ не беше забележан ниту еден случај на артериска пункција (табела 22 и графикон 18).

Табела 22. Приказ на појава на артериска пункција кај пациентите

артериска пункција	КГ		ИГ		вкупно	
	број	%	број	%	број	%
нема	97	97,0	100	100,0	197	98,5
има	3	3,0			3	1,5
вкупно	100	100,0	100	100,0	200	100,0

Графикон 18. Приказ на артериска пункција кај пациентите



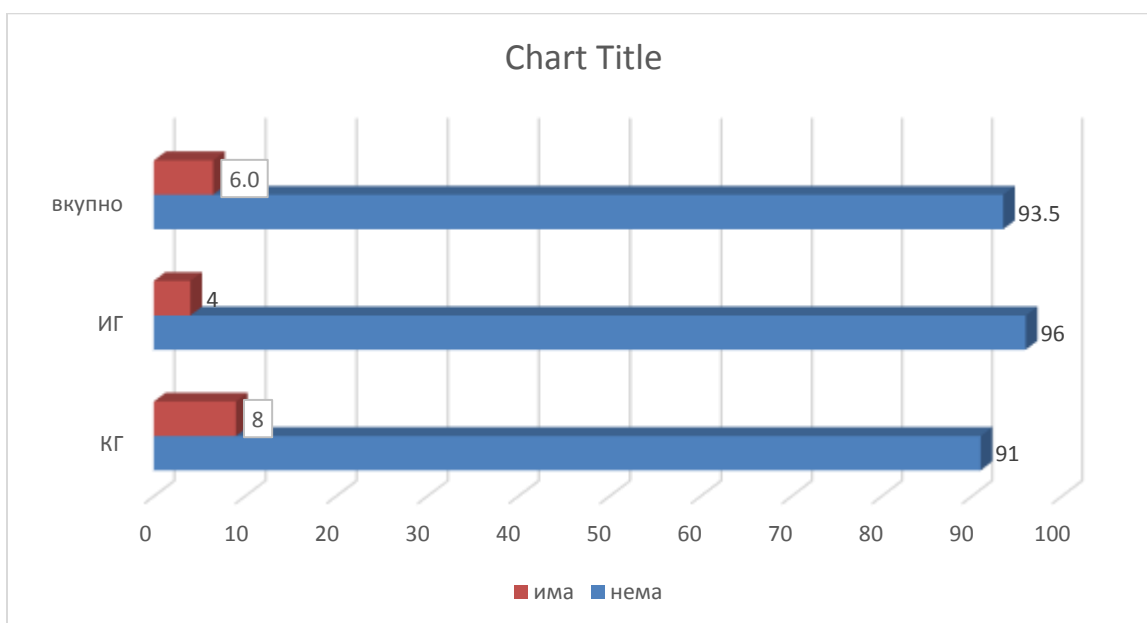
5.4.2 Хематом

Хематом беше регистриран кај 8,0% од пациентите во КГ, а кај 4,0% во ИГ, што не претставува сигнификантна разлика за $p > 0,05$ (Pearson Chi-square: 0,8889; $p = ,4795$) (табела 23 и графикон 19).

Табела 23. Приказ на присуство на хематом кај пациентите

хематом	КГ		ИГ		вкупно	
	број	%	број	%	број	%
нема	92	92,0	96	96,0	188	94,0
има	8	8,0	4	4,0	12	6,0
вкупно	100	100,0	100	100,0	200	100,0

Графикон 19. Приказ на присуство на хематом кај пациентите

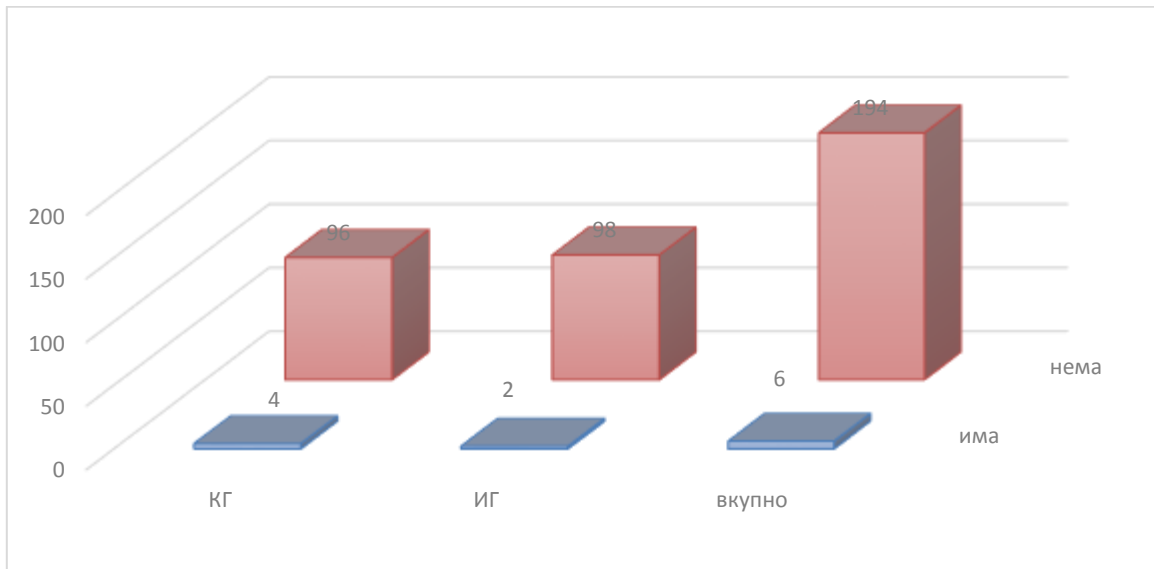


5.4.3 Малпозиција

Малпозиција регистриравме кај 4,0% од пациентите во КГ, а кај 2,0% од пациентите во ИГ (табела 24 и графикон 20). Резултатот беше статистички несигнификантен за $p > 0,05$ (Pearson Chi-square: 2,833; $p = 0,1489$).

Табела 24. Приказ на присуство на малпозиција на катетерот

малпозиција	КГ		ИГ		вкупно	
	број	%	број	%	број	%
нема	96	96,0	98	98,0	194	96,0
има	4	4,0	2	2,0	6	4,0
вкупно	100	100,0	100	100,0	200	100,0



Графикон 20. Приказ на присуство на малпозиција на катетерот

5.4.4 Пневмоторакс и хемоторакс

Кај пациентите кои беа вклучени во студијата не се регистрираше појава на хемоторакс и пневмоторакс.

5.5 Системски ефекти од поставување на пациентот во Тренделенбург положба

Системските ефекти на примената на Тренделенбург положба и ПЕЕП кај сите пациенти вклучени во студијата во тек на ЦВК-изација на аксиларната вена беа проценети

преку следење на срцевата фреквенција, средниот артериски притисок, средниот притисок во дишните патишта и периферната кислородна сатурација.

Табела 25. Приказ на просечните вредности на срцевата фреквенција SF(S), SF(T), MAP(S), MAP(T), SaO2(S), SaO2(T), PeakAP(S) и PeakAP(T)

	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
Срцева фреквенција SF(S)	200	75	52	127	16,47487
Срцева фреквенција SF(T)	200	75	52	130	16,59444
MAP(S)	200	80,5	61	118	12,26385
MAP(T)	200	81,4	59	118	12,02560
SaO2 (S)	200	97,1	88	100	3,13505
SaO2(T)	200	96,3	88	100	3,35760
Mean AP(S)	200	15,5	11	21	1,98218
Mean AP(T)	200	17,2	12	22,0	2,49371

Табела 26. Приказ на Mann-Whitney тест за просечните вредности на испитуваните параметри

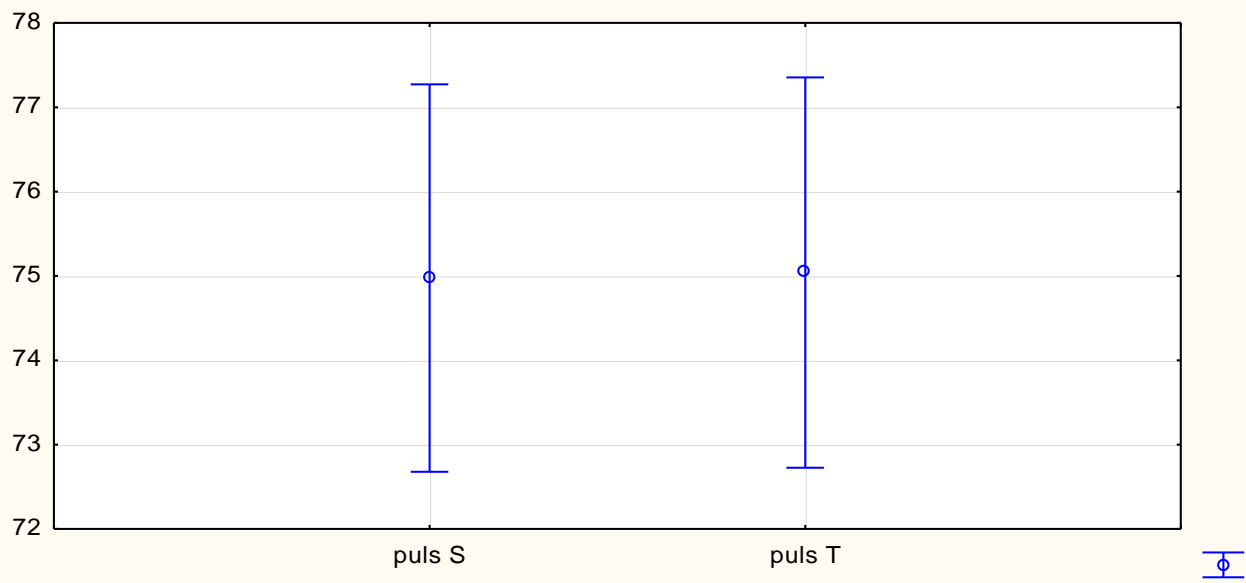
параметри	Rank Sum - 1	Rank Sum - 2	U	Z	p-value	N - 1	N - 2
Пулс	40045,50	40154,50	19945,50	-0,04671	0,962747	200	200
MAP	38913,50	41286,50	18813,50	-1,02582	0,304975	200	200
SaO2 %	43127,50	37072,50	16972,50	2,61819	0,008840	200	200
Mean AP	32301,50	47898,50	12201,50	-6,74484	0,000000	200	200

1*-S

2*-T

5.5.1 Срцева фреквенција (SF)

Срцевата фреквенција во положба на супинација кај сите пациенти во студијата SF(S) изнесуваше $75 \pm 16,5$; минимум 52, а максимум 127 удари во минута. Срцевата фреквенција во Тренделенбург положба SF(T) изнесуваше $75,0 \pm 16,6$; минимум 52, а максимум 130 удари во минута (табела 25 и графикон 21).

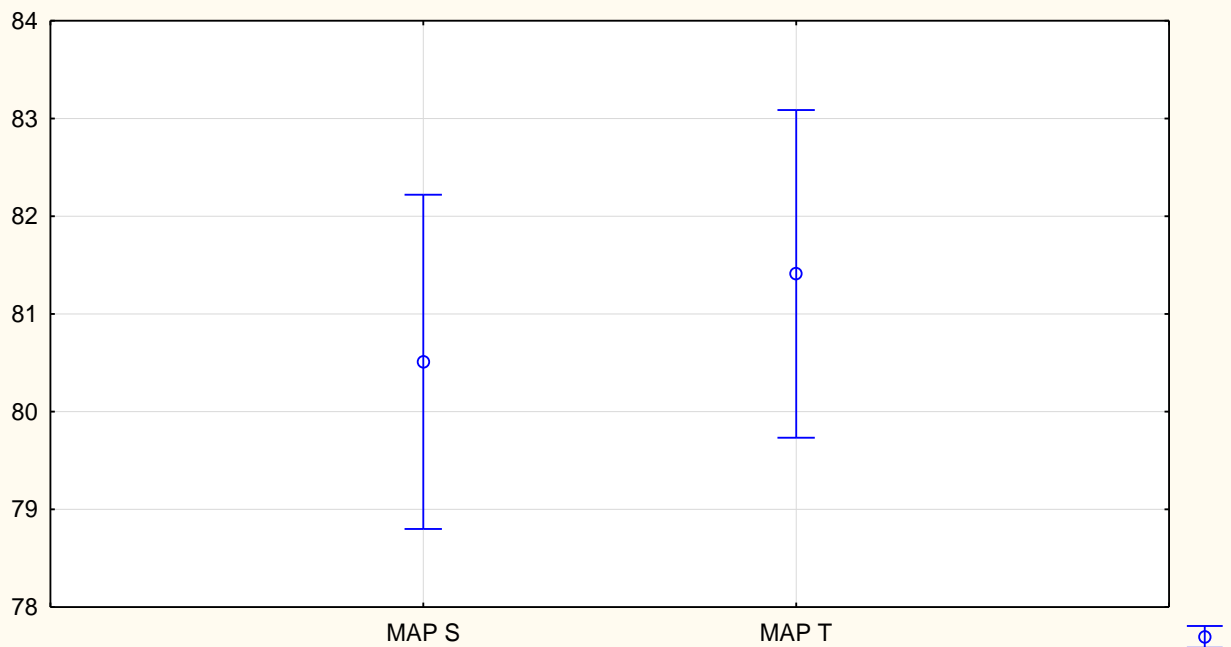


Графикон 21. Приказ на просечните вредности на срцевата фреквенција кај испитаниците

Според Mann-Whitney тестот, разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$ ($U=19945$; $Z=-0,04671$; $p=0,962747$) (табела 26).

5.5.2 Среден артериски притисок (МАР)

Просечната вредност на средниот артериски притисок во положба на супинација кај сите пациенти во студијата МАР(S) изнесуваше $80,5 \pm 12,3$; минимум 61, а максимум 118. Просечната вредност на средниот артериски притисок во Тренделенбург положба МАР(T) изнесуваше $81,4 \pm 12,0$; минимум 59, а максимум 118 (табела 25 и графикон 22).

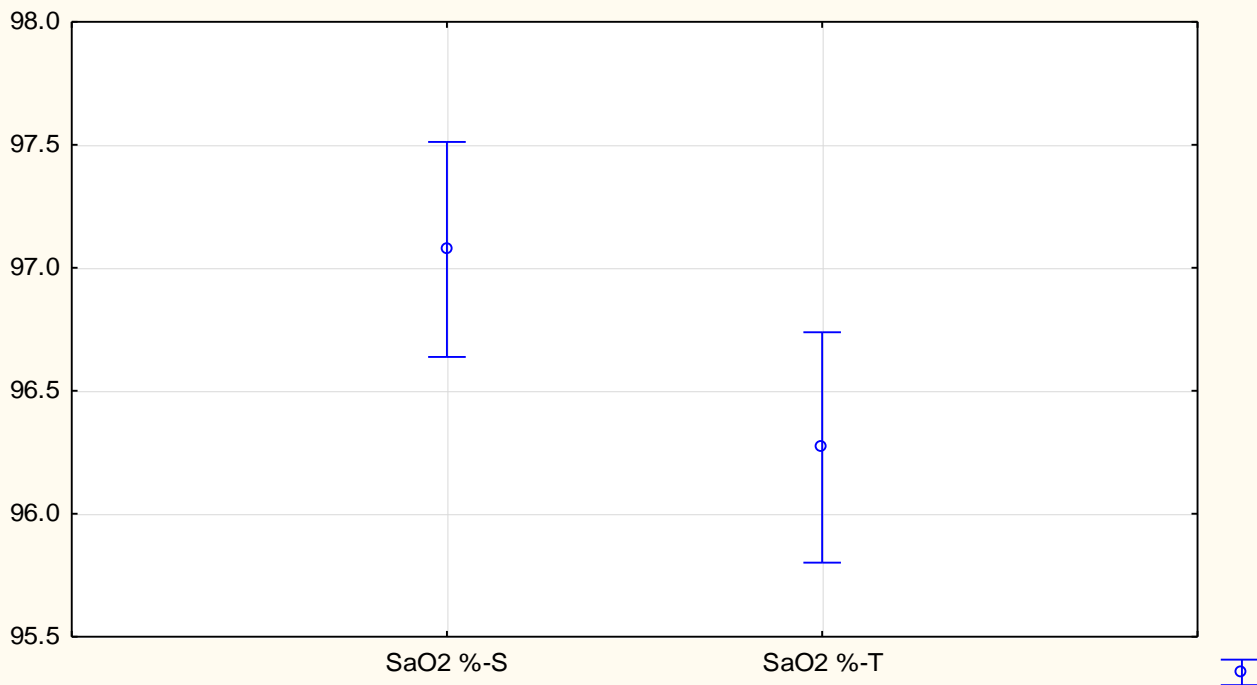


Графикон 22. Приказ на просечните вредности на средниот артериски притисок во Тренделенбург положба MAP(T)

Според Mann-Whitney тестот разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$ ($U=18813,50$; $Z=-1,0258271$; $p=0,304975$) (табела 26). Резултатите укажуваат дека примената на Тренделенбург положба кај пациентите во ЕИЛ поставени на механичка вентилација не доведува до значајни промени на срцевата фреквенција и средниот артериски притисок.

5.5.3 Периферна кислородна сатурација (SaO₂)

Просечната вредност на периферната кислородна сатурација во положба на супинација SaO₂ изнесуваше $97,1 \pm 3,1$; минимум 88%, а максимум 100%. Просечната вредност на кислородната сатурација во Тренделенбург положба од 15 степени SaO₂ беше пониска и изнесуваше $96,3 \pm 3,4$; минимум 88%, а максимум 100% (табела 25 и графикон 23).



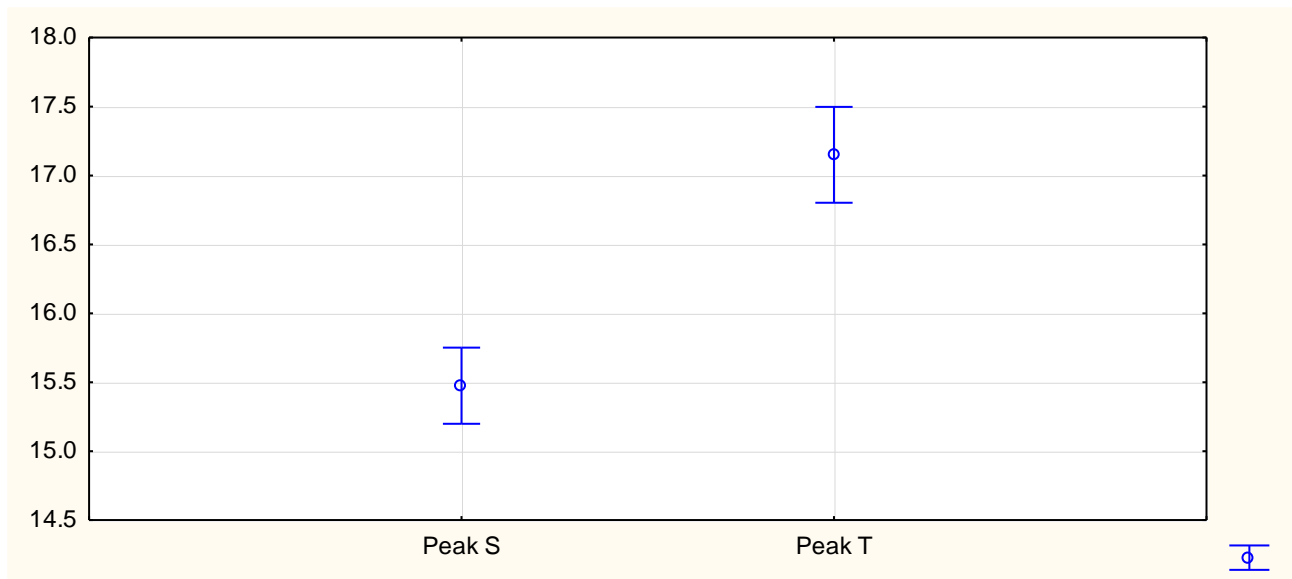
Графикон 23. Приказ на просечната вредност на кислородна сатурација во Тренделенбург положба од 15 степени SaO2(T)

Според Mann-Whitney тестот, разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички сигнификантна за $p < 0,05$ ($U=16972,50$; $Z=2,61819$; $p=0,008840$) (табела 26). Примената на Тренделенбург положба од 15 степени кај пациентите во ЕИЛ поставени на МВ без примена на ПЕЕП може да доведе до намалување на периферната кислородна сатурација.

5.5.4 Среден притисок во дишните патишта (Mean AP)

Просечната вредност на Mean AP изнесуваше $15,5 \pm 2,0$; минимум 11, а максимум 21. Просечната вредност на Mean AP беше повисока и изнесуваше $17,2 \pm 2,5$; минимум 12, а максимум 22 (табела 25 и графикон 24).

Според Mann-Whitney тестот разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички сигнификантна за $p < 0,05$ ($U=12201,50$; $Z=-6,74484$; $p=0,000000$) (табела 26). Со поставување на пациентот во Тренделенбург положба од 15 степени се зголемува средниот притисок во дишните патишта.



Графикон 24. Приказ на просечните вредности на средниот притисок во дишните патишта (Mean AP) кај испитаниците

5.6 Влијание на комбинираната примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 см воден столб

Табела 27. Приказ на просечните вредности на SF(S), SF(T+ P), MAP(S), MAP(T +P), SaO2(S), SaO2(T + P), PeakAP(S) и PeakAP(T+P)

	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
SF(S)	100	74,7	52,0	121,0	15,68002
SF(T+P)	100	73,5	48,0	123,0	15,90716
MAP(S)	100	78,4	63,0	115,0	11,03651
MAP(T+P)	100	76,1	58,0	108,0	10,82016
SaO2(S)	100	98,4	90	100,0	2,137945
SaO2(T + P)	100	98,9	92,0	100,0	1,75151
MeanAP(S)	100	15,0	12,0	19,0	1,86133
MeanAP(T+P)	100	31,0	26,0	35,0	2,34575

Табела 28. Приказ на Mann-Whitney тест а просечните вредности на испитуваните параметри

параметри	Rank Sum - 1	Rank Sum - 2	U	Z	p-value	N - 1	N - 2
puls	10269,00	9831,00	4781,000	0,5339	0,593425	100	100
MAP	10726,00	9374,00	4324,000	1,6505	0,098840	100	100
SaO2 %	9647,00	10453,00	4597,000	-0,9835	0,325380	100	100
MeanAP	5050,00	15050,00	0,000	-12,2157	0,000000	100	100

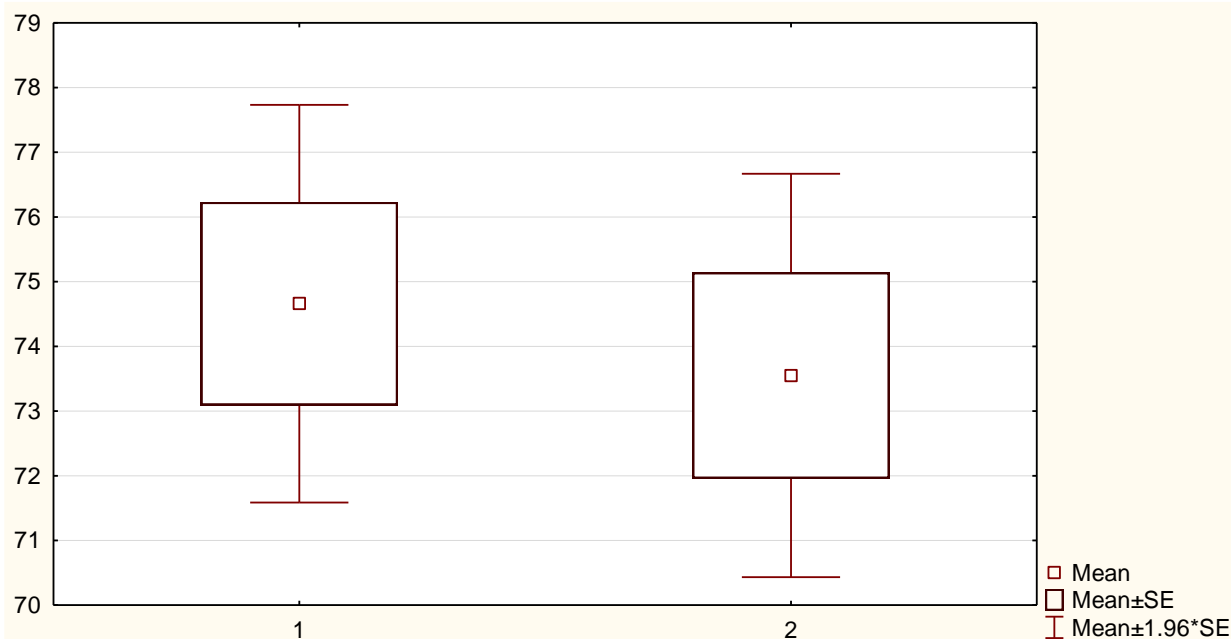
1*-S

2*-T+P

5.6.1 Срцева фреквенција (SF)

Просечната вредност на срцевата фреквенција во положба на супинација SF во ИГ изнесуваше $74,7 \pm 15,7$; минимум 52, а максимум 121 удари. Просечната вредност на срцевата фреквенција по поставување на пациентот во Тренделенбург положба и апликација на ПЕЕП од 15 см воден столб, SF(T+P), беше пониска и изнесуваше $73,5 \pm 15,9$; минимум 48, а максимум 123 удари (табела 27 и графикон 25).

Според Mann-Whitney тестот разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$ ($U=4781,000$; $Z=0,5339$; $p=0,5934$) (табела 28).



