

# Minimiziranje pogrešaka prilikom uzimanja uzoraka krvi

---

**Težak, Martina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Technical College in Bjelovar / Visoka tehnička škola u Bjelovaru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:430458>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository of Bjelovar University of Applied Sciences](#)



VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU  
STRUČNI STUDIJ SESTRINSTVA

**MINIMIZIRANJE POGREŠAKA PRILIKOM  
UZIMANJA UZORAKA KRVI**

Završni rad br. 78/SES/2016

Martina Težak

Bjelovar, srpanj 2017.



**Visoka tehnička škola u Bjelovaru**

**Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar**

**1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA**

Kandidat: **Težak Martina**

Datum: 05.10.2016.

Matični broj:001188

JMBAG: 0314011604

Kolegij: **OSNOVE MEDICINSKE KEMIJE I BIOKEMIJE**

Naslov rada (tema): **Minimiziranje pogrešaka prilikom uzimanja uzoraka krvi**

Mentor: **dr.sc. Rudolf Kiralj**

zvanje: **viši predavač**

**Članovi Povjerenstva za završni rad:**

1. **dr.sc. Zrinka Puharić, predsjednik**
2. **dr.sc. Rudolf Kiralj, mentor**
3. **Mirna Žulec, dipl.med.techn., član**

**2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 78/SES/2016**

U radu je potrebno dati pregled problematike predanalitičkih čimbenika krvnih pretraga i uloge medicinske sestre prvostupnice odnosno medicinskog tehničara prvostupnika u minimiziranju tih čimbenika. Sve ove informacije potrebno je jasno i sustavno izložiti, kako bi pregled bio koristan za sestre prvostupnice i medicinske tehničare prvostupnike koji se susreću s predanalitičkim čimbenicima u praktičnom radu s uzorcima krvi, pošto je krv najčešći tip uzorka u medicinsko-biokemijskim pretragama.

Zadatak uručen: 05.10.2016.

Mentor: **dr.sc. Rudolf Kiralj**



## Zahvala

Zahvaljujem se svim profesorima i predavačima Stručnog studija sestrinstva u Bjelovaru na znanju koje su mi prenijeli tijekom ove tri godine studiranja.

Veliku zahvalnost upućujem svom mentoru dr. sc. Rudolfu Kiralju, pri pomoći u izradi rada, ali i na ukazanom strpljenju, vremenu i prenesenome znanju.

Posebnu bih zahvalu uputila upravo svojim roditeljima, na silnoj podršci, strpljenju i ljubavi koju su mi pružali tijekom studiranja i općenito.

Hvala Vam!

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Kratak pregled medicinsko biokemijskih pretraga .....	2
1.1.1. Pojam .....	2
1.1.2. Važnost .....	3
1.1.3. Vrste .....	5
1.1.4. Faze .....	5
1.2. Krv; najčešći uzorak .....	7
1.2.1. Važnost za pretrage .....	7
1.2.2. Sastav krvi .....	9
1.2.3. Analiti .....	11
2. CILJ RADA .....	14
3. METODE .....	15
4. REZULTATI .....	16
4.1. Vrste uzoraka krvi .....	18
4.2. Postupak uzimanja uzorka krvi .....	22
4.2.1. Uzimanje venskog uzorka krvi .....	23
4.2.2. Uzimanje arterijskog uzorka krvi .....	26
4.2.3. Uzimanje kapilarnog uzorka krvi .....	29
4.3. Pogreške prilikom pripreme pacijenta .....	31
4.4. Pogreške u postupku vađenja krvi .....	33
4.5. Pogreške prilikom obrade uzorka .....	36
4.6. Pogreške u pohrani i transportu uzorka .....	37
4.7. Hemoliza .....	38
4.8. Lipemija .....	40
4.9. Hematom .....	41

5. RASPRAVA.....	44
6. ZAKLJUČAK .....	45
7. LITERATURA.....	46
8. OZNAKE I KRATICE.....	50
9. SAŽETAK.....	54
10. SUMMARY .....	55

## 1. UVOD

Medicinsko-biokemijska djelatnost smatra se jednom od najvažnijih zdravstvenih dijagnostičkih djelatnosti kojima je glavni zadatak upravo analiza biološkog materijala (1), a razvoj ove djelatnosti kao i ideja o njenom nazivu se počela razvijati otprilike početkom prošloga stoljeća (2). U današnje vrijeme, sve se više primjećuje razvoj dijagnostičkih postupaka, što u zdravstvenoj svakodnevici predstavlja sve veći opseg posla medicinskih sestara / tehničara, pogotovo kada se radi o uzimanju uzoraka krvi (2, 3).

Laboratorijske pretrage nezaobilazni su dio procesa donošenja odluka zbog utjecaja na dijagnozu i liječenje određenih bolesti koji liječnici koriste u svakodnevnoj praksi (4), kao i na povećavanje sigurnosti u procjeni terapije i tijeku same bolesti (5).

Jedan od temeljnih zadataka medicinske sestre / tehničara jest prikupljanje bioloških uzoraka sukladno pretragama koje će se obaviti, a u skupinu bioloških uzoraka ispitanika se mogu ubrojiti ascites, aspirat, biopsije organa, tkiva i novotvorina, bris, eksprimat, iscjedak, iskašljaj, ispirak, krv, likvor, mokraća, pleuralni izljev, punktati, slina, sperma, stolica, znoj, želučani i duodenalni sok, te žuč (6).

Uzorak krvi predstavlja najčešći uzorak za provođenje laboratorijskih pretraga i u tu je svrhu veoma važno poznavati čimbenike koji mogu utjecati na rezultat pretrage tijekom faza uzimanja uzorka krvi – prijeanalitičkog, analitičkog i poslijeanalitičkog dijela (3, 6, 7).

## **1.1. Kratak pregled medicinsko biokemijskih pretraga**

Medicinsko-biokemijska djelatnost se može opisati kao jedna od zdravstvenih dijagnostičkih djelatnosti kojima je glavni zadatak analiza biološkog materijala bolesnika sa svrhom što ranijeg otkrivanja bolesti, prepoznavanja rizičnih čimbenika bolesti, postavljanja dijagnoze, praćenja tijeka liječenja i ishoda bolesti koristeći se biokemijskim, imunokemijskim, molekularno analitičkim tehnikama te informacijskom tehnologijom (1).

Spomenuta se djelatnost mora pridržavati i obavljati svoju dijagnostičku djelatnost u sklopu različitih načela od kojih se najvažnijim smatraju:

- poštivanje prava pacijenata
- poštivanje pravila struke i Kodeksa
- promicanje odgovornosti i profesionalnosti
- neprestano održavanje i podizanje kvalitete usluga u interesu zdravlja pacijenta

Prema područjima gdje ova dijagnostička djelatnost obavlja svoje laboratorijske zdravstvene usluge u Republici Hrvatskoj, područje njenog djelovanja može se podijeliti na razinu primarne, specijalističko-konzilijarne i tercijarne zdravstvene zaštite, dok se sama djelatnost osniva i organizira u mreži i izvan mreže zdravstvene djelatnosti sukladno zakonu. Djelatnost i prikupljanje laboratorijskih pretraga najčešće se obavlja u medicinsko-biokemijskim laboratorijima, uz samog bolesnika i u liječničkim ordinacijama.

### **1.1.1. Pojam**

Naziv biokemija pojavljuje se otprilike početkom prošloga stoljeća (2). Kako se područje biokemije općenito bavi proučavanjem života i reakcijskih mehanizama u živim organizmima, tijekom godina sve se više izdvajala posebna znanstvena disciplina primjenjivana u kliničkoj medicini radi spoznaje otkrića kako se tijekom pojedinih bolesti mijenja kvalitativni i kvantitativni sastav mokraće, krvi i drugih tjelesnih tekućina i tkiva.



U današnje vrijeme, sve većim napredovanjem tehnoloških i analitičkih tehnika primjećuje se izraziti utjecaj na razvoj dijagnostičkih postupaka, što u zdravstvenoj svakodnevici predstavlja sve veći broj laboratorijskih postupaka (3).

Laboratorijske pretrage primjenjuju se u razne svrhe poput otkrivanja subkliničke bolesti postupcima probira, potvrđivanja ili odbacivanja pretpostavljene dijagnoze, praćenja progresije bolesti i dobivanja informacija radi konačnog ishoda bolesti (2).

Za rezultate pretrage očekuje se da su analitički pouzdani, klinički korisni, pravodobni, ekonomični i informativni (3). Postupak dobivanja konačnog rezultata laboratorijske pretrage obavlja se u tri faze koje se razlikuju u vremenu od uzimanja uzorka do dobivanja rezultata. Po vremenu trajanja najduža i najkritičnija faza laboratorijskog procesa je prijeanalitička što potvrđuje podatak kako se upravo tijekom tog dijela procesa javlja oko 46 - 68% svih laboratorijskih pogrešaka (3). Za pravilnu i točnu procjenu nalaza, potrebno je razumijevanje svih bioloških i metodoloških čimbenika koji mogu utjecati na neku od faza laboratorijskih pretraga, te nastojanje da se smanji njihov učinak u negativnom smislu.

### **1.1.2. Važnost**

Laboratorijske pretrage iz područja kliničke biokemije nezaobilazni su dio procesa donošenja odluka zbog čega imaju izravan utjecaj na dijagnozu i liječenje određenih bolesti, odnosno predstavljaju veoma važan izvor podataka koje liječnici koriste u svakodnevnoj praksi (4). Osim spomenutog, laboratorijski nalazi se još preventivno koriste i u probiranju bolesti u pučanstvu, te pomažu u izobrazbi i istraživanju raznih bolesti (3).

Zbog razvoja tehnologije, u današnjem je vremenu teško ne primijetiti koliku važnost razvoj i provođenje dijagnostičkih postupaka imaju na zdravstvo. Prema nekim procjenama smatra se da je čak 80% medicinskih odluka temeljeno na rezultatima laboratorijskih pretraga (3).

Koristeći se laboratorijskim nalazima, liječnici obavljaju razne postupke poput prepoznavanja i dijagnosticiranja bolesti pri čemu potvrđuju ili isključuju dijagnozu, procjenjuju sam stupanj i jačinu bolesti, prate njezin tijek, planiraju i procjenjuju učinak liječenja. Na medicinskim sestrama i tehničarima jest provođenje i planiranje kasnije njege za potencijalno otkrivene bolesti, odnosno stanja koja zahtijevaju intervencije kojima bi se moglo utjecati na njihovo

zdravlje. Upravo na njima leži odgovornost prikupljanja uzoraka za laboratorijske nalaze. Rezultat laboratorijske pretrage postaje klinički nalaz tek nakon što liječnik obavi svoju procjenu. Pristup medicinskoj procjeni liječnika rezultatu određene pretrage može biti transverzalan ili longitudinalan, a u oba slučaja uključuje poznavanje važnih bioloških i metodoloških čimbenika koji mogu utjecati na rezultat pretrage (4).