1*-S

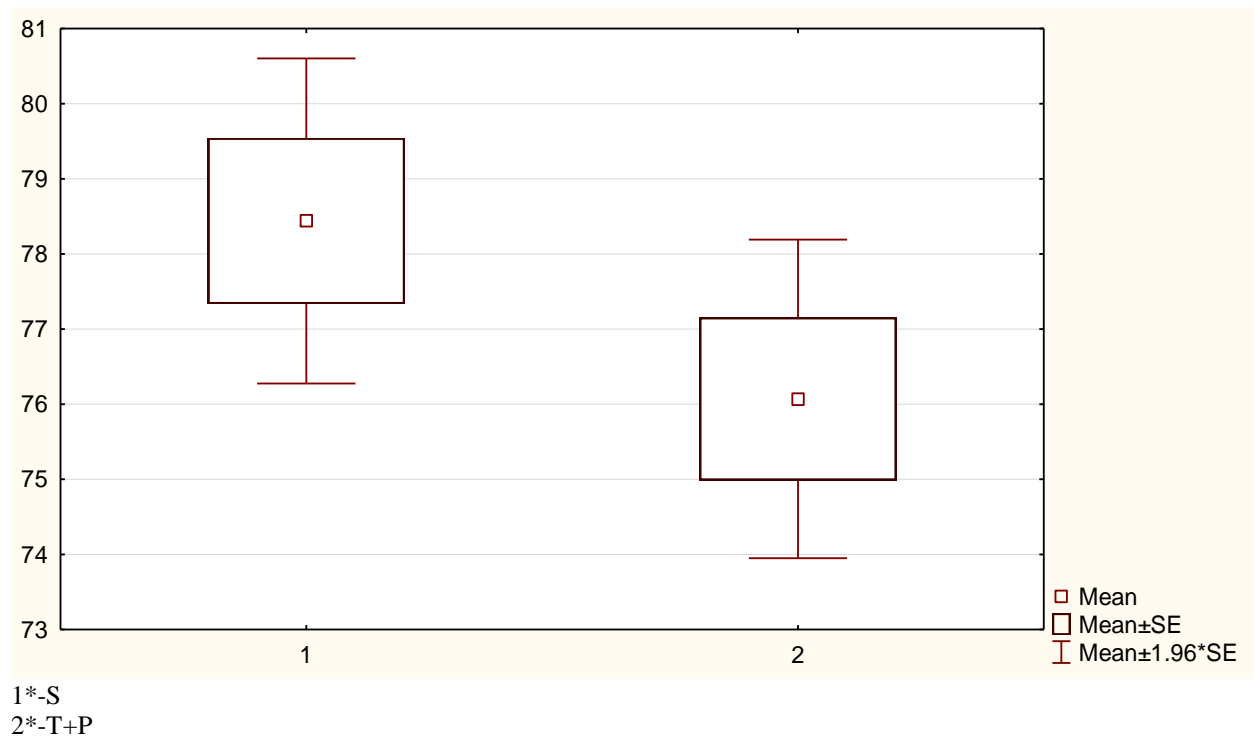
2*-T+P

Графикон 25. Приказ на просечните вредности на срцевата фреквенција кај испитаниците

5.6.2 Среден артериски притисок (МАР)

Просечната вредност на средниот артериски притисок во положба на супинација МАР (S) во ИГ изнесуваше $78,4 \pm 11,0$; минимум 63, а максимум 115. Просечната вредност на средниот артериски притисок со комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 см воден столб (МАР T+P) беше пониска и изнесуваше $76,1 \pm 10,8$; минимум 58, а максимум 108 (табела 27 и графикон 26).

Според Mann-Whitney тестот, разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$ ($U=4324,00050$; $Z=1,65050258271$; $p=0,098840$) (табела 28).

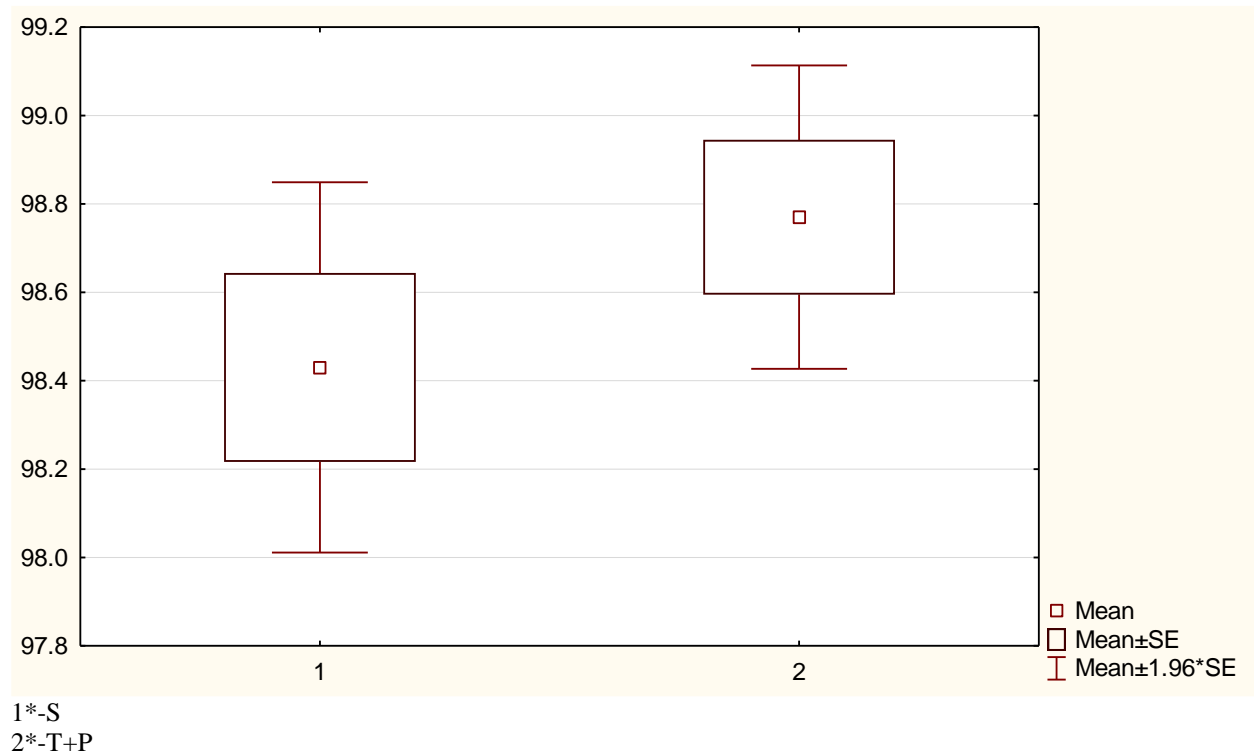


Графикон 26. Приказ на просечните вредности на средниот артериски притисок (МАР) кај испитаниците

5.6.3 Периферна кислородна сатурација (SaO₂)

Просечната вредност на кислородната сатурација во положба на супинација SaO₂(S) во ИГ изнесуваше 98,4±2,1; минимум 90, а максимум 100. Просечната вредност на кислородната сатурација со комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 см воден столб SaO₂(T+P) беше повисока и изнесуваше 98,9±1,8; минимум 92, а максимум 100 (табела 27 и графикон 27).

Според Mann-Whitney тестот разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$ ($U=4597,000$; $Z= -0,9835$; $p=0,325380$) (табела 28).



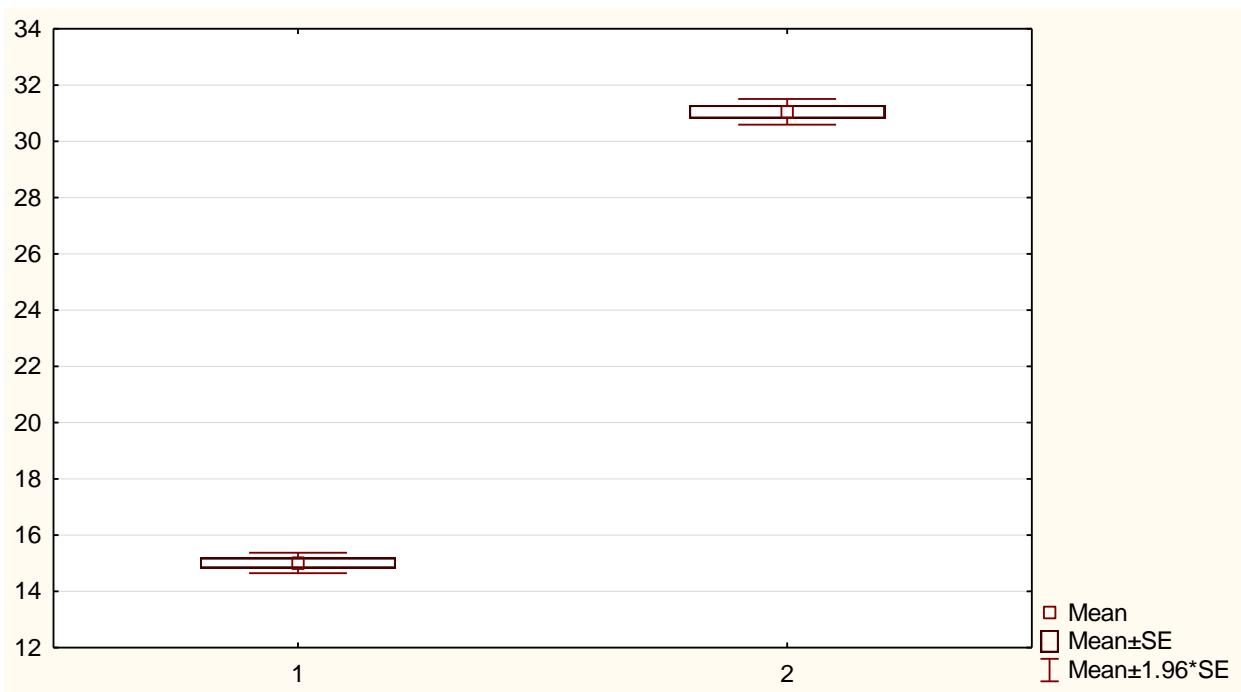
Графикон 27. Приказ на просечните вредности на периферна кислородна сатурација (SaO₂) кај испитаниците

5.6.4 Среден притисок во дишните патишта (MeanAP)

Просечната вредност на средниот притисок во дишните патишта, MeanAP(S), во ИГ изнесуваше 15,0±1,9; минимум 12, а максимум 19. Просечната вредност на средниот притисок во дишните патишта со комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП

од 15 см воден столб, **MeanAP(T+P)**, беше повисока и изнесуваше $31,0 \pm 2,45$; минимум 26, а максимум 35 (табела 27 и графикон 28).

Според Mann-Whitney тестот разликата помеѓу просечните вредности на испитуваните параметри беше статистички сигнификантна за $p < 0,05$ ($U=0,000$; $Z=-12,2157$; $p=0,000000$) (табела 28).



1*-S
2*-T+P

Графикон 28. Приказ на просечните вредности на средниот притисок во дишните патишта (MeanAP) кај испитаниците

5.7 Корелација

Во истражувањето ја анализиравме поврзаноста на големината на CSA и компресибилноста на аксиларната вена со успешноста на постапката, бројот на обиди и времето потребно за нејзино завршување, како и со појавата на артериска пункција.

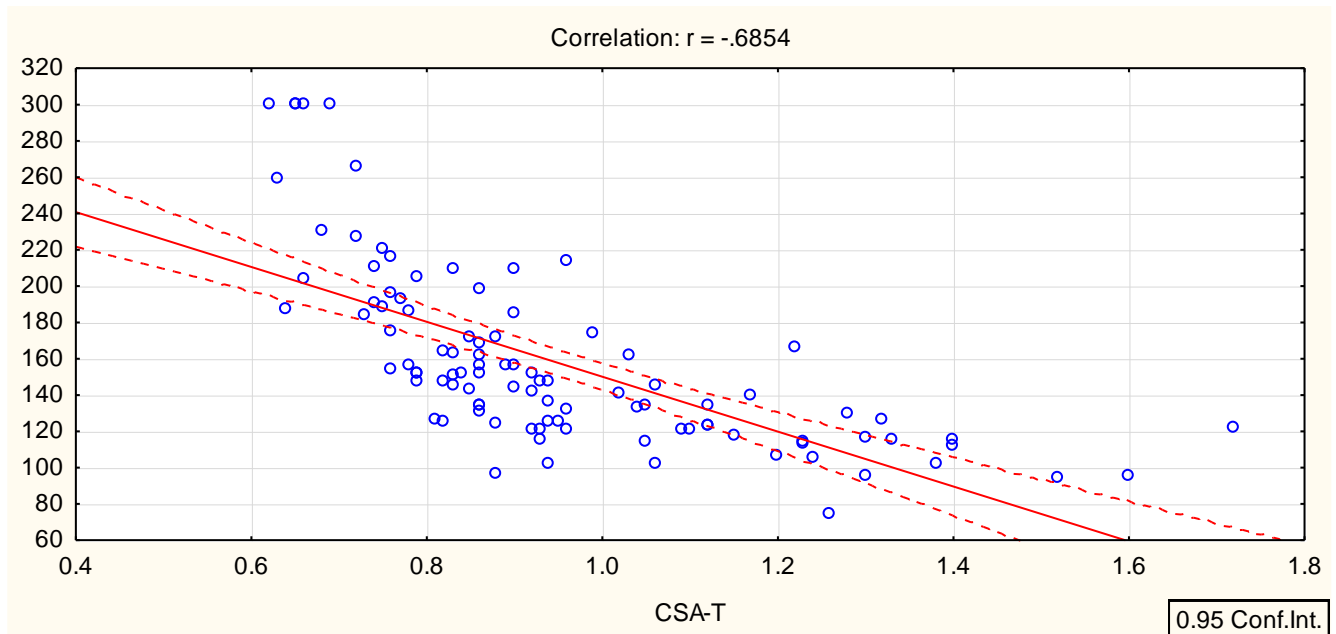
5.7.1 Корелација со CSA

Во текот на истражувањето се покажа статистички сигнификантна негативно умерено јака корелацијата помеѓу CSA-T и времето до завршување на постапката кај пациентите од КГ за $p < 0,05$ ($r = -0,6854$; $p = 0,000$) и статистички сигнификантно негативно јака корелација помеѓу CSA T+P и времето до завршување на постапката кај пациентите од ИГ за $p < 0,05$ ($r = -0,8729$; $p = 0,00$) (табела 29 и графикон 29 а и б).

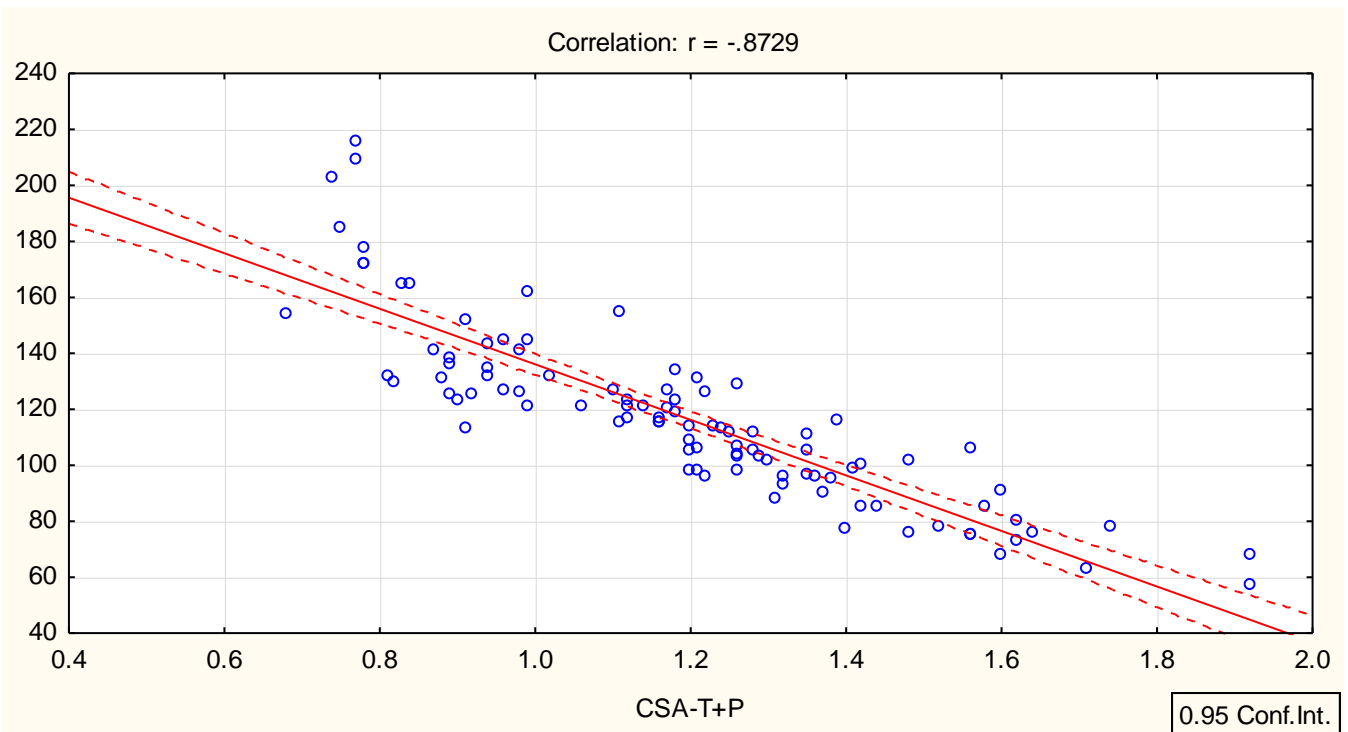
Разликата помеѓу двата корелациони коефициента беше статистички сигнификантна за $p < 0,05$ (Difference test – r , $p = 0,0005$)

Табела 29. Приказ на корелацијата помеѓу групите (CSA-T и CSA T+P) и времето на завршување на постапката кај пациентите кои учествуваа во студијата

	Време до завршување на постапката
CSA-T	-0,6854
	$p = 0,000$
CSA-T+P	-0,8729
	$p = 0,00$



Графикон 29а. Приказ на корелацијата помеѓу групите (CSA-T и CSA T+P) и времето до завршување на постапката кај пациентите кои учествуваа во студијата



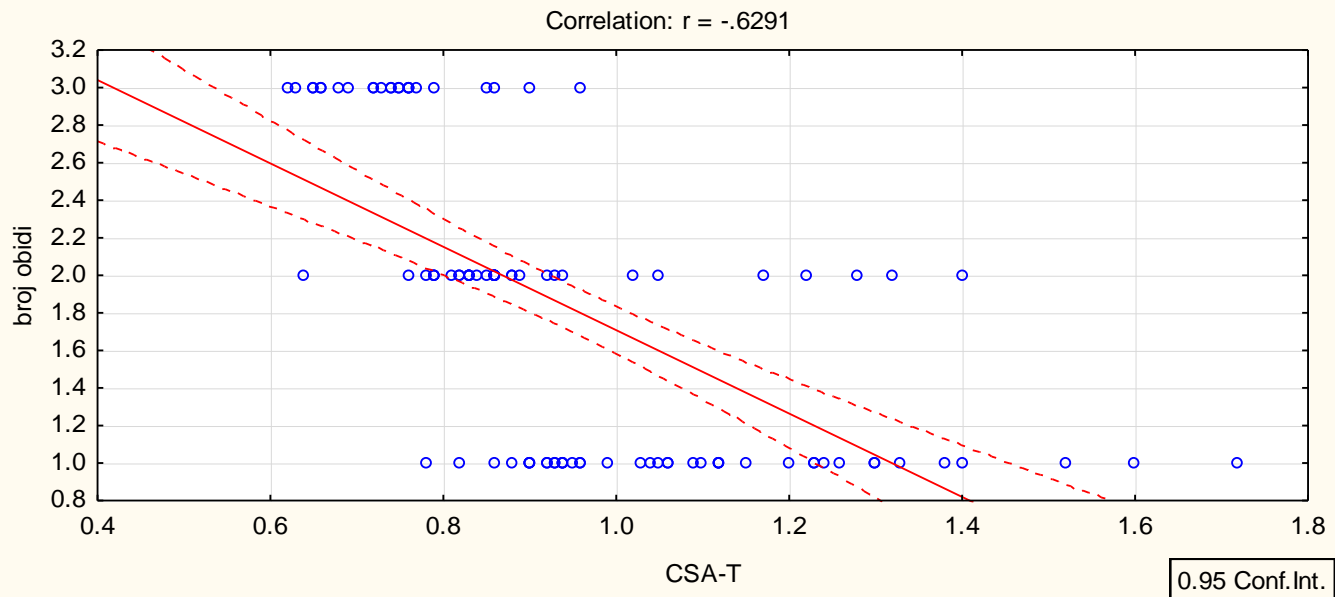
Графикон 296. Приказ на корелацијата помеѓу групите (CSA-T и CSA T+P) и времето до завршување на постапката кај пациентите кои учествуваа во студијата

Беше регистрирана статистички сигнификантно негативна умерено јака корелација помеѓу CSA-T и бројот на обиди кај пациентите кои учествуваа во студијата за $p < 0,05$ ($r = -0,6291$; $p = 0,000$) и статистички сигнификантно негативно умерено јака корелација помеѓу CSA T+P и бројот на обиди кај пациентите кои учествуваа во студијата за $p < 0,05$ ($r = -0,5567$; $p = 0,000$) (табела 30 и графикон 30а и б).

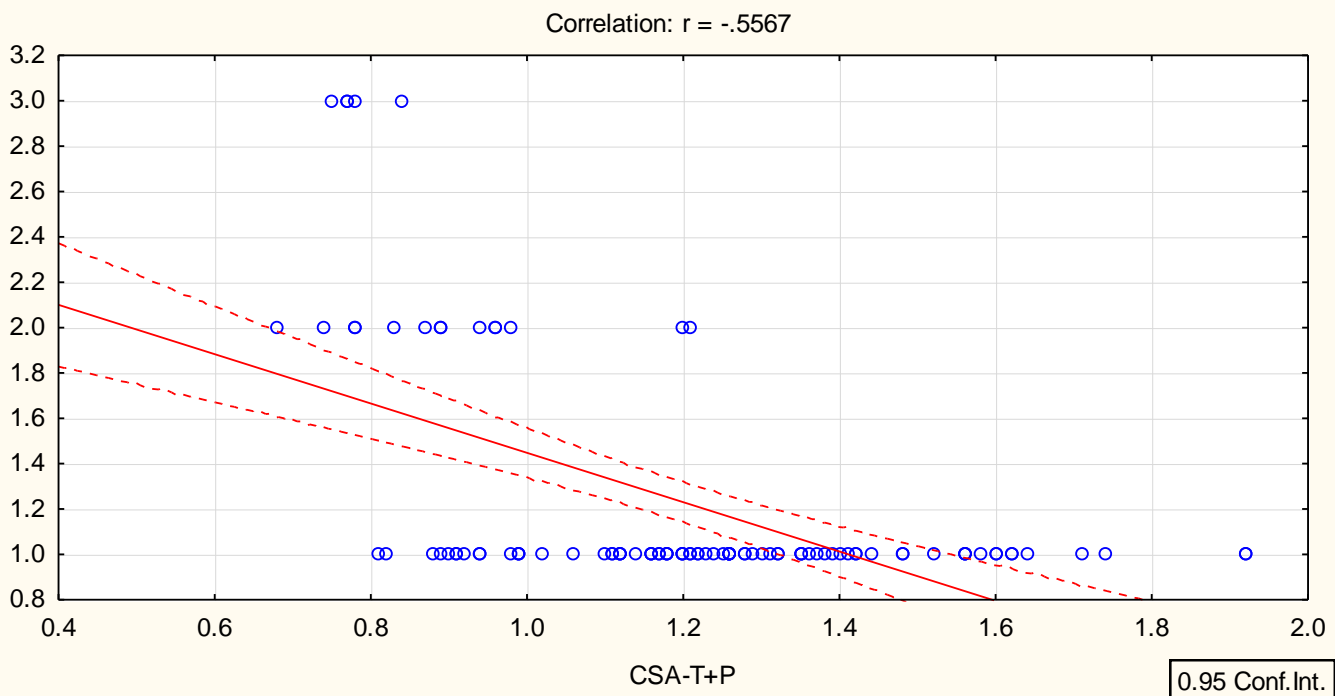
Разликата помеѓу двата корелациони коефициента беше статистички несигнификантна за $p > 0,05$.

Табела 30. Приказ на корелацијата помеѓу групите (CSA-T и CSA T+P) и бројот на обиди кај пациентите кои учествуваа во студијата

	број на обиди
CSA-T	$-0,6291$
	$p = 0,000$
CSA-T+P	$-0,5567$
	$p = 0,000$



Графикон 30а. Приказ на корелацијата помеѓу групите (CSA-Ти CSA T+P) и бројот на обиди кај пациентите кои учествуваа во студијата



Графикон 30б. Приказ на корелацијата помеѓу групите (CSA-Ти CSA T+P) и бројот на обиди кај пациентите кои учествуваа во студијата

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна негативно умерена корелација помеѓу CSA-T и компликациите ($R=-0,260749$).

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна негативно умерена корелација помеѓу CSA T+P и компликациите ($R=-0,321959$).

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна негативно умерена корелација помеѓу CSA-T и артериската пункција ($R=-0,287504$).

Сите 100 пациенти со CSA T+P немаа артериска пункција.

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна умерена корелација помеѓу CSA-T и појавата на хематом ($R=-0,291883$).

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна умерена корелација помеѓу CSA T+PS и појавата на хематом ($R=-0,272318$).

Според Spearman Rank Order Correlations не беше регистрирана статистички сигнификантна корелација помеѓу CSA-T и малпозицијата ($R=0,420084$).

Само два пациента од групата со CSA T+P имаа малпозиција.

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна негативно умерена корелација помеѓу CSA-T и успешноста на постапката ($R=-0,61005$).

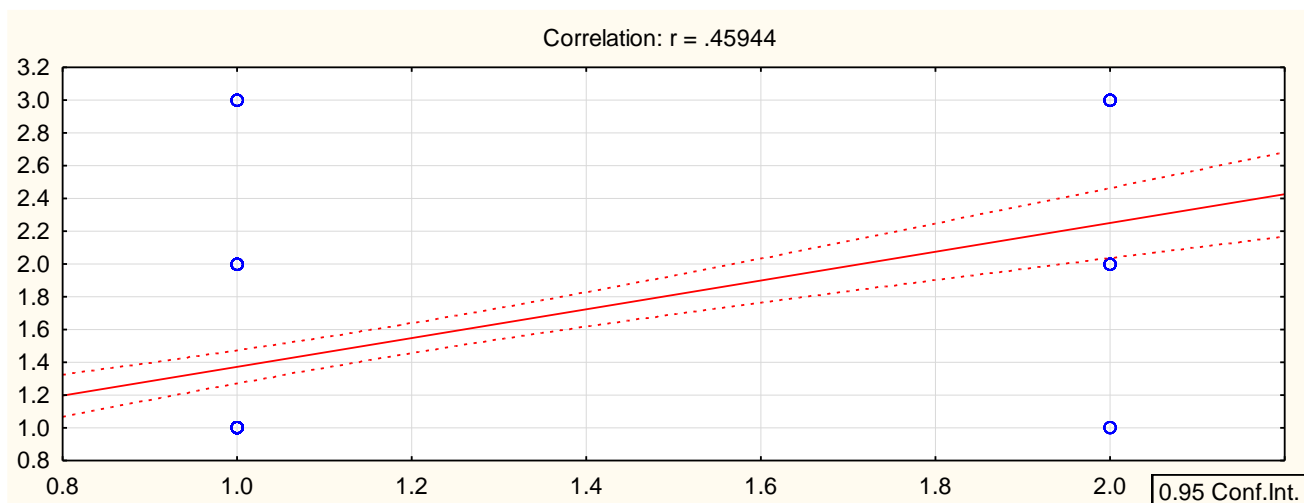
Кај сите 100 пациенти во испитуваната група постапката беше успешна.

5.7.2 Корелација со компресибилност

Беше регистрирана статистички сигнификантно позитивно умерена корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и бројот на обиди кај пациентите кои учествуваа во студијата за $p<0,05$ ($r=0,4594$; $p=0,000$) (табела 31 и графикон 31).

Табела 31. Приказ на корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и бројот на обиди до добивање крв кај пациентите

	број на обиди
компресибилност на крвен сад	,4594
	p=,000

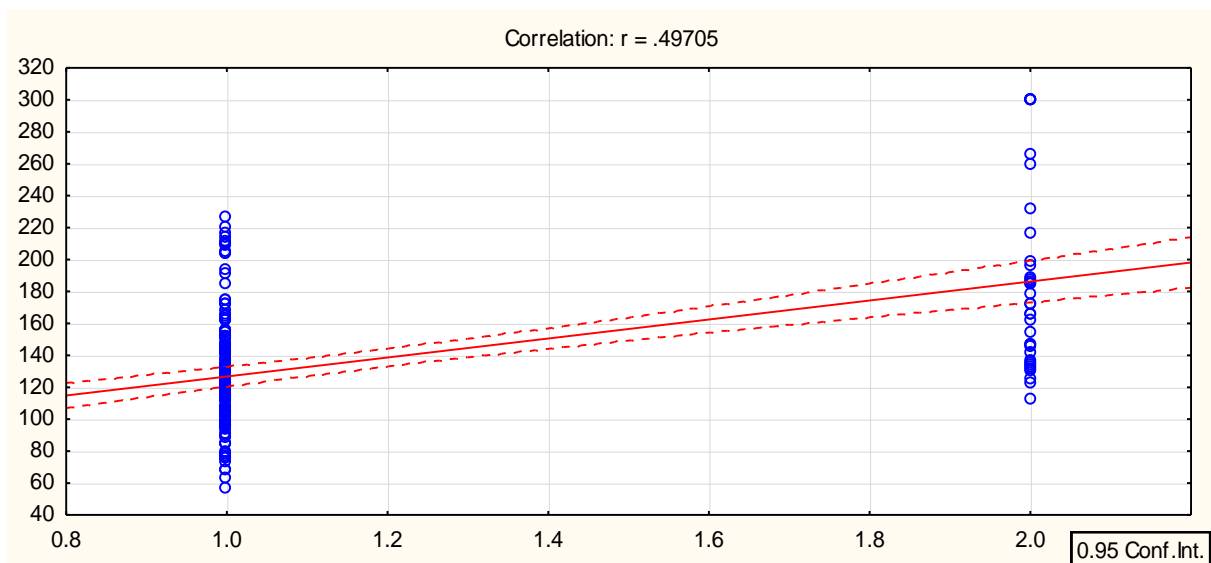


Графикон 31. Приказ на корелацијата помеѓу компресибилноста на крвниот сад и бројот на обиди кај пациентите

Беше регистрирана статистички сигнификантно позитивно умерена корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и бројот на обиди до завршување на постапката кај пациентите кои учествуваа во студијата за $p < 0,05$ ($r = 0,4594$; $p = 0,000$).

Табела 32. Приказ на корелацијата помеѓу компресибилноста на крвниот сад и времето до завршување на постапката кај пациентите

	време до завршување на постапката
компресибилност на крвен сад	,4970
	p=,000



Графикон 32. Приказ на корелацијата помеѓу компресибилноста на крвниот сад и времето до завршување на постапката кај пациентите

Беше регистрирана статистички сигнификантно позитивно умерена корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и времето до завршување на постапката кај пациентите кои учествуваа во студијата за $p < 0,05$ ($r = 0,4970$; $p = 0,000$) (табела 32 и графикон 32).

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и успешноста на постапката ($R = 0,341773$).

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и компликациите ($R = 0,307420$).

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и артериската пункција ($R = 0,263389$).

Според Spearman Rank Order Correlations беше регистрирана статистички сигнификантна корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и појавата на хематом ($R=0,298800$).

6.0 ДИСКУСИЈА

Аксиларната вена е поретко користен венски крвен сад за пристап до централната венска циркулација. Сè поголемата примена на ултразвук во сите области на медицината, па и во единиците за интензивно лекување го реafirмираше интересот на интензивистите, анестезиолозите и кардиолозите за повторна употреба на овој венски крвен сад во секојдневната практика (16). Бројот на студиите кои покажуваат висок процент на успех и низок процент на компликации со примена на ултразвучно водена техника во различни средини и околности е сè поголем. Сепак, постапката секогаш не е успешна и е проследена со компликации. Со цел да се зголеми успешноста и да се намалат компликациите при централна венска катетеризација, испитувано е влијанието на различни техники и маневри, пред сè врз големината на таргетираниот крвен сад и соодносот со соседните структури. Најчесто испитувани маневри и техники се: промена на положбата на главата, раката, положбата на телото, Валсалва маневар, абдоминална и хепатална компресија и ПЕЕП, а најчесто користен венски крвен сад е внатрешната југуларна вена, додека поретко користена е потклучната вена.

Нашата студија беше дизајнирана за да го провери ефектот на истовремената примена на Тренделенбург положба и позитивниот енд експираторен притисок од 15 см воден столб на: површината на попречниот пресек на аксиларната вена (CSA), успехот, бројот на обиди до добивање крв и до пласирање на катетерот, времето до добивање крв и до пласирање на катетерот и појавата на механички компликации (артериска пункција, пневмоторакс, хемоторакс, хематом, контакт со брахијален плексус), средниот артериски притисок (MAP), периферната кислородна сатурација (SpO₂), средниот притисок во дишните патишта (MeanAP), при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена кај пациенти на механичка вентилација во единица за интензивно лекување. Пациентите беа поделени во две групи во зависност од примената на Тренделенбург положбата: КГ од 100 пациенти и Тренделенбург положба и ПЕЕП 15 см воден столб: ИГ од 100 пациенти. Главни резултати

од нашата студија се: (1) Примената на Тренделенбург положбата и ПЕЕП ја зголемува ППП на аксиларната вена; (2) Успешноста на централната венска катетеризација со динамичен УЗ е поголема во групата со ПЕЕП; (3) Ризикот за појава на компликации, а пред сè артериска пункција е помал; (4) Примената на ПЕЕП од 15 см Х2О не го зголемува ризикот за пневмоторакс.

6.1 Демографски карактеристики

Пациентите во двете групи беа хомогено дистрибуирани во однос на полот, просечната возраст, ВМІ, односно просечната висина и тежина.

Во студијата беа вклучени повеќе пациенти од женски пол наспроти пациенти од машки пол. Меѓутоа, и во КГ и во ИГ беа вклучени по 60 пациенти од машки, односно по 40 пациенти од женски пол.

Просечната возраст на пациентите во КГ во студијата изнесуваше $59,2 \pm 12,9$ години, додека во ИГ $59,4 \pm 12,6$ години (табела 4 и графикон 1).

Просечната тежина на пациентите кои учествуваа во студијата во КГ изнесуваше $81,1 \pm 14,8$ килограми, додека, пак, просечната тежина на пациентите од ИГ изнесуваше $77,6 \pm 11,4$ килограми (табела 5 и графикон 2).

Висината на пациентите во КГ се движеше од 1,58 м до 1,90 м, односно во просек изнесуваше $1,71 \pm 0,08$ м. Просечната висина на пациентите од ИГ изнесуваше $1,71 \pm 0,07$ м, во опсег од 1,55 до 1,87 м (табела 6 и графикон 3).

Најголем процент од пациентите во КГ беа со прекумерна тежина (35,0%). Во ИГ најголем процент од пациентите имаа нормална тежина (42,0%). Статистичката анализа не покажа сигнификантна разлика во застапеноста на пациентите со различен ВМІ индекс помеѓу двете групи (КГ и ИГ).

6.2 Клинички карактеристики

Во текот на студијата кај пациентите во двете групи со помош на УЗ апарат ги следевме длабочината на аксиларната вена, степенот на препокривање помеѓу аксиларната вена и артерија и површината на попречниот пресек на аксиларната вена. Исто така, при приемот во ЕИЛ беше пресметан и АРАСНЕ скорот.

6.2.1 Длабочина на аксиларната вена

Длабочината на аксиларната вена ја меревме со помош на УЗ апарат и линеарна сонда. Беше измерено растојанието од кожата до средината на аксиларната вена прикажана во попречен пресек. Просечната вредност на длабочината на крвниот сад кај пациентите од КГ изнесуваше $2,876 \pm 0,7$ см. Најкратко измерено растојание беше 1,7 см, а најдлабоко 4,9 см. Просечната вредност на длабочината на крвниот сад кај пациентите од ИГ изнесуваше $2,879 \pm 0,7$ см, а се движеше од 1,9 до 5,0 см (табела 13 и графикон 10). И во двете групи длабочината на аксиларната вена не се разликуваше сигнификантно. Во студијата на Kim и сор. од 2011 година, била мерена длабочината на аксиларната вена кај испитаните пациенти и била забележана поврзаност помеѓу ВМІ и длабочината на аксиларната вена. Кај пациентите со повисок ВМІ вената била подлабоко поставена отколку кај пациентите со понизок ВМІ. Во просек кај мажите аксиларната вена била на длабочина од 1,86 см, додека кај жени на длабочина од 1,82 см од кожата (142). Во оваа студија длабочината на крвниот сад била мерена од кожата до предниот ѕид на вената. Нашата студија не беше дизајнирана да ја анализира поврзаноста помеѓу демографските и антропометриските карактеристики на пациентите и големината на аксиларната вена.

6.2.2 Степен на препокривање помеѓу аксиларната артерија и вена

Степенот на препокривање помеѓу аксиларната вена и аксиларната артерија како и кај другите централни вени може да влијае врз појавата на артериска пункција и катетеризација. Степенот на препокривање се движеше од комплетно препокривање на крвните садови, преку препокривање помалку од две третини, но повеќе од една третина од попречниот пресек на крвните садови, препокривање помалку од една третина и без препокривање (6). Кај 91,0% од пациентите во КГ не забележавме препокривање меѓу крвните садови; кај 7,0% препокривањето беше помалку од една третина, а кај 1,0% забележавме целосно препокривање и препокривање од две третини (табела 12 и графикон 9). Кај 90,0% од пациентите во ИГ крвните садови не се препокриваа воопшто; кај 6,0% препокривањето беше помалку од една третина, а кај по 2,0% најдовме целосно препокривање и препокривање од две третини (табела 12 и графикон 9). Разликата помеѓу двете групи во однос на степенот на препокривање на крвните садови беше статистички

несигнификантна. Во студијата на Galloway од 2003 година бил следен степенот на препокривање помеѓу аксиларната вена и артерија со помош на УЗ на неколку различни точки одејќи од медијално кон латерално. Првото мерење било направено на медиоклавикуларната линија, второто на 2 см латерално од првото мерење и третото 4 см латерално од медиоклавикуларната линија. Тие забележале дека степенот на препокривање значително се намалува одејќи латерално. Па, така на 2 см од медиоклавикуларната линија кај 92% (десно), односно 93% (лево) од пациентите не било забележано препокривање меѓу крвните садови, додека кај 7% (десно), односно 8% (лево) било забележано препокривање од 1/3. На 4 см од медиоклавикуларната линија кај ниеден од пациентите не било забележано препокривање ниту од левата ниту од десната страна. Резултатите добиени во нашата студија за степенот на препокривање помеѓу аксиларната вена и артерија се совпаѓаат со резултатите од оваа студија (6).

6.2.3 APACHE скоринг систем

APACHE скоринг системот е дизајниран за мерење на сериозноста на болеста кај возрасни пациенти примени во единиците за интензивна нега. Резултатот може да варира во интервал од 0 до 71 и се пресметува врз основа на повеќе параметри. Повисоките резултати одговараат на потешка болест и поголем ризик од смрт.

Просечната вредност на APACHE II скорот кај пациентите од КГ во нашата студија изнесуваше $21,5 \pm 6,8$; минимум 12, а максимум 36. Просечната вредност на APACHE II скорот кај пациентите од ИГ во нашата студија изнесуваше $20,9 \pm 6,3$; минимум 11, а максимум 35 (табела 11 и графикон 8). Разликата помеѓу просечната вредност на APACHE II скорот помеѓу двете групи е статистички несигнификантна за $p > 0,05$ ($p = 0,490858$).

Просечната вредност на APACHE скорот во студијата на Funda Gok од 2015 година за влијанието на пасивното подигнување на нозете и Тренделенбург положбата при катетеризација на ВЈВ изнесувала $17,31 \pm 5,67$ (146). Просечната вредност на APACHE скорот во студијата на Fragou од 2011 година, која ја споредувала ултразвучно водената со анатомската катетеризација на ПВ во ЕИЛ кај пациенти на механичка вентилација, изнесувала $20,4 \pm 3,5$ наспроти $20,5 \pm 3,7$ соодветно (143).

6.2.4 Големина на површината на попречниот пресек (CSA)

Просечната вредност на површината на попречниот пресек (CSA) на аксиларната вена не беше сигнификантно различна помеѓу пациентите од машки и женски пол ($p=0,9661$). За разлика од резултатите во нашата студија, во студијата на Ким и сор. од 2011 година била забележана разлика помеѓу дијаметарот на аксиларната вена помеѓу пациентите од машки и женски пол. Исто така, постоела сигнификантна разлика помеѓу дијаметарот на аксиларната вена помеѓу левата и десната страна кај еден ист пациент (142). Оттука, и во нашата студија се направи скрининг на аксиларната вена и се избра страната на која таа е поголема. При тоа, кај 60% од пациентите во КГ и кај 65% од пациентите во ИГ аксиларната вена беше поголема на десната страна. Студијата на Тап и сор. од 2013 година не покажала поврзаност на големината на аксиларната вена и антропометриските карактеристики на пациентите и дали тие биле доминантно деснораки, односно левораки (144). За разлика од тоа, во студијата на Ким и сор. била забележана слаба поврзаност помеѓу дијаметерот на аксиларната вена и ВМІ на пациентите.

6.3 Влијание на Тренделенбург положба и ПЕЕП

6.3.1 Тренделенбург положба

Основната цел на примената на Тренделенбург положбата при централна венска катетеризација е превенција на појавата на воздушна емболија. Меѓутоа, примената на оваа положба влијае врз големината на попречниот пресек на централните вени и има хемодинамски и респираторни ефекти.

A. Хемодинамски ефекти

Хемодинамските ефекти на Тренделенбург положбата се испитувани во повеќе студии кај здрави волонтери, но и кај пациенти со различни заболувања во единиците за интензивно лекување (145-147). Доминантни хемодинамски промени од примена на Тренделенбург положбата опишани во најголемиот број студии се зголемување на срцевото преоптоварување, односно венскиот повраток, што преку Франк Стерлиговиот механизам најчесто доведува до транзиторно зголемување на кардијалниот индекс помеѓу 5% и 15%.

Овие промени на срцевото преоптоварување и кардијалниот аутпут обично се проследени со минимална транзиторна промена во средниот артериски притисок и систолниот притисок, без промена на срцевата фреквенција (148-150). Во неколкуте студии во кои е забележан пораст на крвниот притисок, се работи за минимално зголемување во просек од 9 мм Хг. Волуменот на крв кој се поместува во централната циркулација е мал, и според студијата на Vivins изнесува 1,8% од тоталниот крвен волумен (151).

Тренделенбург положбата може да има и негативни последици, особено кај пациенти кои се хипотензивни, пациенти со отежната механичка вентилација, пациенти со коронарна артериска болест, неврохируршки болни со покачен интракранијален притисок и зголемен интраокуларен притисок, како и пациенти со исхемија на долните екстремитети (128,129).

Во студијата на Terai примената на Тренделенбург положбата од 10 степени резултирала со зголемување на површината на попречниот пресек (CSA) на внатрешната југуларна вена без промени во средниот артериски притисок и срцевата фреквенција и зголемување на кардијалниот аутпут од 16% (152). Во студијата на Funda Gok од 2015 година било испитувано влијанието на Тренделенбург положбата од 10 степени и пасивното подигнување на нозете од 40 степени кај 78 пациенти во единица за интензивно лекување на механичка вентилација. Авторите забележале статистички сигнификантно зголемување на MAP со примената на Тренделенбург положба, како и со пасивно подигнување на нозете од 82,90 милиметри живин столб на 86,16 милиметри живин столб, односно 85,45 милиметри живин столб. Средната вредност на пулсот во положба на супинација изнесувала 97,43, додека во Тренделенбург положба изнесувал 98,84, односно 97,76 удари во минута со пасивно подигнување на нозете (146).

Во нашата студија примената на Тренделенбург положбата не доведе до значајни промени во средниот артериски притисок и срцевата фреквенција. Просечната срцева фреквенција во положба на супинација (Ps) изнесуваше $75 \pm 16,5$ удари во минута; минимум 52, а максимум 127 удари во минута, додека со примена на Тренделенбург положбата (Pt) таа изнесуваше $75,0 \pm 16,6$; минимум 52, а максимум 130 удари во минута.

Ист беше случајот и со средниот артериски притисок (MAP) каде примената на Тренделенбург положбата не доведе до статистички значителна промена на MAP.

Просечната вредност на MAPs во положба на супинација изнесуваше $80, 5 \pm 12,3$; минимум 61, а максимум 118 милиметри живин столб. Просечната вредност на (MAPt) во Тренделенбург положбата изнесуваше $81, 4 \pm 12,0$; минимум 59, а максимум 118 mmHg .

Б. Респираторни ефекти од примената на Тренделенбург положба

Тренделенбург положбата има и свои респираторни реперкусији. Таа доведува до зголемување на врвниот притисок во дишните патишта, пад на FRC што предиспонира појава на ателектаза и пад на кислородната сатурација (153-155). Различни студии сепак прикажуваат различни ефекти. Во студијата на Sprung, примената на Тренделенбург положбата кај морбидно обезни пациенти немала значајно влијание врз кислородната сатурација и респираторната механика. Напротив, поставувањето на пациентот во положба на супинација резултирало со најизразени ефекти врз овие параметри (130). Кислородната сатурација и срцевата фреквенција останале непроменети и во студијата на Hongratana кај стабилни пациенти со политраума на механичка вентилација при примена на Тренделенбург положба од 30 степени (131). Примената на Тренделенбург положба и од 40 степени и пневмоперитонеум во времетраење дури од 120 минути не довела да пад на кислородната сатурација ниту при волумен ниту при притисочно контролирана механичка вентилација иако бил забележан пад на белодробната комплијанса помеѓу 30% и 50% и пад на FRC. Значаен фактор за ваквите резултати е дека се работи за здрави пациенти без присутни коморбидитети (132). За разлика од овие резултати, во студијата на Kilic од 2015 година каде биле вклучени пациенти без и пациенти со хронична опструктивна белодробна болест, и во двете групи бил забележан пад на кислородната сатурација во споредба со почетната, поизразена кај пациентите со COPD (156). Во неодамнешен ревијален труд бил направен преглед на релевантните податоци од литературата за кардиопулмоналните ефекти на Тренделенбург положбата. Во него се заклучува дека Тренделенбург положбата доведува до намалување на FRC, зголемување на ателектатичните зони и пад на кислородната сатурација. Овие ефекти биле поизразени кај пациенти со претходни белодробни заболувања, COPD, и морбидно обезни (133).

Просечната вредностна кислородната сатурација во положба на супинација (SaO_2s) во нашата студија изнесуваше $97, 1 \pm 3,1\%$; минимум 88%, а максимум 100%. Просечната

вредност на кислородната сатурација во Тренделенбург положба (SaO_2t) беше статистички сигнификантно пониска и изнесуваше $96,3 \pm 3,4\%$; минимум 88%, а максимум 100%, што е во согласност со резултатите од претходните студии.

6.3.2 Влијание на механичката вентилација со ПЕЕП

А. Хемодинамски ефекти на позитивно притисочната механичка вентилација и ПЕЕП

Најзначајна хемодинамска промена од примената на позитивно притисочна вентилација и ПЕЕП е падот на кардијалниот аутпут. Кардијалниот аутпут е производ на срцевата фреквенција и ударниот волумен. Имајќи предвид дека не доаѓа до значајна промена на срцевата фреквенција, падот на кардијалниот аутпут при апликација на ПЕЕП е резултат на редукција на ударниот волумен на левата комора. Меѓутоа, и покрај падот на кардијалниот аутпут најчесто не доаѓа до значителен пад на средниот артериски притисок заради компензаторното зголемување на средниот системски васкуларен отпор. Основни фактори од кои зависи ударниот волумен се: венскиот повраток односно преоптоварување, срцевото послеоптоварување, контрактилноста и вентрикуларната меѓузависност. Промената на овие детерминанти при позитивно притисочна вентилација и ПЕЕП е резултат на промената на белодробниот волумен и интраторакалниот притисок.

Осетливоста на системскиот венски повраток врз респираторните промени се опишани уште од Guyton и сор. (157,158).

Основна сила која ја враќа крвта во срцето е притисочниот градиент помеѓу притисокот во десната преткомора и средниот системски притисок. Тој е функција од крвниот волумен, периферниот вазомоторен тонус, и дистрибуцијата на крвта во васкуларното корито. Таа зависност е прикажана на кривата на венски повраток (159). Со зголемување на ПЕЕП се очекува да дојде до зголемување на притисокот во десната преткомора (RAP) и на тој начин да дојде до намалување на градиентот за венски повраток. Меѓутоа, неколку студии како кај животни, така и кај луѓе покажуваат дека со зголемување на ПЕЕП, покрај пораст на RAP доаѓа до пораст и на средниот системски притисок и на тој начин се одржува градиентот за венски повраток (160-162). Оттука, падот на венскиот повраток е резултат на други фактори. Неколку студии покажуваат зголемен отпор на венскиот проток на крв преку констрикција и компресија на хепаталните и порталните вени како и преку зголемување на притисокот и колапс на дел од венскиот крвен сад, како на

пример горната шуплива вена (163,164). Влијанието на зголемениот притисок во дишните патишта и до 30 cm X2O на системскиот венски повраток зависи од основниот волуменски статус и почетниот притисок во десната преткомора. Пациентите со притисок во десната преткомора под <10 mmHg покажуваат поголема склоност кон хемодинамски колапс отколку пациентите со повисок притисок. Во студијата на Jellinek, кај 22 пациенти на механичка вентилација со ALI било испитувано влијанието на позитивниот притисок во дишните патишта од 0, 10, 20 и 30 cm X2O зададени за време на инспираторна пауза од 15 секунди. Зголемениот притисок во дишните патишта довел до пад на кардијалниот индекс. Падот на кардијалниот индекс бил најизразен кај пациенти со притисок во десната преткомора под 10 cm X2O (162). Значењето на волуменскиот статус за хемодинамскиот ефект од примената на ПЕЕП била покажана во студијата на Fougères од 2010 година кај 21 пациент со ARDS кај кои бил зголемен ПЕЕП од 5 ± 1 cm H2O до 13 ± 4 cm H2O и постигнување на плато притисок од 30 ± 1 cm H2O. Потоа било применето пасивно подигнување на нозете за зголемување на венскиот повраток. Резултатите покажале дека примената на високи вредности на ПЕЕП довело до намалување на кардијалниот аутпут како резултат на зголемување на послеоптоварувањето на десното срце. Примената на пасивно подигнување на нозете довело до нормализирање на кардијалниот аутпут. Ваквите резултати сугерираат заклучок дека примената на ПЕЕП довела до прекумерна дистензија на одредени алвеоли и колапс на интералвеоларните мали крвни садови кои биле повторно регрутирани со зголемување на централниот крвен волумен (165). Поврзаноста на колапсибилноста на горната шуплива вена со волуменскиот статус на пациентот е покажана и со влијанието на интравенско хидрирање на нејзината колапсибилност кај септични пациенти (164)

Покрај намалувањето на венскиот повраток, ПЕЕП може и да го зголеми послеоптоварувањето на десната комора и на тој начин да го намали полнењето на левото срце. Тоа зависи од предизвиканата промена на белодробниот волумен во сооднос со FRC, ефектот на ПЕЕП на белодробната васкуларна резистенција и вкупниот ефект на пулмоналниот артериски притисок. При белодробни волумени блиску до FRC доминира ефектот на екстраалвеоларните крвни садови, што, пак, резултира со намалена пулмонална васкуларна резистенција. При поголеми белодробни волумени кои се доближуваат до

тоталниот белодробен капацитет преобладава ефектот на интраалвеоларните крвни садови и пулмоналната васкуларна резистенција се зголемува (166). Ефектот на белодробната васкуларна резистенција зависи и од тоа дали ПЕЕП ќе доведе до “recruitment” на колабирани алвеоли и пораст на регионалниот парцијален притисок на кислородот и намалување на хипоксичната васкуларна резистенција (167).