Laboratorijske analize ne samo da trebaju osigurati točan rezultat mjerenja, već rezultat treba biti prikladan kako bi mogao utvrditi je li subjektivno zdrava osoba bolesna ili pokazuje znakove rizika za bolest, pomoći liječniku pri postavljanju točne dijagnoze i u određivanju prognoze bolesti, te povećati sigurnost u procjeni terapije i tijeku bolesti (5).

Pouzdanost rezultata svake laboratorijske pretrage definira se kliničkom osjetljivošću, kliničkom specifičnošću i prediktivnom vrijednošću (4). Klinička osjetljivost i specifičnost parametri su karakteristični za svaku provedenu pretragu tako da se klinička osjetljivost smatra pokazateljem onog dijela ispitanika s određenom bolešću pri kojima je pretraga pozitivna, dok klinička specifičnost pokazuje onaj dio ispitanika oboljelih bez određene bolesti u kojih je pretraga negativna. Izračun broja pozitivnih i negativnih rezultata prikazuje se sljedećim jednadžbama:

$$\text{klinička osjetljivost \%} = \frac{\text{broj stvarno pozitivnih rezultata}}{\text{broj stvarno pozitivnih} + \text{lažno negativnih rezultata}} \times 100$$

$$\text{klinička specifičnost \%} = \frac{\text{broj stvarno negativnih rezultata}}{\text{broj stvarno negativnih} + \text{lažno pozitivnih rezultata}} \times 100$$

Klinička osjetljivost, specifičnost i pouzdanost pretrage ovise o graničnoj vrijednosti koja odvaja populaciju koja se smatra zdravom od one koja se smatra bolesnom.

Što su prevalencije bolesti, klinička osjetljivost i specifičnost većih vrijednosti, to je i veća pozitivna prediktivna vrijednost. Niska pozitivna prediktivna vrijednost javlja se u slučaju niske prevalencije, iako pretraga može imati visoku kliničku osjetljivost i specifičnost. Negativna prediktivna vrijednost povećava se s brojem osoba koje nemaju određenu bolest. Ako je prevalencija vrlo mala, negativna prediktivna vrijednost će biti visoka, i u slučaju kada su klinička osjetljivost i specifičnost pretrage loše ili je njezina nepreciznost visoka.

### **1.1.3. Vrste**

Općenito govoreći o pretragama ne misli se na isključivo jednu vrstu uzorka ili jedno područje za koje se uzimaju i kasnije očituju nalazi laboratorijskih pretraga, već na sve uzorke i sva područja gdje se susreće određeni oblik pretrage.

Unutar laboratorija bolnica i ostalih zdravstvenih ustanova sukladno pretragama koje se pritom obavljaju, kao uzorci se koriste ascites, aspirat, biopsije organa, tkiva i novotvorina, bris, eksprimat, iscjedak, iskašljaj, ispirak, krv, likvor, mokraća, pleuralni izljev, punktat, slina, sperma, stolica, znoj, želučani i duodenalni sok, te žuč (6).

Postoje razne vrste pretraživanja zaprimljenih uzoraka, no najčešće se radi o fizikalnim, kemijskim i morfološkim metodama. Također, s obzirom na raznovrsnost samih ciljeva pretraživanja, svrhe i načina provođenja određene pretrage, te materijalima koji se prikupljaju i posljedično pretražuju, laboratoriji su pretežito podijeljeni u nekoliko skupina ili područja prema kojima se grupiraju uzorci i rezultati pretraga, a to su (6):

- biokemija
- hematologija
- mikrobiologija
- imunologija
- citologija
- histologija

Detaljnije o područjima kao i vrstama uzoraka koji se prikupljanju za pretrage, kao i samim postupcima i ulozima koju medicinske sestre / tehničari imaju u prikupljanju jednog od najčešćih uzoraka za laboratorijske pretrage – krvi, nalazi se u poglavlju 4. Rezultati.

### **1.1.4. Faze**

Uzimanje uzoraka za biokemijske pretrage predstavlja jedan od najučestalijih postupaka koji se planira i provodi u području zdravstva, a prema jednoj od najučestalijih podjela, u cijeli postupak pretrage ubrajamo prijeanalitički, analitički i poslijeanalitički dio (3, 7).

Po vremenu trajanja, najduži, a time i najkritičniji dio medicinsko-biokemijskih pretraga jest *prijeanalitički dio*. Prvi se dio spomenute faze pretraga odvija izvan direktnog nadzora laboratorija, a obuhvaća niz aktivnosti kao što su izdavanje zahtjeva, identifikacija i priprema bolesnika, prikupljanje i rukovanje uzorcima, te dostava uzoraka u laboratorij. Drugi dio ove faze odvija se unutar laboratorija, a uključuje prihvaćanje uzoraka, pripremu za analitički dio i njihovu raspodjelu po radnim mjestima.

Drugi dio odnosi se na *analitički dio*. Najvećim dijelom provodi se u laboratoriju gdje se događa primjena raznih kvalitativnih i kvantitativnih metoda u svrhu određivanja količine ili koncentracije analita. Rezultati dobiveni kvantitativnim određivanjem izražavaju se u molarnim (mmol/L) ili masenim (mg/L) koncentracijama ili aktivnostima (u/L) (2). Osim standardnog određivanja analita u laboratoriju, danas je sve više poznato njihovo određivanje uz samog bolesnika - „point of care testing“ (2). Dostupni su razni oblici reagens – traka za kvalitativnu analizu mokraće, test trake za glukozu, pH, troponin, plinove u krvi i ostali odgovarajući instrumenti koji omogućuju brže dobivanje rezultata čije je značenje osobito važno u kirurškim i transplantacijskim jedinicama, te jedinicama intenzivnog liječenja. Za rukovanje navedenim instrumentima, osobe moraju biti educirane od strane medicinskog biokemičara (8).

*Poslijeanalitički dio* predstavlja posljednji dio faze pretraga i provodi se pri načinjenoj analizi, uz odgovarajuću kontrolu kvalitete, a obuhvaća sastavljanje nalaza (2). U obradbi rezultata, oblikovanju i pisanju nalaza većim dijelom se rabe računala iz razloga što kompjutorski ispis nalaza znatno smanjuje utjecaj mogućih čimbenika na rezultat. Osim izdavanja rezultata za provedene analize, za određeni broj pretraga se zahtijeva i interpretacija dobivenog rezultata medicinskog biokemičara, kao i preporuka za daljnje laboratorijsko ispitivanje.

## 1.2. Krv; najčešći uzorak

Krv je tekućina koja neprestano teče s funkcijama opskrbe tijela hranjivim sastojcima i kisikom, uklanjanjem štetnih tvari, regulacijom tjelesne topline i aciditeta tjelesnih tekućina (→ acidobazična ravnoteža), obranom organizma od uzročnika različitih bolesti i drugih štetnih tvari pri čemu sudjeluju molekule i stanice. Ukratko, krv se smatra prijeko potrebnom za funkciju svih organa i stanica u ljudskom organizmu (9, 10). Uglavnom je tekuće konzistencije, sadržava brojne stanice i proteine što ju čini gušćom od obične tekućine (9).

Tekućina pod nazivom plazma čini oko polovicu sadržaja krvi, a u njoj se nalaze proteini s ulogom u zgrušavanju krvi, transportom tvari kroz krv, te drugim funkcijama. Krvna plazma također sadrži glukozu i otopljene hranjive tvari (9), ali i otpadne tvari i hormone. Neke od njih pomažu u prijenosu tvari, dok su druge sposobne probavljati strane čestice (10).


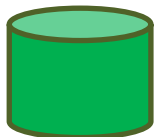
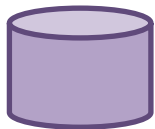




Podaci o važnosti krvi Američkog centra za krv (11):

- 1 od 7 osoba primljenih u bolnicu treba krv
- 1 doza krvi (oko 500 ml) može spasiti tri života
- više od 15 milijuna doza krvi se prikupi u Americi tijekom jedne godine
- više od 40 000 doza krvi se dnevno prikupi u Sjevernoj Americi
- crvene krvne stanice mogu biti pohranjene 42 dana, a trombociti 5 dana
- krv se ne može proizvesti
- svake dvije sekunde u Americi netko treba krv

### 1.2.1. Važnost za pretrage

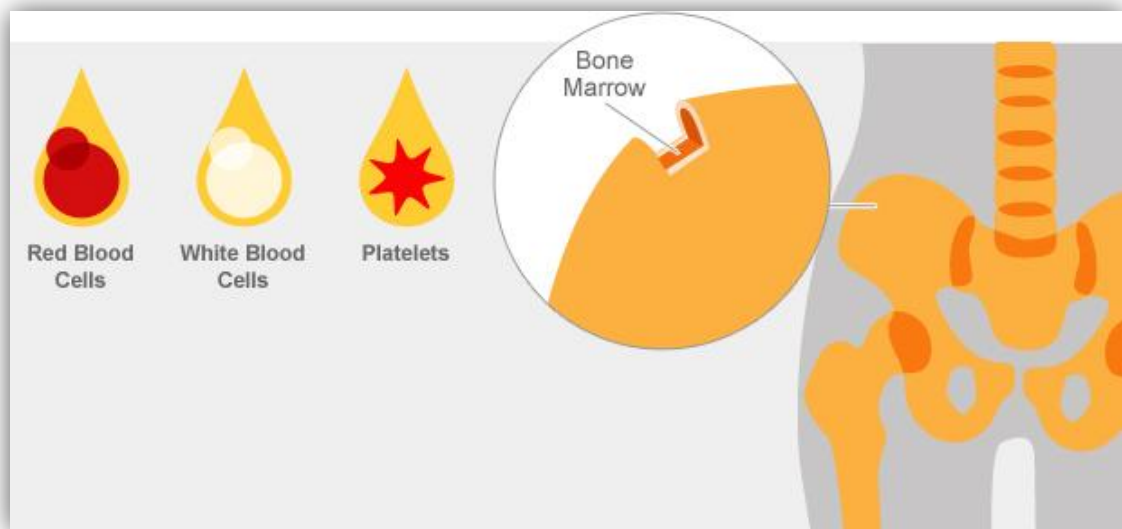
Prilikom izvođenja pretraga, medicina se koristi različitim uzorcima, stoga kada govorimo o krvi kao uzorku za medicinsko-biokemijske pretrage, najvećim dijelom se baziramo na uzorke venske i / ili kapilarne krvi, a u iznimnim slučajevima i arterijske krvi (4). Iz jednog uzorka krvi moguće je dobiti razne dijagnostičke podatke i upravo su iz tog razloga, proizvođači podijelili epruvete s obzirom na vrstu aditiva koja se u njima nalazi, te ih označili različitim bojama čepova. Tablica 1.1 prikazuje neke od postojećih vrsta epruveta ovisno o aditivu kojeg mogu sadržavati, za pretrage koje obavljaju zdravstveni djelatnici (3, 7, 12).

Tablica 1.1. Boje čepova epruvete ovisno o aditivu (3, 7, 12)

Epruveta	Aditiv	Pretrage
	aktivator zgrušavanja	opće i specijalne biokemijske, metaboličke, imunološke i serološke pretrage, te lijekovi i sredstva ovisnosti
	Na ili Li heparin, gel za odjeljivanje	opće i specijalne biokemijske, hematološke, imunološke i metaboličke pretrage, te lijekovi i sredstva ovisnosti
	EDTA	opće i specijalne biokemijske, hematološke, koagulacijske, imunološke i metaboličke pretrage, lijekovi i sredstva ovisnosti, te molekularna dijagnostika
	Na citrat 3,2%	koagulacijske pretrage, lijekovi i sredstva ovisnosti
	Na citrat 3,8%	hematološke pretrage (sedimentacija)
	ACD, ACDA ili ACDB	HLA tipizacija, testiranje očinstva, DNA
	Na fluorid i K oksalat	metaboličke pretrage (glukoza, laktat)

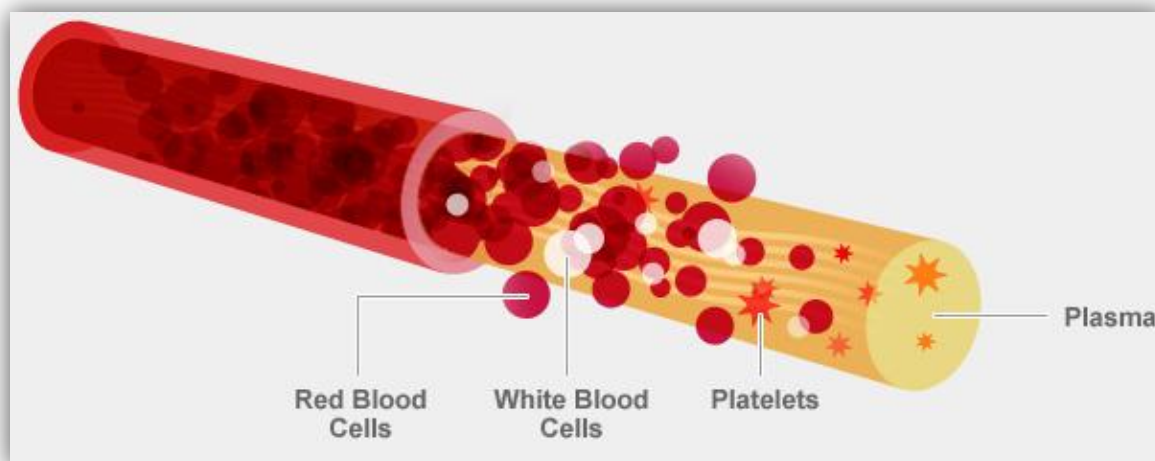
### 1.2.2. Sastav krvi

U odrasloj dobi krvne stanice proizvodi koštana srž što je zapravo krvotvorno tkivo smješteno u moždinskim šupljinama kostiju i među gredicama spužvastoga koštanog tkiva (10, 11). Tijekom cijelog života, svaki zdravi organizam sam proizvodi dovoljne količine svih sastavnih dijelova krvi. Kostu u kojima se najčešće proizvode krvne stanice su kosti kralježnice, rebra, kukovi, lubanja, prsna i ključna kost te kosti zdjelice i svoda lubanje. U crvenoj koštanoj srži nastaju sve krvne stanice, obavlja se razgradnja eritrocita i skuplja se pričuva hemoglobina. U novorođenčeta koštana srž je prisutna u svim kostima, no s vremenom se pretvara u žutu koštanu srž, tako da se u odraslih ljudi nalazi samo u plosnatim kostima. Upravo Slika 1.1. predstavlja primjer navedene tvrdnje, odnosno mjesto nastanka krvnih stanica kao i njihove vrste (12). Žuta koštana srž nadomješta crvenu u dugim (cjevastim) kostima odrasla čovjeka, a najvećim se dijelom sastoji od masnih stanica (10).



Slika 1.1. Krvne stanice i mjesto njihova nastanka (12)

Krv se sastoji od krvnih stanica (eritrociti, trombociti i leukociti) rasprostranjenih u krvnoj plazmi, tekućem dijelu krvi građenom od vode, ugljikohidrata, masti, bjelančevina, hormona, minerala i vitamina. U jednoj kapi krvi nalazi se otprilike 55% plazme, dok 45% otpada na krvne stanice (10), što je grafički prikazano na Slici 1.2 zajedno s krvnim stanicama (12).



Slika 1.2. Sastav krvi (12)

Eritrociti su najbrojnije krvne stanice promjera 7  $\mu\text{m}$ , bez jezgre, mitohondrija i endoplazmatskog retikuluma. Životni vijek eritrocita iznosi oko 120 dana nakon što uđu u krvni optok, a mjesto gdje najvećim dijelom umiru je slezena. Hemoglobin (krvna boja) najvažniji je dio eritrocita, čija je glavna uloga prijenos kisika labilnim vezanjem hema za željezo i prijenos ugljičnog dioksida labilnim vezanjem za terminalne amino skupine polipeptidnih lanaca. Hematokrit je postotak eritrocita na jedinicu volumena krvi (10, 11).

Leukociti ili bijele krvne stanice sastavni su dio obrambenoga sustava organizma, a njihova najvažnija uloga je obrana organizma od infekcija. Postoji 5 vrsta leukocita. Oni koji imaju zrnatu (granularnu) citoplazmu nazivaju se granulocitima koji se dalje dijele na neutrofilne, eozinofilne i bazofilne. Leukociti koji nemaju zrnca u citoplazmi su limfociti i monociti. Limfociti su velike stanice ključne uloge u imunološkom odgovoru organizma, karakteristične po velikoj, okrugloj jezgri, a mogu se naći u krvi, limfnim organima, koštanoj srži, crijevnoj sluznici i dr. Dijele se na limfocite B, odgovorne za humoralnu imunost i limfocite T odgovorne za staničnu imunost. Monociti su najveće stanice u krvi čiji oblik jezgre može biti okrugao, ovalan, bubrežast itd. Životni vijek leukocita je najkraći (10, 11), a iznosi oko 2 - 3 dana (13).

Trombociti ili krvne pločice su bezbojne čestice bez jezgre promjera oko 1 - 4  $\mu\text{m}$  koje su veoma značajne pri zgrušavanju krvi, a nastaju raspadanjem megakariocita u koštanoj srži (10, 11). Poznato je kako njihov životni vijek iznosi oko 7 – 10 dana (13).



U jednoj kapi krvi nalazi se otprilike 15 milijuna trombocita, 400 tisuća leukocita i do 250 milijuna eritrocita (11). Opće je poznato kako vrijednosti krvnih stanica mogu varirati od osobe do osobe zbog utjecaja raznih čimbenika, a Tablica 1.2 prikazuje vrijednosti pojedinih analita, karakteristične za zdrave osobe.

Tablica 1.2. Vrijednosti analita laboratorijskih pretraga (11)

<b>Naziv analita</b>	<b>Vrijednost</b>
<b>Leukociti</b>	$5 - 8 \times 10^9$
<b>Eritrociti</b>	muškarci: $4,6 - 6,2 \times 10^{12}$ žene: $4,2 - 5,4 \times 10^{12}$
<b>Trombociti</b>	$150 - 350 \times 10^9$
<b>Hemoglobin</b>	muškarci: $150 \pm 20$ g/L žene: $140 \pm 20$ g/L
<b>Hematokrit</b>	muškarci: 42 - 53% žene: 36 - 47%

### 1.2.3. Analiti

U krvi osim onih temeljnih sastavnica kao što su krvna tjelešca, nalazi se i mnoštvo analita čija se važna funkcija ne smije zanemariti. Jedna od vrlo važnih sastavnica organizma je upravo voda koja čini 70% tjelesne mase u čovjeka (14). Organizam potrebnu vodu dobiva iz tekućine, krute hrane i oksidacijom tvari metaboličkim procesima, dok se izlučuje mokraćom, stolicom, isparavanjem (znojenjem), neosjetljivim isparavanjem (insenzibilna perspiracija) i ostalim načinima (menstruacija, porod, dojenje, ispravanje iz otvorenih rana, suzama itd.).

Voda u organizmu dijeli se na dva velika odjeljka, staničnu tekućinu koja čini oko 50% tjelesne mase i izvanstaničnu tekućinu na koju otpada 20% tjelesne mase. Stanična se tekućina nalazi u stanicama svih tkiva u različitim postocima, dok se izvanstanična nalazi se u međustaničnim prostorima, limfi i unutar krvnih žila zbog čega se dalje dijeli na

međustaničnu / intersticijsku tekućinu (15%) i krvnu / vaskularnu (5%). Za organizam je od iznimne važnosti održavanje volumena tekućine, osobito one koja se nalazi u stanicama i vaskularnom prostoru jer upravo o njoj ovisi normalna cirkulacija krvi, tj. normalna funkcija stanica. Konstantnost volumena stanične i vaskularne tekućine održava se djelovanjem međustanične tekućine čija je uloga biti posrednik / „pufer“ između prvih dviju radi sprječavanja naglih promjena. Ukoliko se u krvi poveća volumen tekućine, višak prelazi u međustanični prostor, dok se manjak nadoknađuje iz međustanične tekućine čime se njen volumen povećava ili smanjuje. Povećanje volumena međustanične tekućine za posljedicu ima nastanak edema, a smanjenje njena volumena dehidraciju.

Elektroliti imaju važnu funkciju u održavanju ravnoteže i raspodjele vode, održavanju normalnoga osmotskog tlaka, acidobazne ravnoteže i neuromuskularne podražljivosti, a unutar Tablice 1.3 vidljive su optimalne koncentracije i osobitosti onih najzastupljenijih, dok Tablica 1.4 prikazuje stanja koja prate povišene i smanjene koncentracije navedenih analita.

Tablica 1.3. Optimalan unos i vrijednost najvažnijih analita u ljudskom organizmu (14, 15, 16)

<b>Analit</b>	<b>Optimalan dnevni unos</b>	<b>Optimalna vrijednost u organizmu</b>
Kalij	2 - 4 grama	serum: 3,9 - 5,1 mmol/L likvor: 2,9 - 3,3 mmol/L
Kloridi	8 - 15 grama	znoj: 40 mmol/L
Natrij	8 - 15 grama	serum: 137 - 146 mmol/L likvor: 143 - 153 mmol/L
Fosfor		serum: 0,9 - 1,42 mmol/L
Magnezij		serum: 0,65 - 1,05 mmol/L likvor: 0,86 - 1,61 mmol/L
Ugljikohidrati		serum: 3,3 - 5,6 mmol/L
Proteini		proteini – serum: 66 - 81g/L albumini serum: 35 - 52 g/L.