Покрај индиректниот ефект ПЕЕП може да има и директен механички ефект врз работата на срцето преку директен притисок на коморите и преку таканаречената венстрикуларна меѓузависност. Овие ефекти имаат клиничко значење само во случаи на акутно “cor pulmonale” (168).

Повеќе студии кои следеле различни параметри на срцевата функција како соодносот на енд дијастолниот волумен на левата комора и кардијалниот аутпут и односот на енд систолниот притисок волумен, покажале дека примената на ПЕЕП не резултира со промена на контрактилноста на левата комора (169).

Наспроти ефектот на десната комора каде примената на ПЕЕП може да доведе до зголемување на послеоптоварувањето, примената на ПЕЕП доведува до намалување на оптоварувањето кое треба да го совлада левата комора. Ова е затоа што ПЕЕП доведува до зголемување на притисокот околу левото срце и торакалниот дел на аортата во поголема мерка отколку што доведува до зголемување на притисокот во абдоминалната празнина и останатиот дел од васкуларниот систем којшто е под влијание на атмосферскиот притисок. И покрај намалувањето на послеоптоварувањето, сепак примената на ПЕЕП обично не доведува до зголемување на кардијалниот аутпут. Ова е поради тоа што обично преобладаваат ефектите на намалувањето на полнењето на левата преткомора. Исклучок се пациентите со срцева слабост и белодробен едем каде слабото срце е многу поосетливо на намалувањето на послеоптоварувањето (170).

Срцевата фреквенција е другиот фактор од кој зависи ударниот волумен на срцето. Иако се очекува да дојде до рефлексна тахикардија, која би го компензирала падот во кардијалниот аутпут, повеќе истражувачи не успеале да забележат значителна промена на срцевата фреквенција при зголемување на интраторакалниот притисок (136,140,171-173).

Механизмите со кои ПЕЕП влијае врз хемодинамските параметри се комплексни и тешко предвидливи и оттука при примена на повисоки вредности од вообичаените е потребен континуиран мониторинг, внимателност и оптимизирање на хемодинамските

параметри. На тој начин може да се превенираат и навремено препознаат и коригираат негативните ефекти од неговата примена. Повеќето студии покажуваат дека со соодветна подготовка примената и на повисоки вредности на ПЕЕП не резултира со значителни хемодинамски последици по пациентите.

Во студијата на Miranda и сор. од 2004 година, кај 20 кардиохируршки пациенти бил испитуван хемодинамскиот ефект на концептот на “open lung” со примена на притисочно контролирана вентилација со врвен притисок за време на “recruitment” маневар и до 60 см воден столб и ПЕЕП за да се одржи белиот дроб отворен и до 17 см воден столб. Пациентите биле следени во период од 3 часа. Во нивната студија не забележале сигнификантна промена на срцевата фреквенција, средниот артериски притисок, кардијалниот аутпут и белодробната васкуларна резистенција (137).

Во студија од 2013 година било испитувано влијанието на ПЕЕП од 10 см воден столб на попречниот пресек на феморалната вена кај возрасни пациенти во положба на супинација. Задавањето на ПЕЕП довело до пад на средниот артериски притисок од 2,6 милиметри живин столб ($p < 0,001$) без промена во срцевата фреквенција ($p = 0,861$) (174). Слични хемодинамски ефекти од примената на ПЕЕП добиле и други автори (175,176).

Во студијата на Nan од 2014 година кај 24 возрасни пациенти во анестезија било испитано влијанието на примената на Тренделенбург положбата од 10 степени и ПЕЕП од 10 см воден столб врз големината на југуларната вена. Авторите не забележале статистички сигнификантна промена во систолниот притисок кај пациентите при комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 10 см воден столб, но забележале статистички сигнификантно намалување на просечната срцева фреквенција од 70,3 удари во минута на 66,4 удари во минута (177).

Во студијата на Kaushik од 2017 година било испитувано влијанието на Тренделенбург положбата и ПЕЕП до 15 см воден столб врз површината на југуларната вена кај 100 пациенти на механичка вентилација. Авторите откриле статистички сигнификантно намалување на систолниот и дијастолниот крвен притисок и забавување на срцевата фреквенција иако кај ниеден пациент немало потреба од давање вазоактивни лекови или каква било друга интервенција (178).

Респираторните и хемодинамските ефекти од примената на ПЕЕП биле испитани и во студијата на Dipti Saxena спроведена во 2017 година. Во студијата биле вклучени 60

обезни пациенти со BMI над 40 kg/m² поделени во две групи. Во контролната група не бил зададен ПЕЕП ни пред интубација ни во тек на анестезија, додека, пак, во испитуваната група бил зададен ПЕЕП 1 минута пред интубација со вентилација на маска, и во тек на анестезија. Авторите не забележале сигнификантна промена во хемодинамските параметри, освен лесно намалување на срцевата фреквенција (179). Слични резултати кај обезни пациенти се забележани и во студијата на Vohm од 2009 година. Тој во својата студија вклучил 20 морбидно обезни пациенти со BMI над 40 kg/m². Кај пациентите било испитувано влијанието на висок ПЕЕП и плато притисок од 50-60 cm воден столб во тек на 10 вдишувања при што не биле забележани значајни промени во хемодинамските параметри кои биле следени со инвазивен периферен артериски катетер и пулмонален артериски катетер (180). Сигнификантни промени во хемодинамските параметри немало ниту во студијата на Pirrone од 2015 година кај 14 морбидно обезни пациенти кај кои биле забележани различни вредности на ПЕЕП, и тоа: ПЕЕП одреден стандардно од лекарот на смена, ПЕЕП по “recruitment” маневар и ПЕЕП по мерење на транспулмоналниот притисок (181).

Во ревијалниот труд на Lovas од 2015 година биле проследени различните хемодинамските ефекти на “recruitment” маневрите кај пациенти на механичка вентилација. Едноставните хемодинамски параметри, како срцевата фреквенција и средниот артериски притисок, останале непроменети (139).

Во нашата студија примената на ПЕЕП од 15 cm воден столб, по поставување на пациентот во Тренделенбург положба, доведе до намалување на средниот артериски притисок од 78,4±11,0 (минимум 63, а максимум 115 mmHg) на 76,1±10,8; минимум 58, а максимум 108 mmHg.

Просечната вредност на пулсот во положба на супинација (Ps) кај пациентите во ИГ изнесуваше 74,7±15,7; минимум 52, а максимум 121 удар. Просечната вредност на пулсот со комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 cmH₂O (P S+T) беше пониска и изнесуваше 73,5±15,9; минимум 48, а максимум 123 удари во минута. Кај ниеден од пациентите немаше потреба од дополнителна интервенција за одржување на хемодинамските параметри.

В. Кислородна сатурација

Позитивниот енд експираторен притисок - ПЕЕП претставува позитивен притисок во тек на експираторната фаза на респираторниот циклус, особено на крајот од експириумот.

ПЕЕП може да се искористи за подобрување на кислородната сатурација. Подобрувањето на кислородната сатурација е резултат на неколку механизми. Зголемувањето на притисокот во системот ја зголемува растворливоста на гасовите. Оттука, ПЕЕП ја зголемува растворливоста на кислородот и способноста да ја премине алвеолокапиларната мембрана. Тој доведува и до “recruitment” на малите дишни патишта и алвеоли и нивна стабилизација, намалувајќи го белодробното шантирање, подобрувајќи го односот вентилација-перфузија и зголемувајќи го функционалниот резидуален капацитет. На тој начин превенира појава на ателектаза и спречува оштетување кое може да настане како последица од циклично отворање на колабираните алвеоли со секој респираторен циклус (182).

Сепак, постојат и случаи кога апликацијата на ПЕЕП може да доведе до пад на кислородната сатурација. Тоа е особено изразено кај хиповолемични пациенти со фокални белодробни промени, како на пример пациенти со лобарна пневмонија (183).

Дебатата за употребата на низок наспроти висок ПЕЕП, особено кај пациенти со ALI и ARDS, која е почната одамна, продолжува и денес. Ревискиот труд пронајден во базата на податоци Cochrane од 2013 година пробал да даде одговор на ова прашање, при што биле прегледани 7 рандомизирани контролирани студии со 2565 учесници. По завршувањето на мета-анализата, авторите не нашле статистички сигнификантна разлика ниту во вкупната смртност, ниту во смртноста во ЕИЛ, ниту во ризикот од баротраума помеѓу групите. Пациентите во групата со висок ПЕЕП покажале подобрена оксигенација во првиот, третиот и седмиот ден од студијата (184). Во ревискиот труд од 2017 година уште еднаш бил направен обид да се даде одговор на прашњето на ефектот од примената на висок наспроти низок ПЕЕП кај пациенти со ARDS. Биле вклучени 8 рандомизирани контролирани студии со 2728 пациенти. Во групата со висок ПЕЕП бил применет ПЕЕП од 15,1 ($\pm 3,6$) cm H₂O, додека во групите со низок ПЕЕП тој изнесувал 9,1 ($\pm 2,7$) cm H₂O. При примарната анализа биле исклучени две студии во кои не бил лимитиран дишниот волумен

во групата со низок ПЕЕП. Оваа анализа не покажала статистички сигнификантни разлики во морталитетот, јавувањето на баротраума и денови на спонтано дишење помеѓу двете групи пациенти. Секундарната анализа ги вклучила претходно исклучените студии и таа покажала сигнификантно намален морталитет во групата пациенти со висок ПЕЕП, особено во студиите кои не го ограничиле дишниот волумен во групата пациенти со низок ПЕЕП (185). И конечно, мета-анализата од 2018 година покажала бенефит од примената на високи вредности на ПЕЕП, но само во групата пациенти кои покажале позитивен одговор на оксигенацијата од примената на ПЕЕП. Во оваа мета-анализа, која се спроведувала од 1990 до 2017 година, биле вклучени девет студии, односно 3612 пациенти. Двете групи не се разликувале по вкупната смртност (RR = 0,92; 95% CI; 0,79 до 1,07; P = 0,26), смртноста на 28 ден (RR = 0,88; 95% CI; 0,72 до 1,07; P = 0,19) од хоспитализација и смртноста во ЕИЛ (RR = 0,83; 95% CI; 0,65 до 1,07; P = 0,15). Меѓутоа, во подгрупата пациенти кои покажале подобрена оксигенација при примената на висок ПЕЕП имало значително намалена смртност во ЕИЛ, смртност на 28 ден, но не и вкупна смртност (186).

Студиите кај пациенти без АЛИ и ARDS исто така покажуваат најголем пораст на оксигенацијата кај пациенти на механичка вентилација во единиците за интензивно лекување. Мета-анализата од 2016 година анализираше вентилациони стратегии кај 575 пациенти во ЕИЛ во 17 различни RCT. Биле споредени неколку вентилациони стратегии, и тоа: вентилација со низок дишен волумен и висок ПЕЕП, која довела до највисок однос PaO₂/FiO₂, вентилација со висок дишен волумен и низок ПЕЕП која резултирала со највисока комплијанса, вентилација со низок дишен волумен и низок ПЕЕП која резултирала со најнизок престој во ЕИЛ, и вентилација со мал дишен волумен ЗЕЕП која имала најнизок однос PaO₂/FiO₂ и најниска комплијанса (187).

Во нашата студија примената на ПЕЕП од 15 см воден столб за време на централната венска катетеризација доведе до зголемување на кислородната сатурација кај пациентите. Просечната вредност на кислородната сатурација во положба на супинација (SaO₂) изнесуваше 98,4±2,1; минимум 90%, а максимум 100%. Просечната вредност на кислородната сатурација со комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП од 15 cmH₂O (SaO₂) беше незначително повисока и изнесуваше 98,9±1,8; минимум 92, а максимум 100.

6.3.3 Влијание на Тренделенбург и/или ПЕЕП врз површината на попречниот пресек на аксиларната вена (CSA)

А. Тренделенбург положба

Покрај превенцијата на воздушна емболија при централна венска катетеризација, Тренделенбург положбата доведува и до зголемување на таргетираниот крвен сад и на тој начин има можност да ја зголеми успешноста и да ги намали компликаците поврзани со оваа постапка. Зголемувањето на централните вени е резултат на претходно опишаните механизми како зголемениот торакален притисок и намаленото празнење на овие вени во срцето. Авторите го испитувале влијанието на различни вредности на Тренделенбург и/или ПЕЕП на левата и/или десната внатрешна југуларна, потклучна и феморална вена.

Во студијата на Fortune од 2003 година било испитувано влијанието на различните позиции на главата, рамената и Тренделенбург положбата врз големината на потклучната вена. Авторите забележале најголем дијаметар со примена на Тренделенбург положбата и неутрална положба на главата и рамената, кој изнесувал просечно 0,89 см што претставува зголемување од 28% (188). Lobato и Schreiber добиле просечно зголемување од 25% на ППП на десната внатрешна југуларна вена при Тренделенбург положба од 10 степени (134,135). Зголемување на ВЈВ забележал и Modeliar кај 60 пациенти на механичка вентилација во единица за интензивно лекување (189).

Funda и сор. во својата студија го испитувале влијанието на Тренделенбург положбата од 10 степени и пасивна елевација на нозете од 40 степени кај 78 пациенти на механичка вентилација во единица за интензивно лекување. Тренделенбург положбата довела до зголемување на попречниот пресек на ВЈВ во просек за 26%, додека при пасивното подигнување на нозете просечното зголемување на CSA на ВЈВ изнесувало 23% (146).

Lee и сор. во студијата од 2014 година го испитувале влијанието на Тренделенбург положбата од 10 степени врз големината на левата и десната внатрешна југуларна вена кај

58 пациенти на механичка вентилација. CSA на десната и левата ВЈВ се зголемиле за 39,4% и 25,5%, соодветно во споредба со нивната големина во положба на супинација. При тоа CSA на десната ВЈВ се зголемил повеќе отколку на левата и кај 82,8% од пациентите бил поголем отколку на левата ВЈВ (190).

Примената на Тренделенбург положбата не доведува секогаш до зголемување на CSA на ВЈВ. Во студијата на Wu и сор. било испитано влијанието на Тренделенбург положбата кај 50 пациенти на дијализа и кај 40 здрави волонтери. Авторите не забележале значително зголемување на CSA на ВЈВ кај оваа група пациенти за разлика од групата здрави волонтери каде имало статистички значително зголемување на CSA на ВЈВ. Причина за тоа е мултифакторска, но авторите шпекулираат дека најголемо влијание за тоа има дијастолната дисфункција на миокардот како и промените на сидот на крвните садови кои многу почесто се среќаваат кај пациенти на дијализа (191).

Во нашата студија примената на Тренделенбург положба од 15 степени доведе до зголемување на CSA на аксиларната вена, но зголемувањето не беше статистички сигнификантно. Просечната вредност на CSA на аксиларната вена кај пациентите во положба на супинација изнесуваше 0,89 см, додека просечната вредност на CSA на аксиларната вена во Тренделенбург положба изнесуваше 0,95см.

Б. Механичка вентилација со ПЕЕП

Во студијата на Hollenbeck од 2010 година било испитано влијанието на ПЕЕП од 10 см X20 на CSA на ВЈВ кај 45 пациенти со АСА 1 и АСА 2 статус во положба на супинација во општа анестезија на механичка вентилација. Примената на ПЕЕП од 10 см X20 довела до зголемување на CSA на ВЈВ од 41% (176).

Влијанието на различни вредности на ПЕЕП од 3 см X20 до 15 см X20 на површината на попречниот пресек на ВЈВ кај 60 пациенти во општа анестезија било испитано во студијата на Lee и сор. од 2012 година. Тие забележале дека сите вредности на ПЕЕП доведуваат до зголемување на ППП на ВЈВ, и тоа од 21,5%, 37,4%, 51,9%, 66,5% и

72,4%, соодветно. Разликата помеѓу ПЕЕП 12 и 15 см X20 не била статистички сигнификантна (182).

В. Комбинирана примена на Тренделенбург положба и ПЕЕП

Влијанието на Тренделенбург положба од 10 степени и ПЕЕП од 5см X20, 10см X20 и 15 см X20 било испитано во студијата на Kaushik од 2017 година кај 100 пациенти на механичка вентилација. Најголемо зголемување на попречниот пресек на ВЈВ од 64% било забележано при поставување на пациентот во положба на Тренделенбург и ПЕЕП од 10 см X20. Во нивната студија апликацијата на ПЕЕП од 15 см X20 не довело до поголемо зголемување на CSA на ВЈВ во споредба со ПЕЕП 10 см X20 (178).

Kwon и сор. го испитувале влијанието на Тренделенбург положба од 10 степени и интраторакалниот притисок (деконектиран пациент од апаратот за механичка вентилација; конектиран пациент со инспираторна пауза од 10 секунди и притисок од 20 см воден столб) врз површината на попречниот пресек на потклучната вена и растојанието од потклучната вена до плеврата мерено со ултразвук кај 30 пациенти на механичка вентилација. Комбинираниот ефект на овие два маневра довел до зголемување на CSA на потклучната вена во просек за 23,2%. Од друга страна, пак, настанало скратување на растојанието помеѓу потклучната вена и плеврата, кое било статистички сигнификантно но клинички незначајно според авторите (35).

Во студијата на Marcus и сор. било испитувано влијанието на Тренделенбург положбата и позитивниот енд експираторен притисок врз попречниот пресек на внатрешната југуларна вена кај 50 возрасни пациенти со помош на дводимензионален ултразвук. Бил спореден попречниот пресек на десната ВЈВ во положба на супинација без ПЕЕП (S0) со попречниот пресек на ВЈВ при ПЕЕП 5 см воден столб (S5), ПЕЕП 10 см воден столб (S10), Тренделенбург 20 степени во комбинација со ПЕЕП 0 см воден столб (T0), 5 см воден столб (T5) и 10 см воден столб (T10). Сите маневри го зголемиле попречниот пресек на внатрешната југуларна вена во споредба со контролната група. S5 довело до просечно зголемување од 15,9%, S10 од 22,3%, T0 од 39,4%, T5 од 38,7%, и T10 од 49,7% (175).

Комбинираната примена на тренделенбург положбата и ПЕЕП од 15 см воден столб во нашата студија доведе до статистички сигнификантно зголемување на CSA на

аксиларната вена за $p < 0,05$. Просечната вредност на CSA кај пациентите во ИГ во Тренделенбург положба изнесуваше $0,9 \pm 0,3$ см, додека просечната вредност на CSA на аксиларната вена по комбинирана примена на Тренделенбург положба и позитивен енд експираторен притисок од 15 см воден столб беше поголема и изнесуваше 1,2 см, што претставува зголемување за 25%.

6.4 Успешност

Крајна цел на постапката на централна венска катетеризација е успешно пласирање на ЦВК во таргетираниот крвен сад. Примената на УЗ било со “short axis out of plane” или со “long axis in plane” техника, со или без примена на водич за иглата значително го зголемува процентот на успешност на централната венска катетеризација, кој во одредени студии достигнува и 100%. И покрај тоа, постапката секогаш не е успешна. Неуспешноста на централната венска катетеризација во различни студии се дефинира различно. Во некои студии постапката е означена како неуспешна доколку по 15 (193), 6 (194), 4 (195), 3 (196,197), 2 (198) обиди, односно пункции на кожата не е пласиран катетерот во посакуваниот крвен сад. Во други студии, покрај бројот на обиди, дополнителен критериум за неуспешност на постапката е и времето потребно за катетеризација (199), односно појавата на компликации како што е артериска пункција (200). Во нашата студија беа дозволени најмногу три пункции на кожата независно од појавата на каква било компликација и времето потребно за катетеризација. По три пункции на кожата постапката беше означена како неуспешна.

Успешноста на централната венска катетеризација на аксиларната вена со користење на ултразвук обично се претставува како вкупна и како успешност при еден убод. Ова е значајно бидејќи постои директна поврзаност на успешноста и појавата на компликации со зголемување на бројот на обиди потребни за катетеризација.

Во студијата на Schregel уште од 1994 година, при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена кај пациенти во единица за интензивно лекување вкупната успешност била 86%. Артериска пункција се јавила кај 4 пациенти, односно кај 8% од случаите (36).

Во студијата на Malik и сор. од 2005 година ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена била спроведена кај 12 хемодинамски стабилни пациенти. Вкупната успешност била 66%, и не била поврзана со длабочината (2,73 см) и големината (0,99 см) на аксиларната вена. Во студијата биле забележани две пункции на аксиларната артерија (16,7) и не бил забележан пневмоторакс (201).

Sharma и сор. во 2004 година објавуваат студија во која прикажуваат многу поголема серија на пункции на 200 пациенти. Пациентите не биле на механичка вентилација, а катетеризацијата била водена од УЗ со техниката “short axis out of plane”. Вкупната успешност на постапката во нивната студија изнесувала 96%, додека успешноста при прв обид изнесувала 76%. Процентот на компликации изнесувал 2,5%, од кои 1,5% артериска пункција и 1% транзиторна невралгија (64).

O’Leary и сор. во својата ретроспективна студија презентираат искуство со најголем број на катетеризации на аксиларна вена (1923) со техниката “short axis out of plane” во студија во која биле катетеризирани 2586 пациенти. Кај 636 пациенти била катетеризирана внатрешната југуларна вена. Нема податок за употребата на Тренделенбург положба или ПЕЕП. Само 0, 2% од пациентите биле на механичка вентилација. Вкупната успешност на постапката била 99, 5% со процент на успех при прв увод од 94%. Процентот на компликации бил низок и може да се спореди со тој којшто се јавил при катетеризација на југуларната вена и изнесувал 1,9%, од кои 0,4 % артериска пункција и 0,2% пневмоторакс (16).

Glen и сор. катетеризација на аксиларната вена спровеле кај 119 пациенти на механичка вентилација во Тренделенбург положба за поставување на пејсинг. Од 125 катетеризации на аксиларната вена со техниката “out of plane”, успешни биле 117 (94%), со успешност при прв обид од 70%. Процентот на артериска пункција бил 0,8%, додека од останатите компликации била забележана само малпозиција (3,2%). Катетеризацијата на аксиларната вена била неуспешна кај 8 пациенти (6%). Според критериумите за неуспешност на авторите, иако катетеризацијата на аксиларната вена била успешна, положбата на катетерот не била задоволителна кај 4 од нив, па постапката била повторена

успешно на спротивната страна. Кај останатите 4 пациенти постапката била неуспешна заради неможност да се пунктира вената или заради неможност да се пласира катетерот. Притоа, не била забележана јасна причина за неуспешноста. Кај еден од нив ВМІ изнесувал 47 (72).

Во студијата на Esmail аксиларната вена била искористена како пристап за поставување пејсмејкер кај 403 пациенти. Катетеризацијата била изведена со техниката “short axis out of plane” со употреба на микроконвексна сонда без примена на водич. Успешноста изнесувала 99,25%, со среден број на убоди од 1,18 и просечно време од 2,24 минути кое го вклучува и времето за поставување стерилна покривка на УЗ сонда (202).

Покрај примената на “short axis out of plane” за катетеризација на аксиларната вена, користена е и техниката “long axis in plane”. Во студијата на Ahn и сор., ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена била изведена кај 481 пациент на механичка вентилација во положба на супинација со “in plane” техника. Пациентите биле поделени во две групи. Во првата група пациентите биле поставени со раката во положба на абдукција од 90 степени, додека во втората група со раката во неутрална положба. Вкупната успешност кај пациентите со раката во неутрална положба изнесувала 97,1%, додека во групата со раката поставена во положба на абдукција од 90 степени изнесувала 98,8%. Кај пациентите со раката поставена во неутрална положба биле забележани 4 пункции на аксиларната артерија (1,7%)(74).

Tomasz Czarnik во скорешна студија ја испитал успешноста и појавата на рани механички компликации при ултразвучно водена “in plane” централна венска катетеризација на аксиларна вена кај 202 пациенти, од кои 62,4% итни критично болни пациенти на механичка вентилација. Успешноста на постапката била 95,1%, од кои 84% при прв обид. Сериозни компликации се јавиле кај 8,5% од пациентите, од кои 2,5% артериска пункција, 0,5% пневмоторакс, и 5,55% контакт со нервни структури (203).

Директна споредба на двете техники на УЗ водена катетеризација на аксиларната вена направил Yi-Zhou. Тој ги споредувал надолжниот и попречниот пресек при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена кај 236 пациенти поделени во две групи. Вкупната успешност изнесувала 100%. Успешноста при прв обид при употреба на надолжниот пресек (120 пациенти) изнесувала 97, 1%, додека со употреба на попречниот

пресек (116 пациенти) 82,8%. Времето потребно за катетеризација било пократко при употреба на попречниот пресек ($184,7 \pm 8,1$ наспроти $287,5 \pm 19,6$ секунди; $P=0,000$). Артериска пункција била забележана кај 1 пациент во групата каде катетеризацијата била изведена во надолжен пресек, додека во другата група биле забележани две артериски пункции. И во двете групи не бил забележан пневмоторакс (204). Успешност од 100% прикажуваат и други автори при ултразвучна катетеризација на аксиларната вена (205,206).