Tablica 1.4. Stanja koja prate povišene i smanjene koncentracije najvažnijih analita u ljudskom organizmu (14, 15, 16)

Analit	Koncentracija u organizmu	
	hiper (+)	hipo (-)
Kalij	dijabetička acidoza, neadekvatna prehrana, jaka diureza, povraćanje	dehidracija, Addisonova bolest, insuficijencija bubrega
Kloridi	gastrointestinalne, infektivne i bubrežne bolesti, dijabetička acidoza	prekomjerno davanje NaCl, hiperfunkcija nadbubrežne žlijezde, srčane bolesti
Natrij	povraćanje, proljev, bubrežne i nadbubrežne bolesti, jaka diureza, komplikacije nakon kirurških zahvata	jaka dehidracija, oštećenje mozga, prekomjerno davanje NaCl, hiperfunkcija nadbubrežne žlijezde
Fosfor	hipoparatiroidizam, bubrežne bolesti, hipervitaminoza D	hiperparatiroidizam, hipovitaminoza D, gastrointestinalne bolesti
Magnezij	infektivne bolesti, Addisonova bolest, ateroskleroza, dijabetička acidoza	kronični proljevi, malapsorpcija, aldosteronizam, trudnoća
Ugljikohidrati	stres, fizički napor, teške opekline, bolesti hipofize	trudnoća
Proteini	dehidracija, kronične autoimune bolesti, monoklonska gamapatija	prekomjerna hidracija, bubrežne, jetrene i crijevne bolesti, tuberkuloza, veće opekline

## 2. CILJ RADA

Cilj ovog preglednog rada je sustavno izložiti problematiku utjecaja predanalitičkih, ali i ostalih čimbenika na rezultate krvnih pretraga s različitih gledišta i uloge koju medicinska sestra prvostupnica / medicinski tehničar prvostupnik ima u minimiziranju tih čimbenika, prema literaturi koja je podjednako dostupna na hrvatskom, pa tako i ostalim jezicima:

- 1) kratak pregled medicinsko biokemijskih pretraga
- 2) najčešći uzorak – krv (važnost za pretrage, sastav, analiti)
- 3) utjecaj čimbenika (utjecaj na rezultate pretraga i vrste)
- 4) postupak kao i praktični problemi koji nastaju vađenjem krvi (pogreške u postupku vađenja krvi, prilikom obrade uzorka, u pohrani i transportu uzorka, u analitičkoj i poslijeanalitičkoj fazi pretrage, te ostale poput utjecaja hemolize i lipemije).

### 3. METODE

Pretraživanje literature obavljalo se na dva načina:

- 1) pregledom odgovarajućih knjiga tj. udžbenika, priručnika, vodiča i sl. u knjižnicama (knjižnica Visoke tehničke škole u Bjelovaru te gradska knjižnica i čitaonica Narodna knjižnica "Petar Preradović" Bjelovar)
- 2) traženjem knjiga, članaka, brošura i drugih dokumenata na internetu (Google poslužitelj: [www.google.hr](http://www.google.hr), Google znalac poslužitelj: [scholar.google.hr](http://scholar.google.hr), Hrčak; Portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske: [hrcak.srce.hr](http://hrcak.srce.hr)), upotrebom raznih ključnih riječi koje se odnose na krv, čimbenike, hemolizu, lipemiju i ostale pojmove vezane uz problematiku ovog rada.

Literatura koja je pretraživana, prvenstveno je pisana na hrvatskom jeziku, dijelom latinicom na drugim razumljivim južnoslavenskim jezicima (bošnjačkom) i također, na engleskom jeziku. Rad može poslužiti kao opći vodič svim prvostupnicima, ali i medicinskim sestrama / tehničarima opće njege iz razloga što je upravo tema ovog rada njihov svakodnevni posao i što neke smjernice vezane za pogreške kod venepunkcije mogu primijeniti u svojem radu.

## 4. REZULTATI

Postupak vađenja krvi nije jednostavan kao što možda djeluje laicima, odnosno onima koji nemaju toliko iskustva u obavljanju tog posla kao što imaju zdravstveni djelatnici. U svakom koraku ovog postupka, mogu se pojaviti pogreške što se na kraju odražava na rezultate pretraga. Pogreške mogu promijeniti nalaz, učiniti ga krajnje neupotrebljivim i štoviše, mogu dovesti do pogrešnih spoznaja i krivo postavljenih dijagnoza. Iz tih razloga, ali i mnogih drugih je veoma važna uloga sestre u procesu venepunkcije koja bi prilikom tog postupka trebala provesti potrebne postupke, odnosno, rješenja za sprečavanje ili minimiziranje pogrešaka koje mogu nastati prilikom vađenja pojedinih uzoraka krvi ovisno o vrsti uzorka koji je ključan za rad liječnika, tj. za postavljanje dijagoze.

Proces uzimanja i analiziranja laboratorijskih pretraga sam po sebi nije tako jednostavan već zahtjeva nekoliko faza koje se ne smiju zanemariti, a to su prijeanalitička, analitička i poslijeanalitička faza (2, 4). U pojedinim fazama rada na konačni rezultat pretrage, osim bolesti, može utjecati niz važnih čimbenika pritom nastaju u prethodno spomenutim fazama od kojih se na neke, poput stresa, može utjecati, dok na godišnje doba, jednostavno ne može. Ali ono svima zajedničko jest spoznaja kako mijenjaju krajnji rezultat – nalaz dijagnostičke pretrage koja se u tom trenutku provodi bez obzira o kojoj je vrsti čimbenika riječ.

Prema tome, čimbenici se vremenski mogu podijeliti na:

- prijeanalitičke, analitičke i poslijeanalitičke,

dok su po prirodi svojega nastanka:

- biološkog (dugotrajni / nepromjenjivi i kratkotrajni / promjenjivi) i
- metodološkog karaktera.

Najveći broj čimbenika koji imaju određeni utjecaj na konačan ishod određene laboratorijske pretrage odnosi se na *predanalitičke* čimbenike koji mogu biti trajni biološki / nepromjenjivi, kratkotrajni biološki / promjenjivi i metodološki, te na *analitičke* čimbenike gdje se ubrajaju hemoglobin, lipemija, hiperbilirubinemija, reumatoidni faktor, farmakološki aktivne tvari, antikokoagulansi, nadomjesci plazme i dr.

U skupinu trajnih bioloških / nepromjenjivih čimbenika ubrajaju se: genetski (spol, rasa, nasljedne greške i varijante, sklonost prema bolest), ekološki (način prehrane, opći životni uvjeti, učinci okoliša), ciklične promjene (menstruacijski ciklus, godišnje doba), promjene povezane s procesom života (dob, stupanj razvoja, reprodukcijski ciklus), tjelesni ustroj i navike (pušenje, alkoholizam i dr.). Skupina kratkotrajnih bioloških / promjenjivih čimbenika podrazumijeva metaboličke (gladovanje i negladovanje) i hemodinamske promjene (položaj tijela), stres, tjelesni napor, svakodnevni ritam, indukciju mikrosomskih enzima jetre, oštećenje stanica i dr. U skupini metodoloških čimbenika nalaze se čimbenici povezani s postupkom uzimanja krvi i uzorkom prije analize – vrsta krvi, postupak uzimanja, poteškoće vezane za dostavu uzorka, način pohrane uzorka i pripremu uzorka za analizu.

Kako je poznato da najveći broj pogrešaka nastaje tijekom prijeanalitičke faze, čak oko 46 - 68% (2, 3, 4), najviše pažnje je potrebno posvetiti ovom dijelu i pogreškama koje nastaju u ovoj fazi jer upravo na njih sestra prvostupnica / prvostupnik mogu utjecati, a u Tablici 4.1 su prikazane najčešće pogreške koje nastaju tijekom ove faze (17).

Tablica 4.1. Postoci učestalijih pogrešaka tijekom vađenja krvi (17)

<b>Vrsta pogreške</b>	<b>Postotak učestalosti (%)</b>
Pogrešna identifikacija	26,81
Nepotpuna dokumentacija / nedostatak uputnice	14,03
Upotreba epruvete pogrešnih karakteristika	0,57
Neadekvatna kvantiteta uzroka	11,55
Neadekvatna kvaliteta uzorka	47,04

Ugrubo, pogreške u ovoj fazi možemo podijeliti na sljedeći način (7):

*Prije uzorkovanja:* nepravilna identifikacija bolesnika, nedovoljan broj informacija o bolesniku, vrijeme uzimanja pretrage, stav tijela, pritisak šake, položaj ruke iz koje se obavlja uzimanje krvi, neodgovarajuće mjesto uzimanja pretrage, kontaminacija uzorka kontrastnim sredstvima ili intravenoznim otopinama i dr.

*Za vrijeme uzorkovanja:* produženo držanje podveze, neadekvatan izbor igle u odnosu na venu, uzimanje uzoraka u neodgovarajuću vrstu epruvete s obzirom na aditive, nepravilan redoslijed višekratnog uzimanja krvi u epruvete, nepravilno ili nedovoljno miješanje epruvete, nedovoljna količina krvi u epruveti nakon uzimanja.

*Poslije uzorkovanja:* produljeno vrijeme od uzimanja uzorka do njegove dostave u laboratorij, gubitak uputnice ili pogrešno ispunjeni podaci na epruveti i uputnici, razbijanje ili proljevanje sadržaja epruvete.

#### **4.1. Vrste uzoraka krvi**

Pod pojmom uzorak krvi u većini se slučajeva misli na uzorak krvi dobiven punkcijom vene iz razloga što je upravo on češći, dok su arterijski i kapilarni uzorci zastupljeniji u manjoj mjeri i arterijsko vađenje sa sobom nosi veći rizik prilikom uzimanja uzorka nego što je kod venskog vađenja. Mjesto uzimanja uzorka venske krvi najčešće je u lakatnom području (18), odnosno punktiraju se najčešće brahijalne vene ili one dorzalne zbog lakše uočljivosti, a jedan od najčešćih razloga uzimanja venske krvi jest analiza kompletne krvne slike.

Arterijski uzorci se najvećim dijelom uzimaju radi utvrđivanja statusa plinova u krvi (ABS) (19), i to metodama punkcije arterijske krvne žile ili aspiracijom kroz trajni kateter (20). Ovaj način punkcije krvne žile smatra se opasnijim iz razloga što sa sobom nosi komplikacije poput iskrvarenja, ali i punkcije peritoneuma kosti. Mjesta na kojima se punktira su pretežito radijalna ili ulnarna arterija zbog povoljne lokacije pri površini i odgovarajućeg optoka, dok se brahijalna i femoralna nastoje izbjegavati zbog visoke mogućnosti oštećenja okolnog tkiva, infekcije i krvarenja nakon postupka, te nastanka arterioskleroze kod starije populacije.

Kapilarni uzorci služe kao zamjena punkciji arterije i u tom se slučaju uzimaju kod novorođenčadi i djece iz razloga što je sama punkcija manje traumatska i potrebna je manja



količina krvi. Osim toga, kao razlozi punkcije kapilare navode se mjerenje vrijednosti plinova u krvi, koncentracije glukoze u krvi i screening test kod svakog novorođenčeta.

Također, kada je riječ o laboratorijskim pretragama, ne bazira se na isključivo jedno područje za koje se uzimaju i kasnije očituju nalazi pretraga, već na sva područja gdje se može susresti neki od oblika pretrage. Postoje razne podjele laboratorijskih pretraga ovisno o područjima za koje se uzimaju, no ono svima zajedničko jest upravo zadaća medicinske sestre / tehničara koja se temelji na pravilnom uzimanju, pohranjivanju i transportu prikupljenih uzoraka i uputnice sa pripadajućim podacima u laboratorij (5, 6). Slijedi jedna od najčešćih podjela.

1) *Biokemija* podrazumijeva različite vrste kemijskih i kemijsko-fizikalnih pretraga koje se obavljaju u biokemijskim laboratorijima na temelju prikupljenih bioloških uzoraka ispitanika (6). Rezultati se izražavaju u mjernim jedinicama i uspoređuju sa standardnim vrijednostima koje mogu varirati. Pozornost se pridaje utvrđivanju koncentracije unutar uzorka ispitanika kao i njihovih fizioloških osobina što postaje vidljivije metodama biokemijskih testova i dinamici kojima podliježu, a u ovo područje spadaju (5):

- *acidobazna ravnoteža*: karboksihemoglobin, methemoglobin, parcijalni tlak kisika ( $pO_2$ ), parcijalni tlak ugljičnog dioksida ( $pCO_2$ ), pH, standardni i aktualni bikarbonati, suvišak baza (BE), zasićenost kisikom
- *analiza mokraće*: amilaza i bence jones, anorganski fosfati, bakar u 24h mokraći, citološki pregled mokraće, fizikalno-kemijski pregled, kalcij, kalij, kloridi, kortizol, mikroalbuminurija, mikroskopski pregled sedimenta, natrij, proteini, urati
- *analiza na lijekove i sredstva ovisnosti*: barbiturati, benzodiazepini, ecstasy, etanol, digoksin, heroin/morfin, kokain, metadon, tetrahidrokanabinol, triciklički antidepresivi
- *analiza stolice*: test na okultno krvarenje
- *elementi u tragovima*: bakar, cink
- *elektroliti*: anorganski fosfati, kalij, kloridi, natrij, ukupni i ionizirani kalcij, ukupni magnezij
- *enzimi*: alanin-aminotransferaza (ALT), alfa-amilaza (AMS), alkalna fosfataza (ALP), aspartat-aminotransferaza (AST), gama-glutamilttransferaza (GGT), kreatin-kinaza (CK), laktat-dehidrogenaza (LD), lipaza (LPS), kolinesteraza (CH)
- *lipidi*: elektroforeza lipoproteina, HDL-kolesterol, indeks ateroskleroze, LDL-kolesterol, trigliceridi, utvrđeni čimbenik rizika, ukupni kolesterol

- *metaboliti i supstrati:* amonijak, glikolizirani hemoglobin A1c (HbA1c), glukoza, kreatinin, test oralne podnošljivosti glukoze (OGTT), ukupni i konjugirani bilirubin, urati, urea
- *metabolizam željeza:* feritin, nezasićeni kapacitet vezanja željeza (UIBC), ukupni kapacitet vezanja željeza (TIBC), željezo
- *proteini:* albumin, C - reaktivni protein (CRP), ceruloplazmin, elektroforeza proteina, feritin C3 i C4, haptoglobin, Hs-CRP, imunoglobulini A (IgA), G (IgG) i M (IgM), laki lanci u serumu, monoklonalni Ig, transferin, ukupni proteini
- *vitamini:* vitamin B12, folna kiselina, 25OHD<sub>3</sub> vitamin

2) *Hematologija* uključuje područje gdje se unutar hematološkog laboratorija obavlja spektar raznih pretraga vezanih za najčešći uzorak – krv. Pretrage vezane za ovo područje obuhvaćaju utvrđivanje broja eritrocita, leukocita i trombocita kao i njihova obilježja, zastupljenost, osobine poput sedimentacije eritrocita, čimbenike poput hemoglobina i faktora koagulacije čija se uloga ostvaruje upravo tijekom zgrušavanja, odnosno koagulacije krvi, zatim staničnog sastava koštane srži i prisutnosti potencijalno patoloških stanica. Prema tome, dvije osnovne pretrage u ovoj skupini jesu:

- *hematologija:* brzina sedimentacije eritrocita (SE), eozinofilni, bazofilni, nesegmentirani neutrofilni i neutrofilni granulociti, eritrociti, hematokrit, hemoglobin, indeks zrelosti retikulocita (IRF), leukociti, limfociti, monociti, prosječna količina hemoglobina u eritrocitu (MCH), prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima (MCHC), prosječni volumen eritrocita (MCV), prosječni volumen trombocita (MPV), raspodjela eritrocita po volumenu (RDW), retikulociti, trombociti, udio retikulocita s niskom (LFR), srednjom (MFR) i visokom fluorescencijom (HFR)
- *koagulacija:* aktivirano parcijalno tromboplastinsko vrijeme (APTV), antitrombin III, D - dimer, fibrinogen, protein C, protrombinsko vrijeme (PV), protrombinsko vrijeme pacijenata na antikoagulantnoj terapiji (PV – INR).

3) *Endokrinologija* uključuje skupinu pretraga koje obuhvaćaju nekoliko područja, čime je spektar pretraga unutar ovog područja povećeg obima. Od uzoraka koji uključuju koncentracije hormona pojedinih žlijezdi unutar organizma ispitanika, u ovu skupinu se

ubrajaju i stanični biljezi veoma važni prilikom dijagnosticiranja malignih bolesti, te antigeni specifični za određena stanja poput infarkta miokarda. Prema tome, pretrage jesu:

- *biljezi infektivnih bolesti* (serološki testovi): anti - HAV, anti-HbS, anti-HCV, anti-HIV 1+2+0, HbSAg
- *hormoni*: 17-OH progesteron, ACTH, antimüllerov hormon, androstendion,  $\beta$ -humani korionski gonadotropin ( $\beta$ -HCG), C-peptid, DHEA-S, estradiol, folikul stimulirajući hormon, hormon luteinizacije, hormon rasta, inhibin B, inzulin, kortizol, progesteron, prolaktin, SHBG, slobodni testosteron, testosteron
- *koštani biljezi*: beta crosslaps, osteokalcin
- *pretrage štitnjače i doštitaste žlijezde*: antitijela protiv tiroglobulina (Tg), antitijela protiv tiroidne peroksidaze (TPO), globulin koji veže tiroksin (TG), tireotropni hormon (TSH), tiroksin - slobodni (FT4), tiroksin - ukupni (T4), trijodtironin - slobodni (FT3), trijodtironin - ukupni (T3), parathormon (PTH)
- *srčani biljezi*: natriuretski peptid B – tipa (BNP), troponin I
- *tumorski biljezi*: alfa - fetoprotein (AFP), antigen PSA, CYFRA 21 – 1, F/T – PSA, karcinoembrionalni antigen (CEA), karcinomijski antigeni CA – 125, CA 19 – 9, CA 15 - 3, CA 72 – 4, neuron specifična enolaza (NSE), prostata specifični antigen (PSA), prostata nevezani specifični antigen (FPSA).

4) *Imunologija* podrazumijeva skupinu pretraga koja služi utvrđivanju sposobnosti obrane organizma ispitanika prema stranim tijelima koja se mogu pojaviti kao i samom reagiranju prema njima. Ovim metodama se dokazuje sposobnost obrane organizma jednim od dva načina imunosti – humoralnom ili celularnom, pri susretu s određenim antitijelima, kao i antitijela koja mogu potvrditi pristnost određene skupine mikroorganizama u organizmu, utvrđuju se alergeni, pripadnost krvnoj grupi, te histokompatibilnost prilikom transplatacije. Ukratko, pretrage vezane uz područje imunologije jesu:

- *alergološki testovi*: alergeni lijekova, insekata, nutritivni i ostali alergeni
- *imunološke pretrage*: anti - U1RNP, antiglijadinska antitijela (AGA-IgG I IgA klase), antinuklearna antitijela (ANA), antinuklearni faktor (ANF), antitijela na cikličke citrulinirane peptide (anti-CCP), antitijela na mijeloperoksidazu (MPO) ili p - ANCA, antitijela na proteinazu 3 (Pr-3) ili c-ANCA, antitijela na tkivnu transglutaminazu TTG (IgG I IgA klase), antitijela protiv centromere (ACA), antitijela protiv DNA-

topoizomeraze 1 (anti-Scl70), antitijela protiv dvostruke uzvojnice DNA (anti dsDNA), antitijela protiv kardiolipina - IgG (aCL-IgG), antitijela protiv kardiolipina - IgM (aCL - IgM), antitijela protiv SS – A / Ro antigena, antitijela protiv SS – B / La antigena, anti-RNP70, antistafilolizinski titar (ASTA), antistreptolizinska antitijela (AST titar), antistreptolizinski titar (ASO),  $\beta$ 2-mikroglobulin, ceruloplazmin, cirkulirajući imunokompleksi (CIC), endomizijska antitijela (EMA-IgG, IgA klase), haptoglobin, imunoelktroforeza serumskih proteina, imunoglobulini A, G, M, inhibitor C1-esteraze (C1-inhibitor), komponenta komplementa C1q, C3 i C4, krioglobulini, monoklonski slobodni laki lanci kapa i lambda – Bence - Jones proteini, monoklonski teški lanci imunoglobulina – kvalitativno, reumatoidni faktor (RF), omjer kappa/lambda, transferin, ukupna hemolitička aktivnost komplementa (CH100), ukupni laki lanci imunoglobulina - kapa tipa (Ig/L- kappa), ukupni laki lanci imunoglobulina - tipa lambda (Ig/L- lambda), Waaler Rose

- *transfuziologija*: krvna grupa - RH faktor, testovi senzibilizacije.

## 4.2. Postupak uzimanja uzorka krvi

Kao što je navedeno u prethodnom odjeljku, uzorak krvi može biti venski, arterijski i kapilarni, no ono svima zajedničko jest upravo uloga medicinske sestre / tehničara koja obuhvaća jednake osnovne postupke neovisno o kojoj se vrsti krvi pritom radi (6):

- psihološka i fizička priprema bolesnika
- priprema prostorije gdje će se obavljati uzimanje uzorka
- priprema potrebnog pribora
- provođenje zahvata
- zbrinjavanje bolesnika
- transport uzorka i zahtjevnice u laboratorij
- uklanjanje i pospremanje korištenog pribora

U nastavku slijede detaljnije opisani koraci prilikom procesa uzimanja uzoraka krvi kod svakog od pojedine vrste, odnosno postupke kod uzimanja uzorka venske, arterijske i kapilarne krvi kod ispitanika.