Резултатите од нашата студија за постигнатата успешност соодветствуваат со резултатите од претходно спроведените студии за УЗ катетеризација на аксиларната вена. Во нашата студија беа катетеризирани 200 пациенти на механичка вентилација поделени во две групи. Катетеризацијата се спроведе под директно водство на УЗ со техниката “short axis out of plane”. Вкупната успешност изнесуваше 97,5%. Кај пациентите од КГ се регистрираше успешност на постапката од 95,0%, додека кај оние од ИГ постигнавме успешност кај сите 100 пациенти. Кај најголем процент од пациентите во текот на студијата постапката се заврши со еден убод: вкупно кај 73,5% од пациентите, во КГ кај 63,0% и во ИГ кај 84% од пациентите.

6.5 Број на обиди

Во студијата на Audin и сор. од 2014 година биле поставени периферни централни венски катетери кај 850 пациенти, и биле анализирани ризик-факторите за појава на компликации. Ризик-фактори за појава на компликации покрај ВМІ над 30 м/кг^2 , искуство на докторот помало од 4 години, и возраста, биле и бројот на обиди, и претходно неуспешна постапка (207).

Бројот на обиди како ризик-фактор за појава на механички компликации при централна венска катетеризација бил анализиран и во студијата на Eisen и сор. од 2006 година кај 385 пациенти во единица за интензивно лекување. Тие забележале зголемување на процентот на компликации на 54% кога биле употребени повеќе од 2 обиди за успешна катетеризација (102). Повеќе од три обиди при централна венска катетеризација со помош на анатомскиот метод бил сигнификантен ризик-фактор за појава на компликации и во студијата на Calvache од 2014 година ($P =,011$) (208).

Примената на УЗ значително го намалува бројот на обиди потребни за успешна катетеризација. Во студијата на Karakitsos од 2006 година ВЈВ била катетеризирана кај 450 пациенти во единица за интензивно лекување. Пациентите биле поделени во УЗ и анатомска група. Просечниот број обиди потребни за катетеризација со примена на УЗ бил 1,1. За разлика од тоа, со анатомскиот метод просечниот број на обиди бил 2,6. Кај некои од пациентите биле потребни и до 6 обиди за катетеризација (209).

Сличен ефект во намалување на бројот на обиди бил забележан со примената на УЗ при катетеризација на потклучната вена кај 401 пациент на механичка вентилација во студијата на Fragou од 2011 година. При катетеризација на потклучната вена со УЗ биле потребни $1,1 \pm 0,3$ (1,1–1,5) обиди, а за разлика од тоа, при катетеризација на потклучната вена со анатомскиот метод биле потребни $1,9 \pm 0,7$ (1,5–2,7) ($p < 0,05$) (143).

Студиите за УЗ водена катетеризација на аксиларната вена најчесто известуваат помалку од 3 обиди потребни за успешна катетеризација. Во студијата на Diaz од 2017 година аксиларната вена била катетеризирана кај 120 пациенти со помош на УЗ, и тоа попречен пресек “in plane” техника. Најголем процент од пациентите биле катетеризирани со еден обид (95%). Не биле направени повеќе од 2 обиди кај ни еден пациент во студијата (197). Во студијата на Glen и сор., при катетеризација на аксиларната вена кај 125 пациенти на механичка вентилација со “short axis out of plane” техника во просек биле потребни 1,4 обиди ($SD=0,74$) (72).

Во нашата студија во најголем процент постапката се завршуваше при првиот обид: вкупно - 73,5%; во КГ- 63,0% и во ИГ - 84% од пациентите. Втор обид беше потребен кај 20,0% од сите пациенти, и тоа во КГ кај 27,0% и во ИГ кај 13,0% од пациентите. Три обиди за завршување на постапката беа потребни кај 6,5% од сите пациенти вклучени во студијата, од кои во КГ кај 10,0% и во ИГ кај 3,0% (табела и графикон 13).

И во двете групи пациентите сигнификантно почесто беа катетеризирани при прв обид ($p < 0,05$) (Difference test, $p=0,0000$), но во ИГ тоа беше значително почесто за $p < 0,05$ (Difference test, $p=0,000$). Во ИГ бројот на пациенти за кој беше потребен втор, односно трет

обид беше сигнификантно помал во споредба со КГ за $p < 0,05$ (Difference test, $p = 0,0008$; $p = 0,0133$; $p = 0,0447$).

6.6 Време до завршување на постапката

Времето како параметар при централна венска катетеризација во различни студии е различно следено. Па, така следено е времето од почеток на анестезија до добивање крв (77,210), од вклучување на УЗ апарат до добивање крв (193), од давање локален анестетик до пункција на вена (195), од пункција на кожата до добивање крв (199,206,211-213), од пункција на кожа до поставување на жица-водич (214), односно до комплетно завршување на постапката (215). Фактори кои можат да влијаат на централната венска катетеризација, а со тоа и на времето за катетеризација се: ВМІ (216), длабочината на вената (142,217), големината на вената (142) и нејзината колапсибилност (218), степенот на препокривање со артерискиот крвен сад (211), видливоста на иглата (219), бројот на обиди до добивање крв и до завршување на постапката, појавата на компликации (како артериска пункција или пневмоторакс), искуството и вештината на докторот (213,220) како и техниката која се користи (76) и употребата на УЗ (47,143). Сетирањето на УЗ апарат во некои студии се мери како дел од времето потребно за катетеризација (206). Времето до завршување на постапката е посебно значајно при катетеризација на свесни пациенти заради непријатноста на постапката и Тренделенбург положбата во која се изведува постапката. И покрај тоа што во нашата студија се работеше за пациенти кои беа седирани и аналгезирани на механичка вентилација и не забележавме значајни промени во следените параметри како кислородна сатурација, крвен притисок и пулс, сепак, можноста пациентот да биде што пократко во принудна положба и со високи вредности на ПЕЕП е од значење.

Во нашата студија го испитувавме ефектот на ПЕЕП врз дијаметарот на аксиларната вена и на различни аспекти од нејзината ултразвучно водена катетеризација. Еден од тие аспекти беше и времето потребно за катетеризација од пункција на кожата до завршување на постапката.

Просечното време потребно за катетеризација на аксиларната вена во студијата на Франсо и сор. од 2016 година изнесувало 56 секунди (36-71 секунди). Дополнителни 55 секунди (44-62 секунди) биле потребни за стартување и подготовка на безжичниот УЗ апарат (221).

Во студијата на Yi Zu He од 2017 година времето потребно за катетеризација на аксиларната вена со примена на ултразвук во попречен пресек изнесувало $184,7 \pm 8,1$ секунди (204).

Времето потребно за катетеризација во нашата студија беше подолго од она во студијата на Франко и сор. каде бил користен безжичен УЗ апарат, но значително пократко отколку она во студијата на Yi Zu He. Во нашата студија просечното време до завршување на постапката во КГ изнесуваше $157,7 \pm 49,7$, додека, пак, во ИГ беше пократко и изнесуваше $117,3 \pm 31,1$. Просечното време до завршување на постапката во целата група изнесуваше $134,4 \pm 46,1$.

6.7 Артериска повреда

Употребата на ултразвук за време на централна венска катетеризација доведува до намалување на појавата на механички компликации вклучително и васкуларни компликации (91, 92). Во студијата на Karakitsos и сор. употребата на ултразвук при катетеризација на ВЈВ довела до намалување на артериската пункција од 10% на 1% (209). Во студијата на Fragou била споредена анатомската со ултразвучно водената катетеризација на потклучната вена. Артериска пункција во анатомската група ја имало кај 5,4% од пациентите, додека во групата пациенти катетеризирани со помош на ултразвук кај 0,5% (143). Во скорешна студија несаканата пункција на аксиларната артерија при катетеризација на аксиларната вена со примена на анатомскиот метод се среќава кај 14,4% од случаите (24). Наспроти тоа, во студиите со ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена прикажаниот процент на артериска пункција се движи од 0,4% до 6,5% (16,64,74,75,93). Иако во помал процент, артериска пункција се јавува и со примена на ултразвук при централна венска катетеризација. Примената на УЗ не исклучува појава на компликации вклучително и артериска пункција и катетеризација, имајќи предвид дека постојат и други причини и ризик-фактори за нивно јавување.

Покрај употребата на ултразвук, искуството на докторот има значајно влијание врз појавата на механички компликации вклучително и артериска пункција и повреда (213). Troianos и сор. препорачуваат најмалку 10 ултразвучно водени централни венски катетеризации под супервизија за да се покаже подготвеност и потребната вештина за

постапката (41). Од друга страна, Кауе и сор. забележале помалку компликации кај доктори со поставени повеќе од 20 централни вени под водство на УЗ (222). Други автори, пак, забележуваат дека доктори со поставени повеќе од 50 ултразвучно водени централни венски катетери имаат поголем процент на успешност и помалку компликации (82,113,223). Во студијата на Malik од 2005 година при катетеризација на аксиларната вена со ултразвучно водство, артериска пункција била забележана кај 2 од 12 пациенти. Но, авторите не забележале поврзаност помеѓу големината на аксиларната вена и нејзината длабочина со појавата на артериска пункција. Според нив, големо влијание за ниската успешност и појавата на компликации има искуството на докторот во оваа постапка (201). Во споредба со традиционалниот начин на стекнување на одредена вештина, едукацијата заснована на модели на симулација го подобрува успехот при централна венска катетеризација и ги намалува компликациите како што се артериска пункција и инфекции (224-230).

Американскиот совет за интерна медицина препорачува обуката за стекнување на одредени вештини да започне со симулација (231,232). Во нашата студија главниот истражувач е со поставени повеќе од 100 ултразвучно водени катетеризаци на централни вени.

Врз појавата на артериска пункција може да влијае и техниката која се користи. При употреба на техниката “short axis out of plane”, како причина за појава на артериска пункција се наведува неможноста за прецизно одредување на положбата на врвот на иглата во секој момент од катетеризацијата (73,97). Како резултат на тоа, често пати доаѓа до пробивање на задниот ѕид на венскиот сад. Во студија од 2010 година 35 оператори поставиле ЦВК на симулиран модел со помош на УЗ во попречен и надолжен пресек. Притоа била забележана инциденција на пункција на задниот ѕид на венскиот сад од 34% (233).

Пробивањето на задниот ѕид на венскиот сад е честа причина за појава на компликации (234). Доколку артеријата и вената се препокриваат, може да дојде до пробивање на артерискиот сад. При катетеризација на аксиларната вена соодносот со аксиларната артерија се менува одејќи од латерално кон медијално. Во студијата на Lavallée од 2018 година е испитувана анатомијата на потклучната и аксиларната вена. Вената била лоцирана над артеријата кај 7% од пациентите на ултразвучниот прозорец добиен со поставување на сондата во предната аксиларна линија, додека кај 67% од пациентите во

средната аксиларна линија. Со повлекување на сондата латерално вената се наоѓала латерално од артеријата кај 89% од пациентите. На тој начин со катетеризација на аксиларната вена ризикот за канулација на артеријата при пробивање на задниот сид на аксиларната вена бил значително помал (235). Во нашата студија го следевме степенот на препокривање на аксиларната вена и артерија и забележавме дека кај 91% од пациентите во КГ, односно кај 90% од пациентите во ИГ не се забележува препокривање на аксиларната вена и артерија. Според Spearman Rank Order Correlations во нашата студија не се забележа корелација помеѓу степенот на препокривање на крвниот сад и појавата на артериска пункција ($R=0,111405$).

Во студијата на Sommerkamp бил споредуван попречниот со надолжниот пресек при катетеризација на аксиларна вена на фантом. Попречниот пресек имал тренд за повеќе артериски пункции во споредба со надолжниот пресек (215). Слични резултати добил и He Y-Z во студијата од 2017 година. Во неговата студија, при катетеризација на аксиларната вена со надолжен пресек била забележана една артериска пункција од 120, додека при попречниот пресек биле забележани 2 од 116 катетеризации (204). Во студијата на Sharma, при катетеризација на аксиларна вена со попречен пресек била забележана артериска пункција кај 3 пациенти (1,5%) (64). Бавното напредување на иглата низ предниот сид на аксиларната вена може да доведе до нејзин колапс и перфорација и на задниот сид што може да биде причина за појава на хематом и хемоторакс како и артериска пункција доколку аксиларната артерија лежи позади аксиларната вена. Исто така, бавното движење на иглата во овој случај може да биде причина венскиот сад да се лизне на една страна од иглата и да не се добие крв. Во таков случај, иглата се вади и постапката се повторува при што се запишува уште еден обид.

Сомнение за артериска пункција при централна венска катетеризација се поставува при добивање светло црвена крв со пулсатилен проток низ иглата со која е направена пункција. Меѓутоа, овие знаци се несигурни особено кај хипотензивни и критично болни пациенти во единиците за интензивно лекување (236). Американското здружение на анестезиолози во препораките за централна венска катетеризација не ги препорачува овие два метода за разликување на венски од артериски крвен сад (54). При поставување централен венски катетер, со цел да се намали ризикот од катетеризација на венскиот сад пред употреба на дилататорот, потребно е да се провери положбата на жицата водич, а по

поставување на жицата-водич и нејзината положба во венскиот крвен сад, односно во горната шуплива вена и/или десна преткомора. Потврда за присуство на иглата во венскиот крвен сад може да се направи со помош на УЗ, притисочен мониторинг (манометрија, анализа на притисочна крива) и гасни анализи (54, 236-238).

Употребата на механички водич на иглата за катетеризација при ултразвучно водена катетеризација може да ја олесни визуелизацијата и манипулацијата со иглата. Влијанието на ваков механички водич врз успешноста и компликациите била испитана во една студија на Маескен кај 80 пациенти. Иако примената на водичот значително ја подобрила визуелизацијата на иглата, тоа не довело до промена во успешноста ниту пак компликациите поврзани со постапката но не го намалило ризикот од артериска повреда. Во оваа студија, и покрај употребата на овој водич, биле забележани три случаи на артериска канулација. Причини за тоа биле: напредувањето на иглата и покрај изгубена визуелизација, погрешна интерпретација на крвните садови и лошата употреба на механичкиот водич. Авторите не го анализирале влијанието на длабочината и големината на потклучната вена на појавата на компликациите (239). Друга студија на симулиран модел покажала пократко време за канулација, поголема успешност при прв обид и помал ризик за компликации со употреба на механички водич на иглата при ултразвучно водена катетеризација на VJB (240).

Тешкотиите во визуелизацијата на иглата и УЗ артефакти можат да бидат причина за појава на артериска пункција (219). Во студијата на Czarnik и сор. од 2016 година при катетеризација на аксиларната вена кај пациенти на механичка вентилација со различни вредности на ПЕЕП биле забележани 5 артериски пункции. Деталната анализа на податоците утврдила дека појавата на артериска пункција не била поврзана со длабочината на аксиларната вена, ВМІ, страната на катетеризација, и вредноста на ПЕЕП, но била поврзана со најзината големина и визуелизацијата на иглата. Помалата големина на аксиларната вена и лошата визуелизација на иглата во нивната студија биле статистички сигнификантни фактори за појава на артериска пункција (203).

Во студијата на Glen аксиларната вена била катетеризирана кај 119 пациенти на механичка вентилација во Тренделенбург положба со ПЕЕП од минимум 5 см X20. Биле спроведени 125 катетеризации. Од нив артериска повреда била забележана кај еден пациент. Катетеризацијата во тој случај била направена од доктор со помало искуство во

ултразвучно водена катетеризација на аксиларна вена. Авторите не направиле статистичка анализа на можните фактори за појава на компликациите како ВМИ, длабочината и големината на аксиларната вена и вредноста на ПЕЕП (72).

Во нашата студија, кај пациентите од КГ беше забележана артериска пункција кај 3%, додека кај пациентите од ИГ не беше забележан ниеден случај на артериска пункција. Катетеризациите ги изврши главниот истражувач со претходно катетеризирани повеќе од 100 ВЈВ, потклучни и феморални вени под водство на УЗ. Беше користен попречниот пресек во техниката “out of plane” без употреба на механички водич.

6.8 Пневмоторакс и хемоторакс

Пневмотораксот при централна венска катетеризација претставува и до 30% од пријавените механички компликации. Најчесто се среќава при катетеризација на потклучната вена со инциденција од 1% до 6,6% (115). Доколку притоа дојде до повреда и на крвен сад, можна е појава и на хемоторакс. Фактори поврзани со појавување на пневмоторакс се: степенот на итност, искуството на докторот, бројот на обиди, механичка вентилација со високи дишни волумени и/или ПЕЕП, големината на катетерот, големината на крвниот сад, како и примената на УЗ.

Примената на Тренделенбург положба, зголемен интраторакален притисок, инспираторна пауза или ПЕЕП, покрај позитивниот ефект врз големината на централните вени може да го зголеми и ризикот од пневмоторакс при централна венска катетеризација.

Влијанието на Тренделенбург положба и зголемен интраторакален притисок врз попречниот пресек на потклучната вена било испитувано во студијата на Kwon и сор. кај 30 пациенти на механичка вентилација во општа анестезија. Примената на овие маневри, секој одделно, довело до статистички сигнификантно зголемување на големината на попречниот пресек на потклучната вена и скратување на растојанието до плеврата. Сепак, според критериумите во студијата само комбинираната примена на Тренделенбург положба и инспираторна пауза со 20 см воден столб довело до клинички значајно зголемување на ППП на потклучната вена од 23% во просек, а со клинички незначително намалување на растојанието до плеврата (241).

И покрај ваквите резултати во студијата на Kwon, други студии покажуваат зголемен ризик за појава на пневмоторакс при централна венска катетеризација кај пациенти на механичка вентилација. Во студијата на Vinson и сор. од 2015 година, при катетеризација на ВЈВ и ПВ кај 1249 пациенти, од кои 25.3% на механичка вентилација, бил забележан пневмоторакс кај 0,5% од случаите при што примената на механичка вентилација меѓу другите фактори била поврзана со зголемен ризик од појава на пневмоторакс (1,6% наспроти 0,1%; $P < ,01$) (109).

Механичката вентилација била поврзана со зголемен ризик од појава на пневмоторакс при централна венска катетеризација и во ретроспективната студија на Heidemann од 2017 година. Од 730 разгледани истории, кај 5 била забележана појава на пневмоторакс (78,5% наспроти 66,5%; $P = 0,001$) (110).

Со цел да се намали ризикот од појава на пневмоторакс при централна венска катетеризација на вените, во близина на градниот кош некои доктори го исклучуваат ПЕЕП/от или го деконектираат пациентот од вентилаторот при навлегувањето со иглата, како што е тоа случај во студијата на Parienti (111).

Аксиларната вена е подалеку од плевралната обвивка во споредба со потклучната вена, а со тоа и ризикот за појава на пневмоторакс е помал. Иако многу поретко, сепак пневмоторакс се јавува и при нејзина катетеризација (6).

Во студијата на Czarnik и сор. аксиларната вена била катетеризирана со техниката “long axis in plane” со помош на УЗ кај 202 пациенти на механичка вентилација. Во оваа студија пациентите не биле стратифицирани според големината на ПЕЕП. Пневмоторакс се јавил само кај еден пациент или во 0,5 % од случаите (203).

Во студијата на Glen и сор. аксиларната вена била катетеризирана со помош на УЗ со техниката “out of plane” кај 125 пациенти на механичка вентилација. Авторите забележале дека 56% од пациентите имале поголема вентилаторна зависност манифестирана со потреба од FiO₂ поголем од 50%, или потреба од ПЕЕП поголем од 10 см воден столб. Не забележале појава на пневмоторакс (72).

За катетеризација на аксиларната вена може да се искористи попречниот и надолжниот пресек. Ризикот за пробивање на задниот ѕид на венскиот ѕид и повреда на плеврата е поголема со попречниот пресек имајќи предвид дека многу потешко може да се процени точната длабочина на врвот на иглата. Во студијата на He Y-Z и сор. биле

споредени двата пристапа при катетеризација на аксиларната вена (204). Биле катетеризирани 236 пациенти. Не бил забележан ниту еден пневмоторакс во двете групи. Успешноста била 100% и во двете групи.

Во нашата студија катетеризирани беа 200 пациенти со попречен пристап под директно водство на УЗ, и притоа кај ниту еден пациент не се појави пневмоторакс. Примената на ПЕЕП и до 15 см Х2О не го зголеми ризикот од појава на пневмоторакс во нашата студија.

6.9 Малпозиција

Интраваскуларната позиција на врвот на централниот венски катетер надвор од идеалната е означена како малпозиција. Таа може да настане при самото поставување на катетерот или за време на неговата употреба. Во постари студии при катетеризација на потклучната вена е пријавена малпозиција и до 30% (242).

Во поскорешен ревијален туд пријавена е малпозиција на катетерот при катетеризација на ВЈВ од 5,3%, додека при катетеризација на потклучната вена е пријавен процент од 9,3% (104).

Сè уште се води дебата за идеалната позиција на врвот на централниот венски катетер. Не постојат студии кои даваат дефинитивен одговор на прашањето за оптималната позиција на врвот на централниот венски катетер. Тој треба да се наоѓа во крвен сад со голем проток за да овозможи адекватна употреба, а да се намали ризикот од можни механички компликации. Плитко поставените катетери претставуваат ризик за екстравазација на раствори и лекови преку најпроксималниот отвор на катетерот во околотото ткиво (лесно се аспирира крв од сите лумени на катетерот). Можеби најбезбедна позиција на врвот на катетерот, кој се користи за краткотрајна употреба за терапија со течности и мониторинг, се смета срединатата на горната шуплива вена, со вертикална положба паралелно на сидот на венскиот сад. На тој начин врвот на катетерот е надвор од срцевите кавитети со што се намалува ризикот од аритмија или евентуална перфорација, искрвавање или тампонада. Од друга страна, пак, високопоставените ЦВК во брахиоцефаличните вени го зголемуваат ризикот од тромбоза и доцна перфорација. Ова посебно се однесува на ЦВК поставени од левата страна заради пострмниот агол помеѓу

левата брахиоцефалична вена и горната шуплива вена, кој придонесува за наслонување на врвот на катетерот на сидот на горната шуплива вена под агол поголем од 40 степени (243).

За определување на длабочината на поставување на ЦВК се користат повеќе методи како: надворешни обележја (244,245), формули (246,247), електоркардиографија (248,249), ТЕЕ (250) и флуороскопија (251).

Катетерите кои се користат за хемотерапија можат да бидат поставени пониско на спојот на горната шуплива вена и десната преткомора, додека катетерите кои се користат за хемодијализа можат да бидат поставени или на cavoatriјалниот спој или во самата десна преткомора. За проверка на положбата на ЦВК и врвот на катетерот и за да се исклучи појава на пневмоторакс по поставување на ЦВК, се прави рендгенграфија на белите дробови. Имајќи предвид дека на РДГ на белите дробови не се гледа плевралната рефлексја ниту горната шуплива вена, се користат маркери за одредување на адекватноста на положбата. Најчесто користени маркери се карината, која се наоѓа 3 см над долната граница на горната шуплива вена која е долга 6 см и на тој начин претставува добар маркер за најзината средината, десниот трахеобронхијален агол, којшто се наоѓа секогаш за 1,5 см под горната граница на горната шуплива вена и 2,9 см над атриокавалниот спој (252), и Луисовиот агол, којшто се наоѓа помеѓу манубриумот и стернумот и одговара на карината (253). Поновите студии покажуваат дека ризикот од срцева тампонада при поставување на врвот во десната преткомора претставува „урбана легенда“ (254), и дека ризикот од аритмија не се зголемува значително (255).

Факторите како: ориентација на врвот на иглата, позиција на раката, и главата, анатомски аномалии и варијации, придонесуваат за појава на малпозиција на катетерот во крвен сад надвор од горната шуплива вена или cavoatriјалниот спој. Најчеста конгенитална варијација е постоењето на перзистентна лева горна шуплива вена. Се среќава кај 0,3 до 0,5% од здравите лица и кај 1,3 до 4,5% од лицата со присутни дополнителни срцеви аномалии. Поставување на катетерот низ оваа вена е можно, но ќе резултира со позиција на катетерот на РДГ на бели дробови од левата страна на градната коска парамедијастинално (256).

При катетеризација на аксиларната вена и потклучната вена катетерите најчесто погрешно завршуваат во истостраната внатрешна југуларна вена. Тоа беше случај и во нашата студија. Во студијата на Ahn при катетеризација на аксиларната вена бил забележан

помал процент на малпозиција на катетерите при поставување на раката на страната на катетеризација во положба на абдукција од 90 степени (74). Тоа е резултат на помалиот агол помеѓу потклучната и југуларната вена како резултат на поставување на раката во положба на абдукција од 90 степени. Дополнително, при катетеризација на потклучната вена, латералната флексија на главата кон страната на боцкање и компресија на вратот го стеснува устието на внатрешната југуларна вена и го спречува влегувањето на врвот на жицата-водич (82).

Во нашата студија применета на Тренделенбург положба и ПЕЕП доведе до зголемување на аксиларната и внатрешната југуларна вена. Со зголемување на устието на југуларната вена беше можно да се појават разлики во појавата на малпозиција помеѓу двете групи. Сепак, се покажа дека не постои статистички сигнификантна разлика во појавата на малпозиција помеѓу групите. Малпозиција забележавме кај 4% од пациентите во КГ, додека во ИГ кај 2%. Деталната анализа покажа дека од 6-те пациенти кај кои се појави малпозиција, само кај еден CSA на аксиларната вена беше поголема од 1 см², додека кај сите други CSA на вената беше помеѓу 0,74 и 0,78 см². Релативно ниската инциденција на појава на малпозиција во нашата популација пациенти најверојатно е резултат на примената на сите досега познати превентивни мерки за намалување на нејзината појава.