#### 4.2.1. Uzimanje venskog uzorka krvi

Prilikom dogovora oko postupka vađenja krvi, važno je ispitanika uputiti nekim temeljnim smjernicama kojih bi se trebalo pridržavati kako bi kasniji nalaz bio što precizniji. Najučestalije doba dana kada se obavlja redovno uzimanje uzoraka krvi jest jutro, obično oko 7 – 9 sati. Od izrazite je važnosti da bude ispitanik na tašte, odnosno da tijekom posljednjih 12 sati nije konzumirao hranu i piće, niti pušio, i naravno, ukoliko postoji mogućnost, pacijent bi trebao mirovati barem 15 minuta prije procesa vađenja krvi.

Prije postupka uzimanja uzorka, važno je identificirati pacijenta i provjeriti o kojoj je vrsti pretrage riječ (6, 21). Zdravstveni radnik, tj. osoba koja će provesti vađenje krvi, treba se predstaviti i objasniti kako će provesti i koja je svrhu navedenog postupka, te izvršiti provjeru pribora potrebnog za postupak venepunkcije koji bi trebao uključivati:

- dezinfekcijsko sredstvo,
- elastični podvez za izazivanje zastoja krvi u veni,
- epruvete sa pripadajućim aditivima ili bez aditiva,
- jednokratni ili višekratni držač za igle,
- lancetu,
- leukoplast,
- neprobojnu posudu za odbacivanje upotrijebljenih igala,
- olovku i naljepnice za označavanje epruveta,
- stalak za epruvete,
- sterilne igle raznih veličina,
- sterilne smotuljke gaze,
- škare,
- posudu sa smotuljcima vate,
- posudu za odlaganje upotrebljenog pribora,
- rukavice.

Također, ovisno o dobi, karakteristikama osobe i potrebnoj količini krvi za pretrage, potrebno je odabrati odgovarajuću veličinu igle. Nakon pripreme ispitanika, kao i samog pribora, potrebno je odabrati ruku kao i samo mjesto punkcije. Poželjno je uputiti pacijenta da duboko

diše, a zatim palpirati venu iz koje će se obaviti vađenje krvi. Kako bi bila bolje uočljiva, medicinska sestra / tehničar može savjetovati pritisak šake ili staviti topao predmet iznad odabranog mjesta čime će doći do vazodilatacije / širenja krvnih žila čime će se vizualno lakše uočiti i palpirati vena (21,22). Mjesta koja pritom treba izbjegavati su neposredna blizina infekcije, ožiljak, opekotine, kožna oboljenja, ruka s intravenoznim putem i strana tijela gdje je obavljena mastektomija (21). Svaki invazivni postupak koji se obavlja oko pacijenta zahtijeva poštivanje pravila asepsa, tako da je kružnim pokretima potrebno dezinficirati odabrano mjesto venepunkcije i pričekati 30 sekundi kako bi se ono upilo, a za to vrijeme, zdravstveni radnik opere svoje ruke i navlači rukavice.

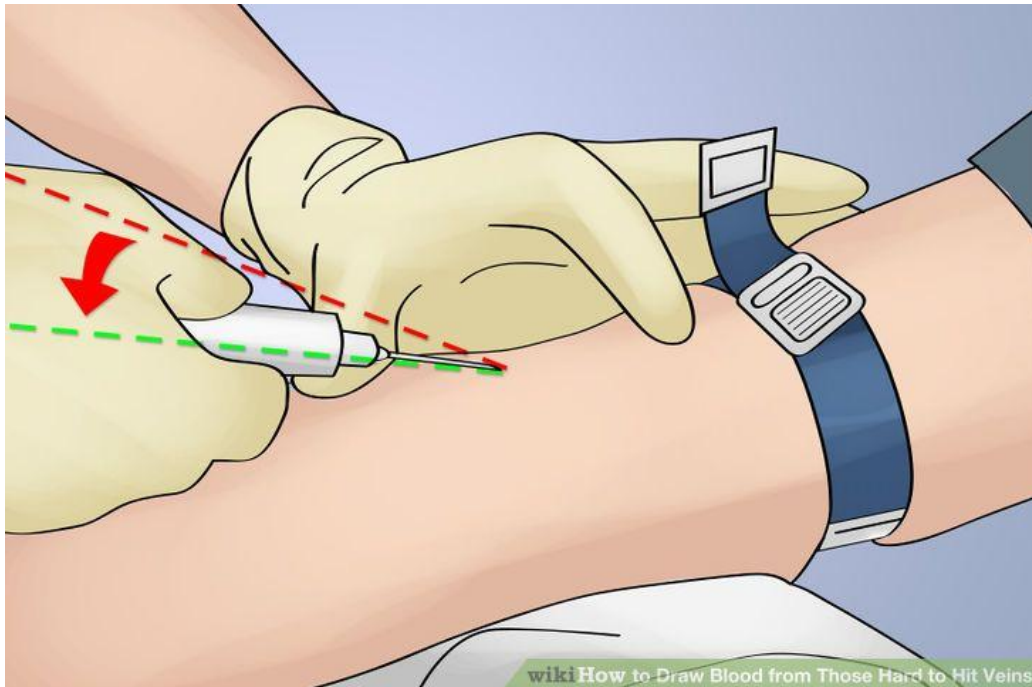
Pri isteku vremena potrebnog za sušenje dezinfekcijskog sredstva na koži ispitanika, postavlja se podveza na otprilike desetak centimetara iznad mjesta gdje će se obaviti uzimanje uzorka kao što prikazuje Slika 4.1. Važno je zapamtiti kako podveza smije biti zategnut najviše jednu minutu na ruci ispitanika (6).



Slika 4.1. Postavljanje podveze (21)

Slika 4.2 prikazuje venepunkciju (22), odnosno umetanje igle u venu pod kutem od  $15 - 25^\circ$  tako da otvor igle bude okrenut prema osobi koja obavlja postupak (6, 21, 22). Kod ulaska u

venu, nedominantnom se rukom uzima odgovarajuća epruveta i palcem postavlja u držač za epruvete do samog kraja kako bi vakuum mogao djelovati, zatim se otpušta podveza, epruveta uklanja iz držača, a pacijenta savjetuje da opusti svoju šaku.



Slika 4.2. Postupak venepunkcije (22)

Kada je postupak venepunkcije završen i uzeti odgovarajući uzorci za pretrage, igla se uklanja iz vene i na njeno mjesto stavlja smotuljak vate (21, 22) ili gaze prethodno namočen dezinficijensom (6), što je potrebno situirati flasterom ili savjetovati ispitaniku da nježno pritisne mjesto venepunkcije kako bi se spriječilo krvarenje, odnosno prevenirao nastanak hematoma (21, 22).

Iskorištena se igla vraća u štitnik za igle i skida s držača, te odlaže u neprobojnu posudu za upotrebene igle, a upotrebene se rukavice i smotuljci od vate odlažu u posudu za upotrebjeni pribor (6, 21, 22). Nije na odmet, još jednom provjeriti identifikacijske podatke ispisane na zahtjevnici kao i na epruvetama koje se nekoliko puta zarotiraju, ukoliko je taj postupak potreban i odlažu na stalak za epruvete. Posljednji zadatak medicinske sestre / tehničara je rasprijeti upotrebjeni pribor, odnosno vratiti ga natrag na svoje mjesto, skinuti rukavice i oprati ruke, a potom odnijeti uzorke krvi i zahtjevnicu u laboratorij.

#### 4.2.2. Uzimanje arterijskog uzorka krvi

Jedna od temeljnih pretraga koja se obavlja upravo iz uzorka arterijske krvi jest određivanje oksigenacije i acidobaznog statusa ispitanika (18, 23, 24). Vrijeme potrebno za izvođenje ovog postupka iznosi oko 15 minuta, a parametri čija se koncentracija mjeri ovom metodom su kiselost krvi (pH), eksces baza (BE), parcijalni tlak kisika ( $pO_2$ ) i ugljičnog dioksida ( $pCO_2$ ), saturacija hemoglobina kisikom ( $SaHbO_2$ ), standardni bikarbonati u krvi (SB), te ukupna razina ugljičnog dioksida u krvi ( $CO_2$ ) (23).

Postoji mogućnost utjecaja određenih stanja na rezultat pretrage i stoga ih je poželjno naglasiti, a najčešće je riječ o naglom buđenju, poremećajima disanja, prohodnosti dišnog puta, promjeni rada respiratora, te terapiji kisikom. Također, prije samog postupka od velikog je značaja i procjena određenih čimbenika koji mogu posljedično utjecati na razvoj komplikacija - psihofizičko stanje pacijenta koje podrazumijeva strah, prisutnost ili amputacije deformiteta, ritam disanja, poremećaj svijesti, mastektomiju, te postavljenu A – V fistulu, zatim mikroklimatski uvjeti okoline kao i sam prostor gdje će se izvoditi postupak, mjesto punkcije arterije i povećan rizika od krvarenja kod određenih stanja (hemofilija, trombocitopenija, antikoagulantna terapija).

Kao i kod postupka uzimanja uzorka venske krvi, prije samog postupka, potrebno je identificirati pacijenta i provjeriti o kojoj je vrsti pretrage riječ (6, 21). Zdravstveni radnik, tj. osoba koja će provesti vađenje krvi, treba se predstaviti i objasniti kako će provesti i koja je svrha navedenog postupka, te izvršiti provjeru pribora potrebnog za postupak punkcije arterije koji bi trebao uključivati:

- alkoholni dezinficijens
- hipoalegijski flaster
- kompresivni zavoj
- nesterilne rukavice
- pladanj
- posudu za nečisto
- smotuljke od vate ili gaze
- spremnik za odlaganje oštrih predmeta
- sterilnu kompresu dimenzija 5x5 cm



- sterilni set za arterijalnu punkciju (heparinizirana štrcaljka s iglom).

Osim osiguranja privatnosti, radi preveniranja komplikacija i radi uvida u zdravstveno stanje ispitanika, poželjno ga je upitati kakva su bila prethodna iskustva tijekom vađenja krvi i neke od posebnosti poput onoga uzima li antikoagulantnu terapiju, a nakon toga ispitanika se smjesti u udoban položaj, ruka ispruži na tvrdu podlogu i oslobodi od odjeće.