6.10 Корелација CSA и компресибилност

Големината на периферните и централните венски крвни садови, најчесто ВЈВ, како фактор кој може да влијае врз успешноста и комплициите на постапката била предмет на неколку студии. Па, така, во студијата на Sibai од 2008 година авторите претпоставиле дека кај пациентите кај кои има преклопување на артерискиот и венскиот крвен сад и пациентите со помал дијаметар на ВЈВ постапката ќе трае подолго и ќе има помала успешност. Деталната анализа покажала дека само пациентите со помал дијаметар биле со поголем ризик за неуспешност на постапката. Со намалување на дијаметарот на ВЈВ за еден милиметар, ризикот за тешка катетеризација се зголемувал за 37% (211).

Влијанието на големината и длабочината на крвниот сад на успешноста на поставувањето венска линија е документирано и кај педијатриски пациенти при обезбедување периферна и централна венска линија (257-258).

За негативното влијание на малите димензии на крвните садови при централна венска катетеризација зборуваат и студиите во кои ризични крвни садови за катетеризација се сметаат оние со големина под 7 мм, односно 5 мм. Во студиите за ултразвучно водена катетеризација на внатрешната југуларна вена пациентите со дијаметар на ВЈВ под 7 мм се сметаат за ризични за катетеризација. Процентот на пациенти со дијаметар на ВЈВ под 7 мм се движи од 5% до 15% (25,26). Во студијата на Меу и сор. помалиот дијаметар на ВЈВ од 7 мм бил поврзан со неуспешност на катетеризацијата од 14,9% и процент на компликации од 8,5% наспроти неуспешноста од 3,9% и процент на компликации од 3,8% кај пациентите кај кои дијаметарот на ВЈВ бил поголем (259). За разлика од ова, Samy Modeliar ризични за катетеризација ги смета вените со дијаметар под 5 мм (189). Тој во својата студија го испитувал влијанието на Тренделенбург и реверзна Тренделенбург положба на големината на ВЈВ и ФВ. За таа цел, во студијата вклучил 60 пациенти и кај нив вршел мерење на дијаметарот на левата и десната ВЈВ и ФВ во положба на супинација, Тренделенбург положба и реверзна Тренделенбург положба. Катетеризацијата била тешка (дијаметар под 5 мм) или невозможна (тромбозирана) кај 22% за ДВЈВ и 13% за ЛВЈВ, односно за 2% за ДФВ и 2% за ЛФВ. Во Тренделенбург положба ППП на ВЈВ се зголемила додека на ФВ се намалила, и обратно при примената на реверзна Тренделенбург положба.

Влијанието на ППП на венскиот крвен сад при централна венска катетеризација врз успешноста на катетеризацијата на ВЈВ кај 868 пациенти е покажана и во студијата на Gordon од 1998 година. Катетеризацијата на десната ВЈВ и дијаметарот на ВЈВ биле означени како фактори кои имаат значајно влијание врз успешноста, и тоа особено успешноста при прв обид (260).

Познавајќи ги ваквите ефекти на големината на внатрешната југуларна вена и потклучната вена за успехот на постапката и појавата на компликации, повеќе студии го испитувале влијанието на различни положби и маневри врз големината на испитуваните крвни садови (74,175,176,189,261). Покрај тоа, постојат и студии кои директно покажуваат дека маневрите кои се користат за зголемување на големината на внатрешната југуларна вена се поврзани и со поголем процент на успешност при катетеризација (134,262). И препораките на Американското здружение за УЗ се, пред да се одбере местото за катетеризација, да се процени длабочината, големината и компресибилноста на венскиот крвен сад за катетеризација (57).

Во студијата на Sharma и сор. во која биле вклучени 200 пациенти, ултразвучниот скрининг на аксиларната вена покажал 4 пациенти кај кои таа не била погодна за катетеризација. Еден од пациентите имал тромбозирани аксиларна вена. Останатите тројца не биле вклучени во студијата заради малите димензии на аксиларната вена, иако авторите не ги прикажале точните димензии на крвниот сад (64).

Во сите студии не се потврдува поврзаноста на големината на венскиот крвен сад со успешноста на неговата катетеризација. Во студијата на Cszarnik и Gawda при ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена кај пациенти на механичка вентилација вкупната успешноста изнесувала 95,1%, додека успешноста при прв обид изнесувала 84,1%. Средната широчина на аксиларната вена во нивната популација на пациенти изнесувала 0,83 см и се движела во опсег од 0,4 до 1,57 см. Авторите не нашле поврзаност помеѓу големината на крвниот сад и успешноста на постапката (75). Во студијата на Malik и сор. аксиларната вена била катетеризирана кај 12 пациенти под ултразвучна контрола. Просечниот дијаметар на аксиларната вена изнесувал 0,99 см и тој не корелирал со успешноста на постапката, која изнесувала 66% (201).

За разлика од последните две студии, во нашата студија се забележува статистички сигнификантна позитивна умерено јака корелација помеѓу големината на крвниот сад и успешноста на постапката за $r_s = 0,26409$; p (2-tailed) = 0,00016. Во КГ регистриравме статистички сигнификантна позитивно умерена корелација помеѓу големината на аксиларната вена и успешноста ($R = 0,361005$). Тоа значи дека со зголемување на дијаметарот на крвниот сад се зголемува и успехот на постапката.

Постапката не беше успешна кај 5 пациенти. Кај сите 5 пациенти големината на аксиларната вена беше под 0,65 см. Во ИГ со примената на Тренделенбург и ПЕЕП од 15 см X2O постигнавме сигнификантно зголемување на ППП на аксиларната вена. Успешноста на постапката во оваа група пациенти беше 100%. Од особено значење е зглемениот процент на успешност при прв обид од 42% во КГ на 81% во ИГ имајќи предвид дека студиите покажуваат зголемен процент на компликации со зголемување на бројот на обиди до успешна катетеризација (221). И во нашата студија се покажа како статистички сигнификантна негативна умерено јака корелација помеѓу големината на попречниот пресек на аксиларната вена CSA и бројот на обиди кај пациентите и во КГ и во ИГ за $p < 0,05$ ($r = -,6291$; $p = 0,000$) и ($r = -.5567$; $p = 0,000$), соодветно (табела и графикон 54). Големината на

CSA, доведувајќи до намален број обиди за успешна катетеризација, влијаеше и на времето потребно за катетеризација. Па, така забележавме статистички сигнификантно негативна умерено јака корелација помеѓу **CSA** и времето до завршување на постапката кај пациентите кои учествуваа во студијата и беа вклучени во КГ и во ИГ за $p < 0,05$ ($r = -0,6854$, $p = 0,000$; соодветно $r = -0,8729$, $p = 0,00$) (табела и графикон 52).

Покрај подобрувањето на успешноста на постапката и скратувањето на времето и намалувањето на бројот на обиди потребни таа успешно да се изведе, зголемувањето на CSA на венскиот сад избран за катетеризација може да придонесе и за намалување на можните компликации (263). Тоа се потврди и во нашата студија. Ние забележавме статистички сигнификантна негативна умерена корелација помеѓу **CSA** и компликациите кај пациентите и во КГ и во ИГ ($R = -0,260749$ и $R = -0,321959$, соодветно). Тоа значи дека со зголемување на CSA на аксиларната вена, се намалува процентот на компликации кои се јавуваат при нејзина катетеризација. Така, се потврди како статистички значајна и поврзаноста помеѓу **CSA-T** и артериската пункција ($R = -0,287504$) и помеѓу **CSA-T** и **CSA T+P** и појавата на хематом ($R = -0,291883$ и $R = -0,272318$, соодветно).

Според Spearman Rank Order Correlations не беше регистрирана статистички сигнификантна корелација помеѓу **CSA-T** и малпозицијата ($R = 0,420084$). Само два пациента од групата со **CSA T+PS** имаа малпозицијата.

При катетеризација на централните вени релативно често не се добива крв при напредувањето со иглата за катетеризација туку при нејзиното повлекување. Ова е особено изразено кај дехидрирани пациенти и пациенти со респираторен дистрес, кај кои се среќава мал CSA на венскиот сад, и негова лесна компресибилност како под притисок на ултразвучната сонда така и под дејство на притисокот од иглата за катетеризација. Инциденцијата на пробивање на задниот сид на венскиот сад често не се ни прикажува во студиите, а има студии во кои се презентирани проценти од 34% па сè до 71% (233)(264). Како резултат на пробивање на задниот сид можно е да настане повреда на соседните структури како артериски крвен сад, нерви или плевра. Оттука, во нашата студија ја следевме компресибилноста на аксиларната вена како предиспонирачки фактор за пробивање на задниот сид и евентуална појава на компликации. За значајна

компресибилност го одредивме колапсот на вената за повеќе од половина од нејзинот дијаметар. При интервенцијата, кај 23,0% од пациентите во КГ регистриравме вовлекување т.е. колабирање на предниот сид на вената повеќе од половина од дијаметарот на аксиларната вена, за разлика од 13,0% од пациентите во ИГ(табела и графикон 9). Процентуалната разлика помеѓу двата модалитета во двете групи беше статистички сигнификантно за $p < 0,05$ (Difference test, $p = 0,0000$).

Разликите во компресибилноста на аксиларната вена се потврдија дека корелираат како со успешноста на постапката, бројот на обиди и времето, така и со појавата на компликации. Па, така се забележа статистички сигнификантно позитивно умерена корелација помеѓу компресибилноста на крвниот сад и бројот на обиди $p < 0,05$ ($r = 0,4594$; $p = 0,000$) (табела и графикон 36), времето до завршување на постапката $p < 0,05$ ($r = 0,4970$; $p = 0,000$) (табела и графикон 38), компликациите - $R = 0,307420$, артериската пункција - $R = 0,263389$ и појавата на хематом - $R = 0,298800$. Компресибилноста на аксиларната вена покажа негативно умерена корелација со успешноста на постапката, што значи дека со намалување на компресибилноста расте успешноста ($R = -0,341773$).

Студиите објавени досега само означуваат можно влијание на компресибилноста на венскиот сад врз успешноста и појавата на компликации при катетеризација на ВЈВ. Досега ова е прва студија која директно покажува поврзаност помеѓу CSA и компресибилноста на аксиларната вена со успешноста на УЗ водена катетеризација, времето, бројот на обиди, како и со појавата на механички компликации.

Студијата имаше неколку недостатоци:

- Во текот на студијата не се мереше централниот венски притисок ниту езофагеалниот притисок за да се процени директниот ефект на интраторакалниот притисок врз големината на CSA на аксиларната вена.
- Се користеше само една вредност на ПЕЕП со што не можеше да се даде придонес во расветлувањето на прашањето која вредност на ПЕЕП е онаа што резултира со најголем пораст на CSA без при тоа да има негативни последици за пациентот.
- Во текот на студијата не се користеше инвазивен мониторинг на артерискиот притисок и кардијалниот аутпут .

Поради овие недостатоци, потребни се дополнителни клинички студии каде што ќе се види влијанието на различни вредности на ПЕЕП врз големината на попречниот пресек на аксиларната вена, но и со инвазивен мониторинг ќе се проследат и ефектите на различните вредности на ПЕЕП врз артерискиот притисок мерен инвазивно како и на кардијалниот аутпут.

7. ЗАКЛУЧОК

- Употребата на ПЕЕП од 15 см X2O во тек на ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена со попречен пресек доведува до зголемување на CSA на аксиларната вена.
- Употребата на ПЕЕП од 15 см X2O во тек на ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена со попречен пресек доведува до зголемување на вкупната успешност на ЦВК-изација на аксиларната вена како и успешноста при прв обид, го намалува потребниот број на обиди и го скратува потребното време за катетеризација.
- Употребата на ПЕЕП од 15 см X2O во тек на ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена со попречен пресек доведува до намалување на механичките компликации како артериска пункција и хематом, а при тоа не го зголемува ризикот од појава на пневмоторакс.
- Употребата на ПЕЕП од 15 см X2O во тек на ултразвучно водена катетеризација на аксиларната вена со попречен пресек не доведува до клинички значајна хемодинамска дестабилизација на пациентот.

Библиографија

1. Vincent JL, Bihari DJ, Suter PM, Bruining HA, White J, Nicolas-Chanoin MH, Wolff M, Spencer RC, Hemmer M. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe: results of the European Prevalence of Infection in Intensive Care (EPIC) Study. *Jama*. 1995 Aug 23;274(8):639-44.
2. Traoré O, Liotier J, Souweine B. Prospective study of arterial and central venous catheter colonization and of arterial- and central venous catheter-related bacteremia in intensive care units. *Crit Care Med*. 2005 Jun;33(6):1276–80. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15942344>
3. Burgmann H, Hiesmayr JM, Savey A, Bauer P, Metnitz B, Metnitz PGH. Impact of nosocomial infections on clinical outcome and resource consumption in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2010 Sep 8;36(9):1597–601. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20614212>
4. McGee DC, Gould MK. Preventing Complications of Central Venous Catheterization. *N Engl J Med*. 2003 Mar 20;348(12):1123–33. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMra011883>
5. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, Thomas S. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *Bmj*. 2003 Aug 14;327(7411):361. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12919984>
6. Galloway S, Bodenham A. Ultrasound imaging of the axillary vein—anatomical basis for central venous access. *Br J Anaesth*. 2003;90:589–95.
7. Sollazzo V, Luglio G, Esposito E, Di Micco R, Giglio MC, Peltrini R, Schettino P, Amato B, De Palma GD, Limite G. Venous anomalies of the axilla: a single-institution experience. *Aging clinical and experimental research*. 2017 Feb 1;29(1):139-42.
8. Yang H-J, Gil Y-C, Jin J-D, Cho H, Kim H, Lee H-Y. Novel findings of the anatomy and variations of the axillary vein and its tributaries. *Clin Anat*. 2012 Oct;25(7):893–902. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22623347>
9. Nayak SB, Rao Sirasanagandla S. An anatomical variation of axillary vein Short Axillary Vein and an Axillary Venous Ladder Formed by Basilic and Brachial Veins – An Anatomical and Clinical Perspective. *J Surg Acad*. 2015;5(2):29–32. Available from: <http://journalarticle.ukm.my/9308/1/05-MS1202-Satheesha%2520BN%2520et%2520al..pdf>
10. Anaya-Ayala JE, Younes HK, Kaiser CL, Syed O, Ismail N, Naoum JJ, Davies MG, Peden EK. Prevalence of variant brachial-basilic vein anatomy and implications for vascular access planning. *Journal of vascular surgery*. 2011 Mar 1;53(3):720-4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21144691>
11. Roy TS, Sharma S. Axillary vein perforation by the medial cutaneous nerve of the forearm. *Clin Anat*. 2004 May;17(4):300–2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15108333>
12. Mahajan A, Rana KK, Saha S. Perforation of Axillary Vein by a Branch of the Axillary Artery: an Anatomical Study. *Int J Morphol*. 2012 Jun;30(2):579–82. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-

- 95022012000200036&lng=en&nrm=iso&tlng=en
13. Fujii T, Yajima R, Yamaguchi S, Kuwano H. Double axillary vein: A case detected by CT. *Int J Case Reports Images*. 2013;3:58-9.
 14. Prabhu L V, Kumar J, Singh G. Case Report Brachial Plexus With Two Trunks and Double Axillary Veins: Applied Importance and Clinical Implications. *Firat Tıp Derg*. 2006;11(4):210–2.
 15. Lau EW. First rib and venous anomalies e Anatomical challenges for transvenous implantation of cardiac electronic devices. 2017; Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/8e97/0bf17243a8caaab08078e5d40d4b8b3308e3.pdf>
 16. O'Leary R, Ahmed SM, McLure H, Oram J, Mallick A, Bhambra B, Bodenham AR. Ultrasound-guided infraclavicular axillary vein cannulation: a useful alternative to the internal jugular vein. *British journal of anaesthesia*. 2012 Aug 23;109(5):762-8.
 17. Pittiruti M, Biasucci D, La Greca A. Ultrasound Guided Approach to the Axillary Vein, First Option for Central Line Insertion in Adult Patients. *J Assoc Vasc Access*. 2016 Dec 1;21(4):243. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1552885516301465?_rdoc=1&_fmt=high&_origin=gateway&_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb
 18. Restrepo Valencia CA. Axillary catheter for hemodialysis, an alternative vascular access. *Nefrologia*. 2008;28(1):77–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18336136>
 19. Osawa H, Hasegawa J, Yamakawa K, Matsunami N, Mikata S, Shimizu J, Kim YK, Morishima H, Hirota M, Souma Y, Kim HM. Ultrasound-guided infraclavicular axillary vein puncture is effective to avoid pinch-off syndrome: a long-term follow-up study. *Surgery today*. 2013 Jul 1;43(7):745-50.
 20. Zingg W, Sandoz L, Inan C, Cartier V, Clergue F, Pittet D, Walder B. Hospital-wide survey of the use of central venous catheters. *Journal of Hospital Infection*. 2011 Apr 1;77(4):304-8.
 21. Baron RM. Point: should coagulopathy be repaired prior to central venous line insertion? Yes: why take chances? *Chest*. 2012 May 1;141(5):1139–42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22553259>
 22. Nickalls RWD. A new percutaneous approach to the axillary vein. *Anaesthesia*. 1987;42:151–4.
 23. Taylor BL, Yellowlees I. Central venous cannulation using the infraclavicular axillary vein. *Anesthesiology*. 1990 Jan;72(1):55–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2297133>
 24. Gawda R, Czarnik T, Weron R, Nowotarski J. A new infraclavicular landmark-based approach to the axillary vein as an alternative method of central venous cannulation. *J Vasc Access*. 2016;17(3):273–8. Available from: <http://www.vascular-access.info/article/8ad275f6-adf1-4613-b1d5-bb66f625d069>
 25. Denys BG, Uretsky BF. Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access. *Crit Care Med*. 1991 Dec;19(12):1516–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1959371>
 26. Lorchirachoonkul T, Ti LK, Manohara S, Lye ST, Tan SA, Shen L, Kang DS. Anatomical variations of the internal jugular vein: implications for successful cannulation and risk of carotid artery puncture. *Singapore medical journal*. 2012 May 1;53(5):325-8.
 27. Hoffman T, Du Plessis M, Prekupec MP, Gielecki J, Zurada A, Tubbs RS, Loukas M.

- Ultrasound-guided central venous catheterization: A review of the relevant anatomy, technique, complications, and anatomical variations. *Clinical Anatomy*. 2017 Mar;30(2):237-50.
28. Dietrich CF, Horn R, Morf S, Chiorean L, Dong Y, Cui XW, Atkinson NS, Jenssen C. Ultrasound-guided central vascular interventions, comments on the European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology guidelines on interventional ultrasound. *Journal of thoracic disease*. 2016 Sep;8(9):E851.
 29. Wu S, Ling Q, Cao L, Wang J, Xu M, Zeng W. Real-time Two-dimensional Ultrasound Guidance for Central Venous Cannulation. *Anesthesiology*. 2013 Feb;118(2):361–75. Available from: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/Article.aspx?doi=10.1097/ALN.0b013e31827bd172>
 30. Turba UC, Uflacker R, Hannegan C, Selby JB. Anatomic Relationship of the Internal Jugular Vein and the Common Carotid Artery Applied to Percutaneous Transjugular Procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2005 Apr 11;28(3):303–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15770389>
 31. Beaudoin FL, Merchant RC, Lincoln J, Gardiner F, Liebmann O, Cohn J. Bedside ultrasonography detects significant femoral vessel overlap: implications for central venous cannulation. *CJEM*. 2011 Jul;13(4):245–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21722553>
 32. Mozersky DJ, Olson RM, Coons HG, Hagood CO. Doppler-Controlled Needle Director: A Useful Adjunct to Angiography. *Radiology*. 1973 Oct;109(1):221–2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4793130>
 33. Ullman JI, Stoelting RK. Internal jugular vein location with the ultrasound Doppler blood flow detector. *Anesth Analg*. 1978;57(1):118. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/564628>
 34. Schregel W, Höer H, Radtke J, Cunitz G. [Ultrasonic guided cannulation of the axillary vein in intensive care patients]. *Anaesthesist*. 1994 Oct;43(10):674–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7818050>
 35. Uhlenkott MC, Sathishkumar S, Murray WB, McQuillan PM, Das Adhikary S. Real-time Multimodal Axillary Vein Imaging Enhances the Safety and Efficacy of Axillary Vein Catheterization in Neurosurgical Intensive Care Patients. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2013 Jan;25(1):62–5. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00008506-201301000-00009>
 36. Airapetian N, Maizel J, Langelle F, Modeliar SS, Karakitsos D, Dupont H, Slama M. Ultrasound-guided central venous cannulation is superior to quick-look ultrasound and landmark methods among inexperienced operators: a prospective randomized study. *Intensive care medicine*. 2013 Nov 1;39(11):1938-44.
 37. Yonei A, Nonoue T, Sari A. Real-time ultrasonic guidance for percutaneous puncture of the internal jugular vein. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 1986 Jun 1;64(6):830-1.
 38. Sandhu NS. Transpectoral ultrasound-guided catheterization of the axillary vein: an alternative to standard catheterization of the subclavian vein. *Anesth Analg*. 2004;99:183–7.
 39. Calvert N, Hind D, McWilliams RG, Thomas SM, Beverley C, Davidson A. The effectiveness and cost-effectiveness of ultrasound locating devices for central venous

- access: a systematic review and economic evaluation. *Heal Technol Assess.* 2003;7:1–84.
40. Polderman KH, Girbes AR. Central venous catheter use. *Intensive Care Med.* 2002 Jan 4;28(1):1–17. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11818994>
 41. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD, Reeves ST. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Journal of the American Society of Echocardiography.* 2011 Dec 1;24(12):1291-318.
 42. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters. *Crit Care Med.* 1996 Dec;24(12):2053–8. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003246-199612000-00020>
 45. Abboud PA, Kendall JL. Ultrasound guidance for vascular access. *Emergency Medicine Clinics.* 2004 Aug 1;22(3):749-73.
 46. Miller AH, Roth BA, Mills TJ, Woody JR, Longmoor CE, Foster B. Ultrasound guidance versus the landmark technique for the placement of central venous catheters in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 2002 Aug;9(8):800–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12153885>
 47. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;9:CD006962.
 48. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, Pirotte T, Karakitsos D, LeDonne J, Doniger S, Scoppettuolo G. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive care medicine.* 2012 Jul 1;38(7):1105-17.
 49. Lalu MM, Fayad A, Ahmed O, Bryson GL, Fergusson DA, Barron CC, Sullivan P, Thompson C, Canadian Perioperative Anesthesia Clinical Trials Group. Ultrasound-guided subclavian vein catheterization: a systematic review and meta-analysis. *Critical care medicine.* 2015 Jul 1;43(7):1498-507.
 50. Sazdov D, Sreva MJ, Todorova ZN. Comparative analysis of ultrasound guided central venous catheterization compared to blind catheterization. *prilozi.* 2017 Sep 1;38(2):107-14.
 51. Sazdov D, Sreva MJ, Todorova ZN. Landmark Versus Ultrasound-Guided Subclavian Central Venous Catheterization with a Combined Short and Long Axis Approach in an Intensive Care Setting. *Macedonian Medical Review.* 2017 Jan 1;71(1):44-9.
 52. Tokumine, J.; Matsushima, H.; Lefor, A. T.; Igarashi, H.; Ono K. Ultrasound-guided infraclavicular axillary venipuncture is more rapidly learned than anatomic landmark guided subclavian venipuncture during simulation training. *European Journal of Anaesthesiology (EJA).* *Eur J Anaesthesiol.* 2013;30:229–30. Available from: https://journals.lww.com/ejanaesthesiology/Fulltext/2013/06001/Ultrasound_guided_infraclavicular_axillary.719.aspx
 53. Tokumine J, Matsushima H, Lefor AK, Igarashi H, Ono K. Ultrasound-Guided Subclavian Venipuncture is More Rapidly Learned than the Anatomic Landmark Technique in Simulation Training. *J Vasc Access.* 2015 Mar 25;16(2):144–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25362982>
 54. Rupp SM, Apfelbaum JL, Blitt C, Caplan RA, Connis RT, Domino KB, Fleisher LA, Grant S, Mark JB, Morray JP, Nickinovich DG. Practice guidelines for central venous

- access: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology*. 2012 Mar;116(3):539.
55. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, Blaiwas M, Desai H, Evans D, Summerfield DT, Slonim A, Breikreutz R, Price S, Marik PE. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients—part I: general ultrasonography. *Critical care medicine*. 2015 Nov 1;43(11):2479-502.
 56. Bodenham A, Babu S, Bennett J, Binks R, Fee P, Fox B, Johnston AJ, Klein AA, Langton JA, Mclure H, Tighe SQ. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland: safe vascular access 2016. *Anaesthesia*. 2016 May;71(5):573-85.
 57. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Practice Guideline for the Use of Ultrasound to Guide Vascular Access Procedures. *J Ultrasound Med*. 2013
 58. The Joint Commission. Preventing Central Line–Associated Bloodstream Infections: A Global Challenge, A Global Perspective. 2012.
http://www.jointcommission.org/assets/1/18/CLABSI_. Available from:
https://www.jointcommission.org/assets/1/18/CLABSI_Monograph.pdf
 59. Ricardo Franco-Sadud, MD, Schnobrich D, Benji K. Mathews, MD, Candotti C, Saaïd Abdel-Ghani, MD, Martin G Perez, MD, Sophia Chu Rodgers, DNP, ACNP, Michael J Mader, MS, Elizabeth K Haro, MPH, Dancel R, Joel Cho, MD, RDMS, RDCS, Loretta Grikis, MLS, Brian P Lucas, MD, MS, SHM POCUS Task Force, Nilam J Soni, MD, MS, Recommendations on the Use of Ultrasound Guidance for Central and Peripheral Vascular Access in Adults: A Position Statement of the Society of Hospital Medicine. Published Online Only September 6, 2019. DOI: 10.12788/jhm.3287
 60. National Institute for Health and Care Excellence. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. National Institute for Health and Care Excellence website. NICE; 2002 http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/Ultrasound_49. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ta49>
 61. National Kidney Foundation. 2006 Updates Clinical Practice Guidelines and Recommen. Vol. 48, *Am J Kidney Dis*. 2006. Available from:
https://www.kidney.org/sites/default/files/docs/12-50-0210_jag_dcp_guidelines-va_oct06_sectionc_ofc.pdf
 62. Shekelle PG, Wachter RM, Pronovost PJ, Schoelles K, McDonald KM, Dy SM, Shojania K, Reston J, Berger Z, Johnsen B, Larkin JW. Making health care safer II: an updated critical analysis of the evidence for patient safety practices. Evidence report/technology assessment. 2013 Mar(211):1.
 63. Monnet X, Lefrant J-Y, Teboul J-L. Champ 6. Sécurisation des procédures « circulatoires » (administration des substances vasoactives, utilisation des cathéters artériels, veineux centraux et artériels pulmonaires). *Ann Fr Anesth Reanim*. 2008 Oct;27(10):e91–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18952404>
 64. Sharma A, Bodenham AR, Mallick A. Ultrasound-guided infraclavicular axillary vein cannulation for central venous access. *Br J Anaesth*. 2004 May 28;93(2):188–92. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15220180>
 65. Czarnik T, Gawda R, Nowotarski J. Real-time, ultrasound-guided infraclavicular axillary vein cannulation for renal replacement therapy in the critical care unit—a prospective intervention study. *J Crit Care*. 2015;30:624–8.
 66. Seto AH, Jolly A, Salcedo J. Ultrasound-guided venous access for pacemakers and defibrillators. *Journal of cardiovascular electrophysiology*. 2013 Mar;24(3):370-4.