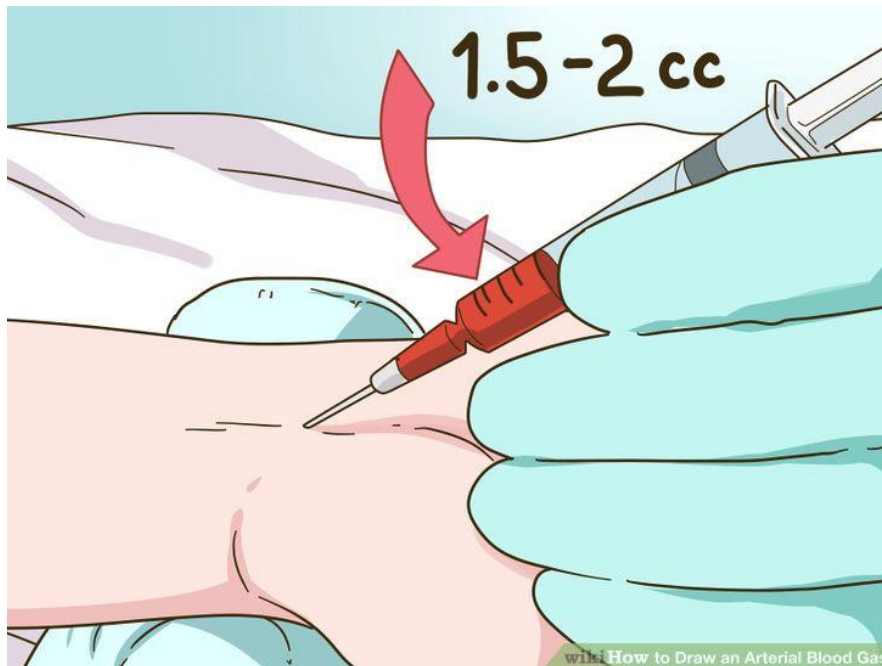
Kod samog odabira mjesta punkcije potrebno je izbjegavati mjesta u neposrednoj blizini infekcije, ožiljka, opekotine, kožnih oboljenja, ruke s intravenoznim putem i stranu tijela gdje je obavljena mastektomija (21). Odabrana ruka treba se podložiti u svrhu postizanja stabilizacije arterije i hiperekstenzije (23), a zatim se, kao što prikazuje Slika 4.3 postupkom palpacije traži se puls koji ujedno i odgovara mjestu punkcije (24).



Slika 4.3. Palpacija pulsa / mjesta punkcije arterije (24)

Svaki invazivni postupak koji se obavlja oko pacijenta zahtijeva poštivanje pravila asepe tako da je kružnim pokretima od sredine prema periferiji potrebno dezinficirati odabrano mjesto punkcije i pričekati 30 sekundi kako bi se ono upilo, a za to vrijeme, zdravstveni radnik opere svoje ruke i navlači rukavice (6, 21, 23).

Nakon toga, otvara se sterilna kompresa i medicinska sestra / tehničar je treba držati između trećeg i četvrtog prsta nedominantne ruke, kažiprst postaviti na arteriju proksimalno od mjesta uboda i tada proksimalno punktirati pod  $45^\circ$  ukoliko se radi o arteriji radijalis, odnosno  $60^\circ$  kod arterije kubitalis (23, 24). Čim se primjeti kako krv počinje ulaziti u štrcaljku, zaustaviti napredovanje igle i dozvoliti punjenje štrcaljke do 2 ml, odnosno ako postoji mehanizam u hepaniziranoj štrcaljki, ona će se sama prestati puniti arterijskom krvlju kada dostigne količinu od otprilike 2 ml što prikazuje Slika 4.4.



Slika 4.4. Uzimanje uzorka arterijske krvi (24)

Nakon što se iz krvne žile polagano izvuče igla, sterilnom se kompresom i kažiprstom nježno pritisne arterija, a ukoliko u štrcaljki nema zraka, ona se odlaže na pladanj ili u hladnjak ovisno o protokolu ustanove. Ukoliko je pristutan zrak, on se istisne, a upotrebljena se igla uvodi u štitnik sa silikonskim punjenjem.

Kada je postupak završen i uzeti odgovarajući uzorci za pretrage na mjesto punkcije stavlja se i otprilike desetak minuta, uz nježan pritisak, drži sterilna kompresa (21, 22, 23) kako bi se spriječilo krvarenje, odnosno prevenirao nastanak hematoma (21, 22). Ukoliko je riječ o ispitaniku koji se trenutno nalazi na antikoagulantnoj terapiji, kompresa se na mjestu punkcije mora držati nešto duže, oko petnaestak minuta. Kako je riječ o uzimanju uzorka iz arterije,

poslije svakog vađenja krvi važna je ponovna palpacija arterije, distalno od mjesta uboda kako bi se mogle osjetiti pulzacije, odnosno puls ispitanika, ali i inspekcija tog mjesta.

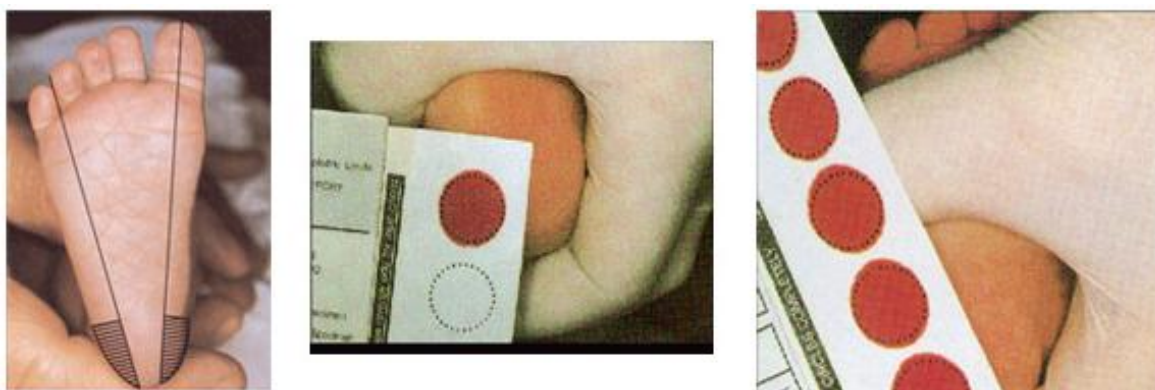
Iskorištena se igla kao i šprice odlažu u neprobojnu posudu za upotrebene igle, a upotrebene se rukavice, smotuljci od vate i komprese u posudu za upotrebjeni pribor (6, 21, 22, 23). Nije na odmet, još jednom provjeriti identifikacijske podatke ispisane na uputnici kao i na naljepnici štrcaljke koja se odlaže na stalak. Posljednji zadatak medicinske sestre / tehničara jest raspoređiti upotrebjeni pribor, odnosno vratiti ga natrag na svoje mjesto, skinuti rukavice i oprati ruke, a potom odnijeti uzorke krvi i uputnicu u laboratorij, te evidentirati postupak.

#### **4.2.3. Uzimanje kapilarnog uzorka krvi**

Prije postupka uzimanja uzorka, važno je identificirati pacijenta i provjeriti o kojoj je vrsti pretrage riječ (6,21). Zdravstveni radnik, tj. osoba koja će provesti vađenje krvi, treba se predstaviti i objasniti kako će provesti i koja je svrha navedenog postupka, te izvršiti provjeru pribora potrebnog za postupak punkcije, koji bi trebao uključivati dezinficijens, lancetu, mikroeprevete, smotuljke od vate, stalak za mikroeprevete, pladanj i posudu za upotrebjeni pribor (25).

Kako je riječ o uzimanju uzorka kapilarne krvi, mjesto punkcije je prvenstveno nedominantna ruka, a zatim ovisno o spolu i kronološkoj dobi, preporučuje se kako se odraslim ljudima, posebice muškarcima kapilarna krv uzima iz prstenjaka, ženama i djeci iz srednjeg prsta, a maloj djeci iz lateralnog dijela pete. Temeljna razlika između redovnog uzimanja uzorka krvi i kapilarnog leži upravo u korištenju mikroepreveta za razliku od onog klasičnih u svakodnevnoj venepunkciji, a mikroeprevete za uzimanje kapilarne krvi su najčešće za (25, 26):

- biokemijske pretrage / serum
- hematološke pretrage
- određivanje glukoze
- screening kod novorođenčadi (Slika 4.5).



Slika 4.5. Screening novorođenog djeteta (26)

Poželjno je uputiti pacijenta da duboko diše, a zatim je kružnim pokretima potrebno dezinficirati odabrano mjesto punkcije i pričekati 30 sekundi kako bi se ono upilo, a za to vrijeme, zdravstveni radnik opere svoje ruke i navlači rukavice (6, 25).

Pri isteku vremena potrebnog za sušenje dezinfekcijskog sredstva na koži ispitanika, vrši se ubod i to pomoću lancete tako da je oštrica položena okomito na otisak prsta. Prvu kap koja se pojavi potrebno je obrisati smotuljkom vate, a zatim, kao na Slici 4.6 (27), dopustiti da se sljedeća kap polagano stvara i potom je skupiti u mikroepruvetu s odgovarajućim antikoagulansom. Ukoliko se radi o screeningu potrebno je ispuniti označena mjesta na traci za screening krvlju djeteta, a ako se radi o određivanju glukoze, kap usmjeriti na trakicu i očitati nalaz.



Slika 4.6. Uzimanje uzorka kapilarne krvi (27)

Nakon što je postupak uzimanja uzorka kapilarne krvi dovršen, mjesto uboda se prekriva smotuljkom od vate i nježno pritisne. Mikroepreveta sa odgovarajućim uzorkom krvi se dobro zatvori i nježno, bez naglog miješanja, okrene otprilike desetak puta ukoliko se radi o mikroepreveti s antikoagulansom, dok se mikroeprevetu bez antikoagulansa ne smije miješati.

Epruvete se postavljaju u uspravnom položaju na stalak i tada se, još jednom, mogu provjeriti identifikacijski podaci ispisani na uputnici (6, 21, 25). Posljednji zadatak medicinske sestre / tehničara je rasprijeti upotrebljen pribor, odnosno vratiti ga natrag na svoje mjesto, skinuti rukavice i oprati ruke, a potom odnijeti uzorke krvi i uputnicu u laboratorij.

### **4.3. Pogreške prilikom pripreme pacijenta**

Postupak uzimanja krvi za određene pretrage započinje procesom pripreme pacijenta. Prilikom dogovora oko samom terminu venepunkcije, medicinska sestra / tehničar daje pacijentu određene smjernice kojih bi se trebao pridržavati u cilju sprječavanja dobivanja neodgovarajuće vrijednosti pretrage koje će biti provedena (3).

Smjernice uključuju: izbjegavanje intenzivne tjelesne aktivnosti, uzimanje uobičajenih, ali ne premasnih obroka hrane, nakon 22 sata uvečer prije uzimanja krvi, uputiti da ne konzumira hranu, ne pije i ne puši, kod uzimanja neke farmakološki aktivne tvari za koju je poznato kako utječe na koncentraciju analita koji se mjeri treba je, ako je ikako moguće, izbjegavati najmanje dva dana prije uzimanja krvi, tj. lijek uzeti nakon uzimanja uzorka krvi.