67. Lin CP, Wang YC, Lin FS, Huang CH, Sun WZ. Ultrasound-assisted percutaneous catheterization of the axillary vein for totally implantable venous access device. *Eur J Surg Oncol*. 2011 May;37(5):448–51. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0748798311000461>
68. Bentley SK, Seethala R, Weingart SD. Ultrasound-Guided Axillary Vein Approach to the Subclavian Vein for Central Venous Access. *Ann Emerg Med*. 2008 Oct 1;52(4):475–6. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196064408007270>
69. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, Pirotte T, Karakitsos D, LeDonne J, Doniger S, Scoppettuolo G. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive care medicine*. 2012 Jul 1;38(7):1105-17.
70. Brescia F, Biasucci DG, Fabiani F, Favarato M, Costa F, Longo F, Martuscelli M, Vitiello M, Pittiruti M. A novel ultrasound-guided approach to the axillary vein: Oblique-axis view combined with in-plane puncture. *The journal of vascular access*. 2019 Jan 31:1129729819826034
71. Wilson JG, Berona KM, Stein JC, Wang R. Oblique-axis vs. short-axis view in ultrasound-guided central venous catheterization. *J Emerg Med*. 2014 Jul 1;47(1):45–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24685453>
72. Glen H, Lang I, Christie L. Infraclavicular axillary vein cannulation using ultrasound in a mechanically ventilated general intensive care population. *Anaesth Intensive Care*. 2015;43:635–40.
73. Blaivas M, Adhikari S. An unseen danger: Frequency of posterior vessel wall penetration by needles during attempts to place internal jugular vein central catheters using ultrasound guidance*. *Crit Care Med*. 2009 Aug 1;37(8):2345–9. Available from: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=19531950>
74. Ahn JH, Kim IS, Shin KM, Kang SS, Hong SJ, Park JH, Kim HJ, Lee SH, Kim DY, Jung JH. Influence of arm position on catheter placement during real-time ultrasound-guided right infraclavicular proximal axillary venous catheterization. *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2015 Oct 20;116(3):363-9.
75. Maddali MM, Arora NR, Chatterjee N. Ultrasound guided out-of-plane versus in-plane transpectoral left axillary vein cannulation. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*. 2017 Oct 1;31(5):1707-12
76. Gao YB, Yan JH, Ma JM, Liu XN, Dong JY, Sun F, Tang LW, Li J. Effects of long axis in-plane vs short axis out-of-plane techniques during ultrasound-guided vascular access. *The American journal of emergency medicine*. 2016 May 1;34(5):778-83.
77. Troianos CA, Jobes DR, Ellison N. Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study. *Anesth Analg*. 1991 Jun;72(6):823–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2035868>
78. Domino KB, Bowdle TA, Posner KL, Spitellie PH, Lee LA, Cheney FW. Injuries and liability related to central vascular catheters: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 2004 Jun;100(6):1411–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15166560>
79. Winters BD, Bharmal A, Wilson RF, Zhang A, Engineer L, Defoe D, Bass EB, Dy S, Pronovost PJ. Validity of the Agency for Health Care Research and Quality Patient Safety Indicators and the Centers for Medicare and Medicaid Hospital-acquired Conditions. *Medical care*. 2016 Dec 1;54(12):1105-11.
80. Barash PG, Landoni G, Bowdle A. Vascular Complications of Central Venous Catheter

- Placement: Evidence-Based Methods for Prevention and Treatment. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2014;28:358–68. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/2095/fea7d17c26f50de13785e76bae0ccb96196.pdf>
81. Pikwer A, Acosta S, Kölbel T, Malina M, Sonesson B, Åkeson J. Management of inadvertent arterial catheterisation associated with central venous access procedures. *European journal of vascular and endovascular surgery.* 2009 Dec 1;38(6):707-14.
 82. Kusminsky RE. Complications of Central Venous Catheterization. *J Am Coll Surg.* 2007 Apr;204(4):681–96. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17382229>
 83. Shah PM, Babu SC, Goyal A, Mateo RB, Madden RE. Arterial misplacement of large-caliber cannulas during jugular vein catheterization: case for surgical management | No competing interests declared. *J Am Coll Surg.* 2004 Jun;198(6):939–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15194076>
 84. Mishra SK, Paulose D, Kundra P, Parida S. Massive hemothorax due to subclavian vein tear during internal jugular vein cannulation in a 15-year-old boy scheduled for mitral valve replacement. *Anesth essays Res.* 2015;9(3):433–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26712992>
 85. Najafi A, Moharari RS, Khajavi MR, Salimi J, Khashayar P. A giant subclavian pseudoaneurysm following central venous catheterization. *J Anesth.* 2009 Nov 18;23(4):628–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19921383>
 86. Khouzam RN, Soufi MK, Weatherly M. Heparin Infusion through a Central Line Misplaced in the Carotid Artery Leading to Hemorrhagic Stroke. *J Emerg Med.* 2013 Sep;45(3):e87–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23849360>
 87. Wang RC, Katz SE, Lubow M. Visual loss and central venous catheterization: cortical blindness and hemianopsia after inadvertent subclavian artery entry. *J Neuroophthalmol.* 2000 Mar;20(1):32–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10770505>
 88. Shah PM, Leong B, Babu SC, Goyal AM, Mateo RB. Cerebrovascular events associated with infusion through arterially malpositioned triple-lumen catheter: report of three cases and review of literature. *Cardiol Rev.* 2005;13(6):304–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16230888>
 89. Wicky S, Meuwly J-Y, Doenz F, Uské A, Schnyder P, Denys A. Life-threatening vascular complications after central venous catheter placement. *Eur Radiol.* 2002 Apr 28;12(4):901–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11960245>
 90. Pikwer A, Krantz P, Resch T, Acosta S. Fatal arterial complications following ultrasound-guided attempt of internal jugular vein catheterization. *Eur Surg.* 2013 Jun 9;45(3):179–83. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10353-013-0193-0>
 91. Powell JT, Mink JT, Nomura JT, Levine BJ, Jasani N, Nichols WL, Reed J, Sierzenski PR. Ultrasound-guidance can reduce adverse events during femoral central venous cannulation. *The Journal of emergency medicine.* 2014 Apr 1;46(4):519-24.
 92. Leung J, Duffy M, Finckh A. Real-Time Ultrasonographically-Guided Internal Jugular Vein Catheterization in the Emergency Department Increases Success Rates and Reduces Complications: A Randomized, Prospective Study. *Ann Emerg Med.* 2006 Nov;48(5):540–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17052555>
 93. Buzançais G, Roger C, Bastide S, Jeannes P, Lefrant JY, Muller L. Comparison of two ultrasound guided approaches for axillary vein catheterization: a randomized controlled non-inferiority trial. Thompson JP, editor. *Br J Anaesth.* 2016 Feb 19;116(2):215–22. Available from: <https://academic.oup.com/bja/article-lookup/doi/10.1093/bja/aev458>

94. Bodenham A, Lamperti M. Ultrasound guided infraclavicular axillary vein cannulation, coming of age. *Br J Anaesth*. 2016;116(3):325–7.
95. Landry JE, Blebea J, Sen R. Ultrasound Guidance Does Not Prevent Intracarotid Placement of Central Lines. *J Vasc Surg*. 2015 Sep 1;62(3):796–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741521415012781>
96. Pillai L, Zimmerman PM, d’Audiffret AC. PS170. Inadvertent Great Vessel Arterial Catheterization During Ultrasound-Guided Central Venous Line Placement: A Potentially Fatal Event. *J Vasc Surg*. 2011 Jun 1;53(6):74S. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741521411005763>
97. Blaivas M. Video Analysis of Accidental Arterial Cannulation With Dynamic Ultrasound Guidance for Central Venous Access. *J Ultrasound Med*. 2009 Sep 1;28(9):1239–44. Available from: <http://doi.wiley.com/10.7863/jum.2009.28.9.1239>
98. Parsons AJ, Alfa J. Carotid Dissection: A Complication of Internal Jugular Vein Cannulation with the Use of Ultrasound. *Anesth Analg*. 2009 Jul;109(1):135–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19535702>
99. Chapman GA, Johnson D, Bodenham AR. Visualisation of needle position using ultrasonography. *Anaesthesia*. 2006 Feb 1;61(2):148–58. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2005.04475.x>
100. Thompson C, Barrows T. Carotid arterial cannulation: removing the risk with ultrasound? *Can J Anesth Can d’anesthésie*. 2009 Jun 24;56(6):471–2. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s12630-009-9082-1>
101. Khasawneh FA, Smalligan RD. Guidewire-Related Complications during Central Venous Catheter Placement: A Case Report and Review of the Literature. *Case Reports Crit Care*. 2011 Dec 13;2011:1–4. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/cricc/2011/287261/>
102. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical Complications of Central Venous Catheters. *J Intensive Care Med*. 2006 Jan 30;21(1):40–6. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0885066605280884>
103. Vats HS. Complications of Catheters: Tunneled and Nontunneled. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2012 May;19(3):188–94. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22578679>
104. Ruesch S, Walder B, Tramèr MR. Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access—a systematic review. *Crit Care Med*. 2002 Feb;30(2):454–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11889329>
105. de Lassence A, Timsit JF, Tafflet M, Azoulay E, Jamali S, Vincent F, Cohen Y, Garrouste-Orgeas M, Alberti C, Dreyfuss D, OUTCOMEREA Study Group. Pneumothorax in the intensive care unit: incidence, risk factors, and outcome. *Anesthesiology*. 2006 Jan 1;104(1):5–13.
106. Miller MP, Sagy M. Pressure Characteristics of Mechanical Ventilation and Incidence of Pneumothorax Before and After the Implementation of Protective Lung Strategies in the Management of Pediatric Patients With Severe ARDS. *Chest*. 2008 Nov;134(5):969–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18689581>
107. Hsu C-W, Sun S-F. Iatrogenic pneumothorax related to mechanical ventilation. *World J Crit care Med*. 2014 Feb 4;3(1):8–14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24834397>
108. Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, Mira JP, Kalfon P, Gros A, Marqué S, Thuong M,

- Pottier V, Ramakers M, Savary B. Intravascular complications of central venous catheterization by insertion site. *New England Journal of Medicine*. 2015 Sep 24;373(13):1220-9.
109. Vinson DR, Ballard DW, Hance LG, Stevenson MD, Clague VA, Rauchwerger AS, Reed ME, Mark DG, Kaiser Permanente CREST Network Investigators. Pneumothorax is a rare complication of thoracic central venous catheterization in community EDs. *The American journal of emergency medicine*. 2015 Jan 1;33(1):60-6.
 110. Heidemann L, Nathani N, Sagana R, Chopra V, Heung M. A Contemporary Assessment of Mechanical Complication Rates and Trainee Perceptions of Central Venous Catheter Insertion. *J Hosp Med*. 2017 Aug;12(8):646–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28786431>
 111. Parienti JJ, Mongardon N, Megarbane B. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. *J Vasc Surg*. 2016 Mar;63(3):846. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741521416000732>
 112. Kilbourne MJ, Bochicchio G V., Scalea T, Xiao Y. Avoiding Common Technical Errors in Subclavian Central Venous Catheter Placement. *J Am Coll Surg*. 2009 Jan;208(1):104–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19228511>
 113. Lathey RK, Jackson RE, Bodenham A, Harper D, Patle V. A multicentre snapshot study of the incidence of serious procedural complications secondary to central venous catheterisation. *Anaesthesia*. 2017 Mar;72(3):328–34. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/anae.13774>
 114. Lennon M, Zaw NN, Pöpping DM, Wenk M. Procedural complications of central venous catheter insertion. *Minerva Anesthesiol*. 2012 Nov;78(11):1234–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22699699>
 115. Tsotsolis N, Tsirgogianni K, Kioumis I, Pitsiou G, Baka S, Papaiwannou A, Karavergou A, Rapti A, Trakada G, Katsikogiannis N, Tsakiridis K. Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion. *Annals of translational medicine*. 2015 Mar;3(3).
 116. Ding W, Shen Y, Yang J, He X, Zhang M. Diagnosis of Pneumothorax by Radiography and Ultrasonography. *Chest*. 2011 Oct;140(4):859–66. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21546439>
 117. Gentry Wilkerson R, Stone MB. Sensitivity of Bedside Ultrasound and Supine Anteroposterior Chest Radiographs for the Identification of Pneumothorax After Blunt Trauma. *Acad Emerg Med*. 2010 Jan;17(1):11–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20078434>
 118. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med*. 1999 Apr;25(4):383–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10342512>
 119. Dulchavsky SA, Schwarz KL, Kirkpatrick AW, Billica RD, Williams DR, Diebel LN, Campbell MR, Sargysan AE, Hamilton DR. Prospective evaluation of thoracic ultrasound in the detection of pneumothorax. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2001 Feb 1;50(2):201-5.
 120. Truong AT, Brown DL. Catastrophic hemothorax from lobar pulmonary artery puncture during attempted subclavian vein catheterization: the fallibility of venous blood aspiration. *J Clin Anesth*. 2009 Aug 1;21(5):377–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19700295>
 121. Lee H-K, Hong S-W, Kim G-J, Ryu T, Han J-K, Kim J-C. Massive hemothorax

- immediately after removal of central venous catheter -A case report-. *Korean J Anesthesiol.* 2013 Jul;65(1):77–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23904944>
122. Bernstein AM, Koo HP, Bloom DA. Beyond the Trendelenburg position: Friedrich Trendelenburg's life and surgical contributions. *Surgery.* 1999 Jul;126(1):78–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10418596>
 123. Dick WF. Friedrich Trendelenburg (1844–1924). *Resuscitation.* 2000 Aug;45(3):157–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957200002288>
 124. Ostrow CL. Use of the Trendelenburg position by critical care nurses: Trendelenburg survey. *Am J Crit Care.* 1997 May;6(3):172–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9131195>
 125. Shahriari A, Khooshideh M, Heidari R, Abianeh SH, Sheikh M, Ghazizadeh S, Rahmati J. The Effect of Trendelenburg Posture on Sensory Block Level in Spinal Anesthesia with Intrathecal Hyperbaric Bupivacaine for Hernia Repair. *Archives of Anesthesiology and Critical Care.* 2015 Oct 3;1(2):55-8. Available from: <http://aacc.tums.ac.ir/index.php/aacc/article/view/19>
 126. Kim J-T, Shim J-K, Kim S-H, Jung C-W, Bahk J-H. Trendelenburg position with hip flexion as a rescue strategy to increase spinal anaesthetic level after spinal block†. *BJA Br J Anaesth.* 2007 Mar 1;98(3):396–400. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17283005>
 127. Yonis H, Bitker L, Aublanc M, Ragey SP, Riad Z, Lissonde F, Louf-Durier A, Debord S, Gobert F, Tapponnier R, Guérin C. Change in cardiac output during Trendelenburg maneuver is a reliable predictor of fluid responsiveness in patients with acute respiratory distress syndrome in the prone position under protective ventilation. *Critical Care.* 2017 Dec;21(1):295.
 128. Halm MA. Trendelenburg position: “put to bed” or angled toward use in your unit? *Am J Crit Care.* 2012 Nov 1;21(6):449–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23117908>
 129. Knight DJ, Mahajan RP. Patient positioning in anaesthesia. *Contin Educ Anaesthesia, Crit Care Pain.* 2004 Oct 14;4(5):160–3. Available from: <https://academic.oup.com/bjaed/article-lookup/doi/10.1093/bjaceaccp/mkh044>
 130. Sprung J, Whalley DG, Falcone T, Wilks W, Navratil JE, Bourke DL. The Effects of Tidal Volume and Respiratory Rate on Oxygenation and Respiratory Mechanics During Laparoscopy in Morbidly Obese Patients. *Anesth Analg.* 2003 Jul;268–74. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00000539-200307000-00049>
 131. Hongrattana G, Reungjui P, Jones CU. Acute hemodynamic responses to 30° head-down postural drainage in stable, ventilated trauma patients: A randomized crossover trial. *Hear Lung J Acute Crit Care.* 2014;43(5):399–405. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24655936>
 132. Jaju R, Jaju PB, Dubey M, Mohammad S, Bhargava AK. Comparison of volume controlled ventilation and pressure controlled ventilation in patients undergoing robot-assisted pelvic surgeries: An open-label trial. *Indian J Anaesth.* 2017 Jan;61(1):17–23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28216699>
 133. Carter AT. The Cardiopulmonary Consequences of the Trendelenburg Position in Patients Under General Anesthesia. 2015. Available from: <http://commons.pacificu.edu/pa>
 134. Lobato EB, Florete OG, Paige GB, Morey TE. Cross-sectional area and intravascular

- pressure of the right internal jugular vein during anesthesia: effects of Trendelenburg position, positive intrathoracic pressure, and hepatic compression. *J Clin Anesth.* 1998 Feb;10(1):1–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9526929>
135. Schreiber SJ, Lambert UK, Doepf F, Valdueza JM. Effects of prolonged head-down tilt on internal jugular vein cross-sectional area. *British journal of anaesthesia.* 2002 Nov 1;89(5):769-71.
 136. Luecke T, Pelosi P. Clinical review: positive end-expiratory pressure and cardiac output. *Critical Care.* 2005 Dec;9(6):607.
 137. Reis Miranda D, Gommers D, Struijs A, Meeder H, Schepp R, Hop W, et al. The open lung concept: effects on right ventricular afterload after cardiac surgery. *Br J Anaesth.* 2004 Sep 1;93(3):327–32. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091217358749>
 138. HUH JW, HONG S-B, LIM C-M, KOH Y. Effect of the alveolar recruitment manoeuvre on haemodynamic parameters in patients with acute respiratory distress syndrome: Relationship with oxygenation. *Respirology.* 2010 Nov;15(8):1220–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20920128>
 139. Lovas A, Szakmány T. Haemodynamic Effects of Lung Recruitment Manoeuvres. *Biomed Res Int.* 2015 Nov 22;2015:1–7. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/478970/>
 140. Huh JW, HONG SB, LIM CM, Koh Y. Effect of the alveolar recruitment manoeuvre on haemodynamic parameters in patients with acute respiratory distress syndrome: relationship with oxygenation. *Respirology.* 2010 Nov;15(8):1220-5.
 141. SELDINGER SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol.* 1953 May;39(5):368–76. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13057644>
 142. Kim IS, Kang SS, Park JH, Hong SJ, Shin KM, Yoon YJ, Kim MS. Impact of sex, age and BMI on depth and diameter of the infraclavicular axillary vein when measured by ultrasonography. *European Journal of Anaesthesiology (EJA).* 2011 May 1;28(5):346-50
 143. Fragou M, Gravvanis A, Dimitriou V, Papalois A, Kouraklis G, Karabinis A, Saranteas T, Poularas J, Papanikolaou J, Davlouros P, Labropoulos N. Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients: a prospective randomized study. *Critical care medicine.* 2011 Jul 1;39(7):1607-12
 144. Tan CO, Weinberg L, Peyton P, Story D, Mcnicol L. Size Variation Between Contralateral Infraclavicular Axillary Veins Within Individual Patients—implications for Subclavian Venous Central Line Insertion. *Crit Care Med.* 2013 Feb 1;41(2):457–63. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00003246-201302000-00010>
 145. Ostrow CL, Hupp E, Topjian D. The effect of Trendelenburg and modified trendelenburg positions on cardiac output, blood pressure, and oxygenation: a preliminary study. *Am J Crit Care.* 1994 Sep;3(5):382–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8000462>
 146. Gok F, Sarkilar G, Kilicaslan A, Yosunkaya A, Uzun ST. Comparison of the effect of the Trendelenburg and passive leg raising positions on internal jugular vein size in critically ill patients. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(10):19037–43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26770530>
 147. Halm MA. Trendelenburg position: “put to bed” or angled toward use in your unit? *Am J Crit Care.* 2012 Nov 1;21(6):449–52. Available from:

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23117908>
148. Mekiš D, Kamenik M. Influence of body position on hemodynamics in patients with ischemic heart disease undergoing cardiac surgery. *Wien Klin Wochenschr*. 2010 May;122(S2):59–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20517674>
 149. Reuter DA, Felbinger TW, Schmidt C, Moerstedt K, Kilger E, Lamm P, Goetz AE. Trendelenburg positioning after cardiac surgery: effects on intrathoracic blood volume index and cardiac performance. *European journal of anaesthesiology*. 2003 Jan;20(1):17-20.
 150. Summers RL, Thompson JR, Woodward LH, Martin DS. Physiologic mechanisms associated with the Trendelenburg position. *Am J Clin Med*. 2009;6(3):24-7.
 151. Bivins HG, Knopp R, dos Santos PA. Blood volume distribution in the Trendelenburg position. *Ann Emerg Med*. 1985 Jul;14(7):641–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4014811>
 152. Terai C, Anada H, Matsushima S, Shimizu S, Okada Y. Effects of mild Trendelenburg on central hemodynamics and internal jugular vein velocity, cross-sectional area, and flow. *Am J Emerg Med*. 1995 May;13(3):255–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7755812>
 153. Hazebroek EJ, Jaap Bonjer H. 42. Effect of Patient Position on Cardiovascular and Pulmonary Function; Available from: <http://eknygos.lsmuni.lt/springer/414/410-417.pdf>
 154. Gainsburg DM. Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Minerva Anesthesiol*. 2012 May;78(5):596–604. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22415437>
 155. Regli A, Habre W, Saudan S, Mamie C, Erb TO, Von Ungern-Sternberg BS, Swiss Paediatric Respiratory Research Group. Impact of Trendelenburg positioning on functional residual capacity and ventilation homogeneity in anaesthetised children. *Anaesthesia*. 2007 May;62(5):451-5.
 156. Kilic OF, Borgers A, Kohne W, Musch M, Kropfl D, Groeben H. Effects of steep Trendelenburg position for robotic-assisted prostatectomies on intra- and extrathoracic airways in patients with or without chronic obstructive pulmonary disease. *Br J Anaesth*. 2015 Jan 1;114(1):70–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25236948>
 157. Guyton AC. Determination of Cardiac Output By Equating Venous Return Curves With Cardiac Response Curves. *Physiol Rev*. 1955 Jan ;35(1):123–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14356924>
 158. Guyton AC, Lindsey AW, Abernathy B, Richardson T. Venous Return at Various Right Atrial Pressures and the Normal Venous Return Curve. *Am J Physiol Content*. 1957 Jun;189(3):609–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13458395>
 159. Goldberg HS, Rabson J. Control of cardiac output by systemic vessels. Circulatory adjustments to acute and chronic respiratory failure and the effect of therapeutic interventions. *Am J Cardiol*. 1981 Mar;47(3):696–702. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7008571>
 160. Scharf SM, Caldini P, Ingram RH. Cardiovascular effects of increasing airway pressure in the dog. *Am J Physiol Circ Physiol*. 1977 Jan;232(1):H35–43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/319686>
 161. Fessler HE, Brower RG, Wise RA, Permutt S. Effects of Positive End-expiratory Pressure on the Gradient for Venous Return. *Am Rev Respir Dis*. 1991 Jan;143(1):19–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1986678>

162. Jellinek H, Krenn H, Oczenski W, Veit F, Schwarz S, Fitzgerald RD. Influence of positive airway pressure on the pressure gradient for venous return in humans. *J Appl Physiol*. 2000 Mar ;88(3):926–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10710387>
163. Peters J, Mack G, Lister G. The importance of the peripheral circulation in critical illnesses. *Intensive Care Med*. 2001 Sep 18;27(9):1446–58. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11685337>
164. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, Peyrouset O, Page B, Beauchet A, Jardin F. Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive care medicine*. 2004 Sep 1;30(9):1734-9.
165. Fougères E, Teboul JL, Richard C, Osman D, Chemla D, Monnet X. Hemodynamic impact of a positive end-expiratory pressure setting in acute respiratory distress syndrome: importance of the volume status. *Critical care medicine*. 2010 Mar 1;38(3):802-7
166. West JB, Dollery CT, Naimark A. Distribution of blood flow in isolated lung; relation to vascular and alveolar pressures. *J Appl Physiol*. 1964 Jul;19(4):713–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14195584>
167. Marshall BE, Hanson CW, Frasch F, Marshall C. Role of hypoxic pulmonary vasoconstriction in pulmonary gas exchange and blood flow distribution. 2. *Pathophysiology*. *Intensive Care Med*. 1994 May;20(5):379–89. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7930036>
168. Brinker JA, Weiss JL, Lappe DL, Rabson JL, Summer WR, Permutt SO, Weisfeldt ML. Leftward septal displacement during right ventricular loading in man. *Circulation*. 1980 Mar;61(3):626-33.
169. Huemer G, Kolev N, Kurz A, Zimpfer M. Influence of positive end-expiratory pressure on right and left ventricular performance assessed by Doppler two-dimensional echocardiography. *Chest*. 1994 Jul;106(1):67–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8020322>
170. Wiesen J, Ornstein M, Tonelli AR, Menon V, Ashton RW. State of the evidence: mechanical ventilation with PEEP in patients with cardiogenic shock. *Heart*. 2013 Dec 15;99(24):1812-7
171. Toth I, Leiner T, Mikor A, Szakmany T, Bogar L, Molnar Z. Hemodynamic and respiratory changes during lung recruitment and descending optimal positive end-expiratory pressure titration in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2007 Mar;35(3):787–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17255855>
172. Iannuzzi M, De Sio A, De Robertis E, Piazza O, Servillo G, Tufano R. Different patterns of lung recruitment maneuvers in primary acute respiratory distress syndrome: effects on oxygenation and central hemodynamics. *Minerva Anesthesiol*. 2010 Sep;76(9):692–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20820146>
173. Celebi S, Köner Ö, Menda F, Korkut K, Suzer K, Cakar N. The pulmonary and hemodynamic effects of two different recruitment maneuvers after cardiac surgery. *Anesthesia & Analgesia*. 2007 Feb 1;104(2):384-90
174. Ryu JH, Han SS, Choi WJ, Kim H, Lee SC, Do SH, Son YK. Ultrasonographic investigation of the effect of positive end-expiratory pressure on the cross-sectional area of the femoral vein. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2013 Feb 1;29(2):295-9.
175. Marcus HE, Bonkat E, Dagtekin O, Schier R, Petzke F, Wippermann J, Böttiger BW, Teschendorf P. The impact of Trendelenburg position and positive end-expiratory pressure

- on the internal jugular cross-sectional area. *Anesthesia & Analgesia*. 2010 Aug 1;111(2):432-6.
176. Hollenbeck KJ, Vander Schuur BM, Tulis MR, Mecklenburg BW, Gaconnet CP, Wallace SC, Lujan E, Lesnik IK. Effects of positive end-expiratory pressure on internal jugular vein cross-sectional area in anesthetized adults. *Anesthesia & Analgesia*. 2010 Jun 1;110(6):1669-73.
 177. Han SS, Han WK, Ko DC, Lee SC. The simultaneous application of positive-end expiratory pressure with the Trendelenburg position minimizes respiratory fluctuations in internal jugular vein size. *Korean J Anesthesiol*. 2014 May;66(5):346. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24910725>
 178. Kaushik A, Kumar P, Atul Kaushik A, Kumar A, Prakash Tak J, Professor A. Evaluation of Cross-Sectional Area Changes by Ultrasonographic Guided Internal Jugular Vein Cannulation in Trendelenburg Position and Positive End-Expiratory Pressure Undergoing Procedure in Operation Room. *Orig Res Artic Int J Med Res Prof*. 2017;386(32):386–94. Available from: www.ijmrp.com
 179. Saxena D, Singh P, Dixit A, Arya B, Bhandari M, Sanwatsarkar S. Single minute of positive end-expiratory pressure at the time of induction: Effect on arterial blood gases and hemodynamics in morbidly obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesthesia, essays and researches*. 2017 Jul;11(3):758
 180. Bohm SH, Thamm OC, von Sandersleben A, Bangert K, Langwieler TE, Tusman G, Strate TG, Standl TG. Alveolar recruitment strategy and high positive end-expiratory pressure levels do not affect hemodynamics in morbidly obese intravascular volume-loaded patients. *Anesthesia & Analgesia*. 2009 Jul 1;109(1):160-3.
 181. Pirrone M, Fisher D, Chipman D, Imber DA, Corona J, Mietto C, Kacmarek RM, Berra L. Recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure titration in morbidly obese ICU patients. *Critical care medicine*. 2016 Feb 1;44(2):300-7.
 182. Nikolova ZT, Kuzmanovska B, Leshi A. Osnovi na mehanicka ventilacija. *Skopje: Prosvetno Delo*; 2011.
 183. Çoruh B, Luks AM. Positive End-Expiratory Pressure. When More May Not Be Better. *Ann Am Thorac Soc*. 2014 Oct 24;11(8):1327–31. Available from: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1513/AnnalsATS.201404-151CC>
 184. Santa Cruz R, Rojas JI, Nervi R, Heredia R, Ciapponi A. High versus low positive end-expiratory pressure (PEEP) levels for mechanically ventilated adult patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013(6).
 185. Walkey AJ, Del Sorbo L, Hodgson CL, Adhikari NK, Wunsch H, Meade MO, Uleryk E, Hess D, Talmor DS, Thompson BT, Brower RG. Higher PEEP versus lower PEEP strategies for patients with acute respiratory distress syndrome. A systematic review and meta-analysis. *Annals of the American Thoracic Society*. 2017 Oct;14(Supplement 4):S297-303
 186. Guo L, Xie J, Huang Y, Pan C, Yang Y, Qiu H, Liu L. Higher PEEP improves outcomes in ARDS patients with clinically objective positive oxygenation response to PEEP: a systematic review and meta-analysis. *BMC anesthesiology*. 2018 Dec;18(1):172
 187. Guo L, Wang W, Zhao N, Guo L, Chi C, Hou W, Wu A, Tong H, Wang Y, Wang C, Li E. Mechanical ventilation strategies for intensive care unit patients without acute lung injury or acute respiratory distress syndrome: a systematic review and network meta-analysis.

- Critical Care. 2016 Dec;20(1):226
188. Fortune JB, Feustel P. Effect of Patient Position on Size and Location of the Subclavian Vein for Percutaneous Puncture. *Arch Surg.* 2003 Sep 1;138(9):996. Available from: <http://archsurg.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archsurg.138.9.996>
 189. Samy Modeliar S, Sevestre M-A, de Cagny B, Slama M. Ultrasound evaluation of central veins in the intensive care unit: effects of dynamic manoeuvres. *Intensive Care Med.* 2008 Feb 10;34(2):333–8. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-007-0875-9>
 190. Lee JG, Park HB, Shin HY, Kim JD, Yu SB, Kim DS, Ryu SJ, Kim GH. Effect of Trendelenburg position on right and left internal jugular vein cross-sectional area. *Korean journal of anesthesiology.* 2014 Nov;67(5):305.
 191. Wu HL, Ting CK, Chen CY, Cheng HW, Chan KH, Chang WK, Chen PT. No enlargement of the right internal jugular vein of the dialysis patients in the Trendelenburg position. *Journal of the Chinese Medical Association.* 2013 Jul 1;76(7):401-6.
 192. Lee SC, Han SS, Shin SY, Lim YJ, Kim JT, Kim YH. Relationship between positive end-expiratory pressure and internal jugular vein cross-sectional area. *Acta anaesthesiologica Scandinavica.* 2012 Aug;56(7):840-5.
 193. Hilty WM, Hudson PA, Levitt MA, Hall JB. Real-Time Ultrasound–Guided Femoral Vein Catheterization During Cardiopulmonary Resuscitation. *Ann Emerg Med.* 1997 Mar 1;29(3):331–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196064497703445>
 194. Mallory DL, McGee WT, Shawker TH, Brenner M, Bailey KR, Evans RG, Parker MM, Farmer JC, Parillo JE. Ultrasound guidance improves the success rate of internal jugular vein cannulation: a prospective, randomized trial. *Chest.* 1990 Jul 1;98(1):157-60.
 195. Gratz I, Afshar M, Kidwell P, Weiman DS, Shariff HM. Doppler-guided cannulation of the internal jugular vein: a prospective, randomized trial. *J Clin Monit.* 1994 May;10(3):185–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8027750>
 196. Gualtieri E, Deppe SA, Sipperly ME, Thompson DR. Subclavian venous catheterization: greater success rate for less experienced operators using ultrasound guidance. *Crit Care Med.* 1995 Apr;23(4):692–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7661944>
 197. Gilbert TB, Seneff MG, Becker RB. Facilitation of internal jugular venous cannulation using an audio-guided Doppler ultrasound vascular access device: results from a prospective, dual-center, randomized, crossover clinical study. *Crit Care Med.* 1995 Jan;23(1):60–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8001387>
 198. Bold RJ, Winchester DJ, Madary AR, Gregurich MA, Mansfield PF. Prospective, randomized trial of Doppler-assisted subclavian vein catheterization. *Arch Surg.* 1998 Oct;133(10):1089–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9790206>
 199. Verghese ST, McGill WA, Patel RI, Sell JE, Midgley FM, Ruttimann UE. Ultrasound-guided internal jugular venous cannulation in infants: a prospective comparison with the traditional palpation method. *Anesthesiology.* 1999 Jul;91(1):71–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10422930>
 200. Verghese ST, McGill WA, Patel RI, Sell JE, Midgley FM, Ruttimann UE. Comparison of three techniques for internal jugular vein cannulation in infants. *Paediatr Anaesth.* 2000;10(5):505–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11012954>
 201. Malik V, Bhaskar H, Pascal W, Chawla K, Kupfer Y, Tessler S. Bedside cannulation of the axillary vein under ultrasound guidance. *Chest.* 2005;128(4):209S.

202. Esmail A, Hassan J, Blenkhorn FA, Mardigyan V. The use of ultrasound to improve axillary vein access and minimize complications during pacemaker implantation. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2016 May;39(5):478-82.
203. Czarnik T, Gawda R, Nowotarski J. Real-time ultrasound-guided infraclavicular axillary vein cannulation: A prospective study in mechanically ventilated critically ill patients. *J Crit Care*. 2016;33:32-7.
204. He Y-Z, Zhong M, Wu W, Song J-Q, Zhu D-M. A comparison of longitudinal and transverse approaches to ultrasound-guided axillary vein cannulation by experienced operators. *J Thorac Dis*. 2017;9(4):1133-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.21037/jtd.2017.03.137>
205. Lin CP, Wang YC, Lin FS, Huang CH, Sun WZ. Ultrasound-assisted percutaneous catheterization of the axillary vein for totally implantable venous access device. *Eur J Surg Oncol*. 2011;37:448-51.
206. García-Díaz MA, Ruiz-Castro M, Barrios F, Ayuso-Antolinos M. Ultrasound-Guided Infraclavicular Axillary vein Cannulation. *Int J Clin Med*. 2017 May;59(8):227-35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22621835>
207. Hakan Aydın, Gülsen Korfalı, Suna Gören, Esra Mercanoğlu Efe, Bachri Ramadan Moustafa TY. Risk factors for development of complication following peripherally inserted central catheters: A retrospective analysis of 850 patients. *J Clin Exp Invest J Clin Exp Invest* www.jceionline.org. 2014;5(1):29-35. Available from: <http://www.jceionline.org/upload/sayi/20/JCEI-00894.pdf>
208. Calvache J-A, Rodríguez M-V, Trochez A, Klimek M, Stolker R-J, Lesaffre E. Incidence of Mechanical Complications of Central Venous Catheterization Using Landmark Technique. *J Intensive Care Med*. 2016 Jul 2;31(6):397-402. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0885066614541407>
209. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, Patrianakos AP, Kouraklis G, Poularas J, Samonis G, Tsoutsos DA, Konstadoulakis MM, Karabinis A. Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Critical Care*. 2006 Dec;10(6):R162.
210. Nadig C, Leidig M, Schmiedeke T, Höffken B. The use of ultrasound for the placement of dialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant*. 1998 Apr;13(4):978-81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9568861>
211. Sibai AN, Loutfi E, Itani M, Baraka A. Ultrasound evaluation of the anatomical characteristics of the internal jugular vein and carotid artery--facilitation of internal jugular vein cannulation. *Middle East J Anaesthesiol*. 2008 Oct;19(6):1305-20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18942245>
212. Slama M, Novara A, Safavian A, Ossart M, Safar M, Fagon JY. Improvement of internal jugular vein cannulation using an ultrasound-guided technique. *Intensive Care Med*. 1997 Aug;23(8):916-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9310813>
213. Theodoro D, Krauss M, Kollef M, Evanoff B. Risk Factors for Acute Adverse Events During Ultrasound-guided Central Venous Cannulation in the Emergency Department. *Acad Emerg Med*. 2010;(17):1055-1061. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1111/j.1553-2712.2010.00886.x/asset/j.1553-2712.2010.00886.x.pdf?v=1&t=jegxph5z&s=3c06e0b9445c13bfe862bd37a687868524a63903>
214. Sulek CA, Blas ML, Lobato EB. A randomized study of left versus right internal jugular

- vein cannulation in adults. *J Clin Anesth.* 2000 Mar;12(2):142–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10818329>
215. Sommerkamp SK, Romaniuk VM, Witting MD, Ford DR, Allison MG, Euerle BD. A comparison of longitudinal and transverse approaches to ultrasound-guided axillary vein cannulation. *Am J Emerg Med.* 2013 Mar;31(3):478–81. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735675712004780>
 216. McGrath TM, Farabaugh EA, Pickett MJ, Wagner DK, Griswold-Theodorson S. Obesity hinders ultrasound visualization of the subclavian vein: implications for central venous access. *J Vasc Access.* 2012;13(2):246–50.
 217. Witting MD, Schenkel SM, Lawner BJ, Euerle BD. Effects of Vein Width and Depth on Ultrasound-Guided Peripheral Intravenous Success Rates. *J Emerg Med.* 2010 Jul;39(1):70–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19272730>
 218. Srinivasan S, Govil D, Gupta S, Patel S, Jagadeesh KN, Tomar DS. Incidence of posterior wall penetration during internal jugular vein cannulation: A comparison of two techniques using real-time ultrasound. *Indian J Anaesth.* 2017 Mar;61(3):240–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28405038>
 219. Reusz G, Sarkany P, Gal J, Csomos A. Needle-related ultrasound artifacts and their importance in anaesthetic practice. *Br J Anaesth.* 2014 May 1;112(5):794–802. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091217308280>
 220. Kornbau C, Lee KC, Hughes GD, Firstenberg MS. Central line complications. *Int J Crit Illn Inj Sci.* 2015;5(3):170–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26557487>
 221. Franco E, Rodriguez Munoz D, Matia R, HERNANDEZ-MADRID AN, CARBONELL SAN ROMÁN AL, Sanchez I, Zamorano J, Moreno J. Wireless Ultrasound-Guided Axillary Vein Cannulation for the Implantation of Cardiovascular Implantable Electric Devices. *Journal of cardiovascular electrophysiology.* 2016 Apr;27(4):482-7.
 222. Kaye AD, Fox CJ, Hymel BJ, Gayle JA, Hawney HA, Bawcom BA, Cotter TD. The importance of training for ultrasound guidance in central vein catheterization. *Middle East journal of anaesthesiology.* 2011 Feb;21(1):61-6
 223. Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, Gregurich MA, Ota DM. Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *N Engl J Med.* 1994;331:1735–8.
 224. Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB. Use of Simulation-Based Education to Reduce Catheter-Related Bloodstream Infections. *Arch Intern Med.* 2009 Aug 10;169(15):1420. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19667306>
 225. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O’Leary KJ, Wayne DB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med.* 2009 Oct;37(10):2697–701. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003246-200910000-00003>
 226. Ma IWY, Brindle ME, Ronksley PE, Lorenzetti DL, Sauve RS, Ghali WA. Use of Simulation-Based Education to Improve Outcomes of Central Venous Catheterization: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad Med.* 2011 Sep;86(9):1137–47. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21785310>
 227. Evans LV, Dodge KL, Shah TD, Kaplan LJ, Siegel MD, Moore CL, Hamann CJ, Lin Z, D'onofrio G. Simulation training in central venous catheter insertion: improved performance in clinical practice. *Academic Medicine.* 2010 Sep 1;85(9):1462-9.

228. Madenci AL, Solis C V., de Moya MA. Central Venous Access by Trainees. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2014 Feb;9(1):7–14. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01266021-201402000-00002>
229. Britt RC, Novosel TJ, Britt LD, Sullivan M. The impact of central line simulation before the ICU experience. *Am J Surg*. 2009 Apr;197(4):533–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19249739>
230. Alsaad AA, Bhide VY, Moss JL, Silvers SM, Johnson MM, Maniaci MJ. Central Line Proficiency Test Outcomes after Simulation Training versus Traditional Training to Competence. *Ann Am Thorac Soc*. 2017 Apr;14(4):550–4. Available from: <http://www.atsjournals.org/doi/10.1513/AnnalsATS.201612-987OC>
231. Internal Medicine Certification Policies | ABIM.org. 2013. Available from: <http://www.abim.org/certification/policies/internal-medicine-subspecialty-policies/internal-medicine.aspx>
232. Velmahos GC, Toutouzas KG, Sillin LF, Chan L, Clark RE, Theodorou D, Maupin F. Cognitive task analysis for teaching technical skills in an inanimate surgical skills laboratory. *The American Journal of Surgery*. 2004 Jan 1;187(1):114-9.
233. Moon CH, Blehar D, Shear MA, Uyehara P, Gaspari RJ, Arnold J, Cukor J. Incidence of Posterior Vessel Wall Puncture During Ultrasound-guided Vessel Cannulation in a Simulated Model. *Academic Emergency Medicine*. 2010 Oct;17(10):1138-41.
234. Fatemi L, Frizzell J, Duchesne J, Boivin M. Posterior Needle Misplacement Rate in Trainees Performing Simulated Central Venous Access. *Chest*. 2016 Oct 1;150(4):466A. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369216566781>
235. Lavallée C, Ayoub C, Mansour A, Lambert J, Lebon JS, Lalu MM, Denault A. Subclavian and axillary vessel anatomy: a prospective observational ultrasound study. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2018 Apr 1;65(4):350-9
236. Ezaru CS, Mangione MP, Oravitz TM, Ibinson JW, Bjerke RJ. Eliminating Arterial Injury During Central Venous Catheterization Using Manometry. *Anesth Analg*. 2009 Jul ;109(1):130–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19377052>
237. Togashi K, Nandate K, Hoaglan C, Sherman B, Bowdle A. A Multicenter Evaluation of a Compact, Sterile, Single-Use Pressure Transducer for Central Venous Catheter Placement. *Anesth Analg*. 2013 May;116(5):1018–23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23492959>
238. Bowdle A, Kharasch E, Schwid H. Pressure Waveform Monitoring During Central Venous Catheterization. *Anesth Analg*. 2009 Dec;109(6):2030–1. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19923541>
239. Maecken T, Heite L, Wolf B, Zahn PK, Litz RJ. Ultrasound-guided catheterisation of the subclavian vein: freehand vs needle-guided technique. *Anaesthesia*. 2015 Nov;70(11):1242–9. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/anae.13187>
240. Ball RD, Scouras NE, Orebaugh S, Wilde J, Sakai T. Randomized, prospective, observational simulation study comparing residents' needle-guided vs free-hand ultrasound techniques for central venous catheter access. *British journal of anaesthesia*. 2011 Nov 14;108(1):72-9
241. Kwon MY, Lee EK, Kang HJ, Kil HY, Jang KH, Koo MS, Lee GH, Lee MA, Kim TY. The effects of the Trendelenburg position and intrathoracic pressure on the subclavian cross-sectional area and distance from the subclavian vein to pleura in anesthetized patients.

- Anesthesia & Analgesia. 2013 Jul 1;117(1):114-8.
242. Conces DJ, Holden RW. Aberrant locations and complications in initial placement of subclavian vein catheters. *Archives of Surgery*. 1984 Mar 1;119(3):293-5
 243. Tempe DK, Hasija S. Quest to determine the ideal position of the central venous catheter tip. *British journal of anaesthesia*. 2017 Feb;118(2):148
 244. Kim MC, Kim KS, Choi YK, Kim DS, Kwon MI, Sung JK, Moon JY, Kang JM. An estimation of right-and left-sided central venous catheter insertion depth using measurement of surface landmarks along the course of central veins. *Anesthesia & Analgesia*. 2011 Jun 1;112(6):1371-4.
 245. Ryu H-G, Bahk J-H, Kim J-T, Lee J-H. Bedside prediction of the central venous catheter insertion depth. *Br J Anaesth*. 2007 Feb 1;98(2):225-7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17210734>
 246. Peres PW. Positioning central venous catheters--a prospective survey. *Anaesth Intensive Care [Internet]*. 1990 Nov;18(4):536-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2268022>
 247. Czepizak CA, O'Callaghan JM, Venus B. Evaluation of formulas for optimal positioning of central venous catheters. *Chest*. 1995 Jun;107(6):1662-4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7781364>
 248. Wilson RG, Gaer JA. Right atrial electrocardiography in placement of central venous catheters. *Lancet (London, England)*. 1988 Feb 27;1(8583):462-3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2893878>
 249. Salmela L, Aromaa U, Gronert GA, Schummer W, Schummer C, Steenbeck J. Intra-atrial ECG guidance for positioning central vein catheters. *Br J Anaesth*. 2004 Apr 1;92(4):599-601. Available from: <https://academic.oup.com/bja/article-lookup/doi/10.1093/bja/ae535>
 250. Jeon Y, Ryu H-G, Yoon S-Z, Kim J-H, Bahk J-H. Transesophageal echocardiographic evaluation of ECG-guided central venous catheter placement. *Can J Anesth Can d'anesthésie*. 2006 Oct;53(10):978-83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16987851>
 251. Stas M, Willems R. Verifying catheter tip position: fluoroscopy vs intravascular electrogram. In *Totally Implantable Venous Access Devices 2012* (pp. 93-104). Springer, Milano0
 252. Aslamy Z, Dewald CL, Heffner JE. MRI of central venous anatomy: implications for central venous catheter insertion. *Chest*. 1998 Sep 1;114(3):820-6.
 253. Dulce M, Steffen IG, Preuss A, Renz DM, Hamm B, Elgeti T. Topographic analysis and evaluation of anatomical landmarks for placement of central venous catheters based on conventional chest X-ray and computed tomography. *Br J Anaesth*. 2014 Feb 1;112(2):265-71. Available from: <https://academic.oup.com/bja/article-lookup/doi/10.1093/bja/aet341>
 254. Pittiruti M, Lamperti M. Late cardiac tamponade in adults secondary to tip position in the right atrium: an urban legend? A systematic review of the literature. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2015 Apr 1;29(2):491-5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25304887>
 255. Torres-Millán J, Torres-López M, Benjumea-Serna M. Ubicación de la punta del catéter venoso central en aurícula derecha: descripción en 2.348 pacientes críticos. *Med Intensiva*. 2010 Dec;34(9):595-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20702000>
 256. Ghadiali N, Teo LM, Sheah K. Bedside confirmation of a persistent left superior vena cava based on aberrantly positioned central venous catheter on chest radiograph. *British journal*

- of anaesthesia. 2005 Nov 25;96(1):53-6.
257. Takeshita J, Nakayama Y, Nakajima Y, Sessler DI, Ogawa S, Sawa T, Mizobe T. Optimal site for ultrasound-guided venous catheterisation in paediatric patients: an observational study to investigate predictors for catheterisation success and a randomised controlled study to determine the most successful site. *Critical Care*. 2015 Dec;19(1):15.
 258. Oh MH, Chung WS, Kim YH, Kim BM, Park S-I. Ultrasonographic measurement of subclavian vein diameter and regression modeling in pediatric patients from a single Korean facility. *Korean J Anesthesiol*. 2014 Dec;67(Suppl):S96-7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25598928>
 259. Mey U, Glasmacher A, Hahn C, Gorschlüter M, Ziske C, Mergelsberg M, Sauerbruch T, Schmidt-Wolf I. Evaluation of an ultrasound-guided technique for central venous access via the internal jugular vein in 493 patients. *Supportive care in cancer*. 2003 Mar 1;11(3):148-55.
 260. Gordon AC, Saliken JC, Johns D, Owen R, Gray RR. US-guided puncture of the internal jugular vein: complications and anatomic considerations. *J Vasc Interv Radio*. 1998;9(2):333-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9540919>
 261. Bellazzini MA, Rankin PM, Gangnon RE, Bjoernsen LP. Ultrasound validation of maneuvers to increase internal jugular vein cross-sectional area and decrease compressibility. *Am J Emerg Med*. 2009 May;27(4):454-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19555617>
 262. Yoon H-K, Lee H-K, Jeon Y-T, Hwang J-W, Lim S-M, Park H-P. Clinical significance of the cross-sectional area of the internal jugular vein. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2013 Aug 1;27(4):685-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23642889>
 263. Machanalli G, Bhalla AP, Baidya DK, Goswami D, Talawar P, Anand RK. Sono-anatomical analysis of right internal jugular vein and carotid artery at different levels of positive end-expiratory pressure in anaesthetised paralysed patients. *Indian journal of anaesthesia*. 2018 Apr;62(4):303
 264. Watanabe K, Tokumine J, Lefor AK, Motoyasu A, Moriyama K, Yorozu T. A shallow angle short-axis out-of-plane approach reduces the rate of posterior wall injuries in central venous catheterization: A simulation study. *BioMed research international*. 2018;2018.