Najučestalije doba uzimanja krvi od pacijenta jest ujutro između 7 i 9 sati iz razloga što je pacijent odmoren i još nije bio podvrgnut ostalim dijagnostičkim i terapijskim postupcima. Neke posebne upute za pripremu pacijenta određuju se prema vrsti tražene pretrage tako da se prije određivanje lipidnog statusa, hrana, alkohol, kava i cigarete ne bi smjele konzumirati najmanje 12 sati prije pretrage. Sljedeći primjer je željezo povodom kojeg, pacijent oko 24 - 48 sati prije uzimanja ne bi trebao konzumirati sokove obogaćene vitaminima ni pića uz dodatak tvari koje pojačavaju tonus organizma. Krv se, također, uzima ujutro između 7 i 9 sati jer željezo pokazuje značajnu dnevnu varijaciju (i do 70%). No, ako se pacijent trenutno nalazi pod terapijom preparatima željeza i/ili onim multivitaminskim obogaćenim željezom, kontrola željeza u serumu izvodi se nakon tjedan do 10 dana nakon od peroralnog uzimanja

preparata željeza, tri dana nakon davanja intravenoznih preparata, te čak mjesec dana nakon intramuskularnog davanja željeza.

Sljedeća pogreška koja se veoma često javlja jest pogrešna identifikacija bolesnika. U Hrvatskoj, oko 80% osoblja prije vađenja krvi provjerava identitet provjerom imena i prezimena, a samo njih 14% identitet potvrđuje nekim dokumentom što su podaci koji više u prilog idu učestalim greškama nego njihovom sprječavanju (3). Pravilan način identifikacije pacijent uključuje provjeru njegovog identiteta od njega samoga, provjeru osobitosti u bolničkom kartonu, te na temperaturnoj listi. Često je prisutna situacija kada osoba koja provodi pretragu postavi pitanje: „Jeste li Vi...?“ umjesto „Vaše ime?“ što je ispravniji način utvrđivanja identiteta od strane pacijenta. Prije vađenja krvi, osim provjere podataka o identitetu (3), potrebno je upitati i zabilježiti podatke o osobitostima bolesnika prikazanim na Tablici 4.2 iz razloga mogu utjecati na rezultate nekih parametara (7).

Tablica 4.2. Životne navike i stanja koja mogu utjecati na rezultate pretrage (7)

Čimbenik	Povišenje	Snizjenje
Dijeta	LDL, HDL	
Kava	epinefrin, renin, slobodne masne kiseline	fosfodiesteraze
Intenzivno vježbanje	ACTH, aldolaza, ALP, ALT, AST, bilirubin, CK, epinefrin, glukagon, HDL, kortizol, kreatinin, LDH, norepinefrin, renin, mokraćna kiselina, urea	bikarbonati, globulin, haptoglobin, inzulin, kloridi, magnezij
Pušenje	aldosteron, HDL, epinefrin, karboksihemoglobin, kateholamini, kortizol, slobodne masne kiseline, slobodni glicerol, trigliceridi, ukupni kolesterol, vitamin B12	
Alkohol	ALT, AST, HDL, laktati, mokraćna kiselina,	glukoza
Produžen post	glicerol, slobodne masne kiseline, trigliceridi,	glukoza

#### 4.4. Pogreške u postupku vađenja krvi

Nadalje, kod venepunkcije izvor greške također može biti i nepravilan odabir mjesta uzimanja krvi (3). Navedena greška se osobito ovisi na bolesnike koji su hospitalizirani, kod kojih se uzorak venske krvi uzima iz postojećih venskih sistema i u takvoj situaciji postoji mogućnost da su u uzorku prisutne povećane koncentracije tvari koji se daju intravenozno, ali i prisutnost razrjeđenja uzorka što nastaje kao rezultat kontaminacije heparinom. Također, posebnu pozornost treba obratiti na bolesnike koji su neposredno prije pretrage bili na radiološkim pretragama zbog mogućeg utjecaja kontrastnih sredstava na neke laboratorijske rezultate.

Sljedeća pogreška se odnosi na nepravilan izbor veličine igle. Pravilan izbor igle za venepunkciju povezan je s veličinom izabrane vene, ali i količinom krvi koju je potrebno izvaditi. Kako se danas na tržištu nalazi veliki izbor igala za vađenje krvi koje svojim dizajnom i dodacima trebaju osigurati što jednostavniji i sigurniji postupak, sigurnost bolesnika i osoblja od mogućih neželjenih događaja kao i što bolju kvalitetu uzorka krvi (3), važan je odabir pravilnog volumena igle čije su veličine prikazane na Tablici 4.3 (7).

Tablica 4.3. Preporučene veličine igala za uzimanje uzoraka krvi različitih dobnih skupina (7)

Oznaka veličine igle (G)	Dužina igle		
	Odrasli	Djeca, stariji ljudi, male i krhke vene	Novorođenčad
16 - 18	Samo za donatore krvi		
19 - 20	-	-	-
21	2,54 - 3,81	-	-
22	2,54	2,54	-
23	2,54 - 3,81	0,75 (tzv. „Leptirić“)	0,75 (tzv. „Leptirić“)

Nadalje, nakon odabira mjesta gdje će se obaviti postupak vađenja krvi, moguća pogreška se može odnositi i na nepropisnu pripremu mjesta uboda (3). Prije samog postupka vađenja krvi, mjesto uboda pravilno se dezinficira alkoholom. Greška koja tada može nastati odnosi se na ubod tog mjesta prije nego što se alkohol osušio, ali i na diranje mjesta uboda prstima nakon što se područje dezinficiralo. Ukoliko se to dogodi treba ponoviti postupak dezinficiranja ili kod kontaminiranosti mjesta uboda, ponoviti postupak vađenja krvi.

Promjena položaja tijela tijekom vađenja krvi, kao što je iz ležećeg u uspravan, utječe na prerapodjelu vode i njenih sastavnih dijelova iz krvožilnog sustava u prostor intersticija čime dolazi do promjene koncentracije pojedinih sastojaka krvi. Također, pretjerano pritiskanje šake i tzv. „pumpanje“ radi boljeg uočavanja mjesta uboda može promijeniti koncentraciju pojedinih parametara (kalij i ionski kalcij).

Korištenje podveze tijekom vađenja krvi je korisno radi lakšeg uočavanja vena. No, i taj postupak može dovesti do pojave pogrešaka poput predugog držanja podveza što utječe na hipoksiju, hemokoncentraciju, ali i acidozu zbog čega se smatra kako je podvezu potrebno otpustiti nakon jedne minute, odnosno nakon punjenja prve od nekoliko epruveta koje se uzimaju u ponovljenom postupku. Ukoliko je iz nekog razloga potrebno ponovno vađenje krvi, vrijeme koje bi trebalo proći prije nego što se ponovno stavi podveza jest dvije minute.

Propisi proizvođača reagensa za svaki pojedini parametar uzimanja uzoraka krvi definiraju točno određenu vrstu uzorka i upravo su iz razloga kako bi pojednostavnili cijeli postupak, čepove označili različitim bojama obzirom na sadržanu vrstu aditiva. Pogreške koje mogu nastati tijekom vađenja krvi odnose se na pogrešan odabir ili pogrešan redoslijed punjenja epruveta što negativno utječe na rezultat pretrage zbog mogućeg prijenosa aditiva jedne epruvete u drugu. Dopršivši postupak vađenja krvi, potrebno je nekoliko puta lagano okrenuti epruvetu s uzorkom i odložiti ju u stalak u uspravnom položaju. Miješati ne bi trebalo pretjerano i snažno jer tada može doći do hemolize, već sukladno Tablici 4.4 koja prikazuje pravilan redoslijed punjenja epruveta i broj puta njihova miješanja (7).



Tablica 4.4. Preporučeni redoslijed epruveta tijekom postupka uzimanja uzorka krvi (7)

Redoslijed		Vrsta epruvete	Aditiv	Namjena	Broj invertnog miješanja	
WHO	HKMS				Becton Dickinson	Greiner
1	1	Bočica za hemokulturu (žuto – crna)	Bujonska podloga	Mikrobiologija	8 - 10	5 - 10
2	2	Bijela	-			
3	3	Koagulacijska (plava)	Na citrat	Koagulacija (do oznake)	3 - 4	4
4	2	Biokemijska (crvena)	Aktivator zgrušavanja	Biokemija, imunologija, serologija	5 (plastične) 0 (staklene)	5 - 10
4	2	Biokemijska (crveno – siva)	Gel za odjeljivanje	Biokemija, imunologija, serologija	5	5 - 10
5	4	Heparinska (tamno ili svijetlo zelena)	Na ili Li heparin / gel za odjeljivanje	Inaktivira trombin i tromboplastin / biokemija	8 - 10	5 - 10
6	5	EDTA (ljubičasta)	EDTA	Hematologija	8 - 10	8 - 10
7	6	Krv za HLA (svjetlo žuta)	ACD, ACDA ili ACDB3	HLA tipizacija, testiranje očinstva, DNA	8 - 10	5 - 10
8	6	Oksalat/fluorid (svjetlo siva)	Na fluorid i K oksalat	Glukoza, laktat (do oznake)	8 - 10	5 - 10

Preporučeni uzorak iznosi oko 10% više ili manje količine od oznake na epruveti koju je potrebno uzeti (3). Ukoliko količina uzorka odstupa od zadane oznake, najčešći uzrok tome jest pogrešan odabir volumena epruvete ili vene. Pri volumenu većem od 10% potrebnog uzorka u epruvetama sa antikoagulansom može doći do nepoželjnog zgrušavanja, a kod uzoraka koji zahtijevaju volumen do oznake, takav volumen uzorka nije prihvatljiv.

#### **4.5. Pogreške prilikom obrade uzorka**

Nakon postupka uzimanja krvi za pretrage i neposredno prije njihovog transporta u laboratorij, potrebno je pripremiti sve što je potrebno za transport, ali i provjeriti jesu li svi podaci naznačeni kako na epruvetama uzoraka, tako i na samoj uputnici (27).

Osim standardne provjere kompatibilnosti uzetog uzorka i epruvete, potrebno je i provjeriti jesu li na njoj upisani odgovarajući podaci. Traženi identifikacijski podaci o pacijentu razlikuju se ovisno o vrsti epruvete, no standardno je upisati ime i prezime, kao i pripadajući odjel ukoliko se radi o hospitaliziranom pacijentu.

Zajedno sa uzorcima pretraga, u laboratorij se dostavlja i uputnica sa sljedećim podacima:

- matični broj bolesnika, ime i prezime, spol, te dan i godina rođenja
- odjel i telefonski broj odjela, šifra liječnika i uputna dijagnoza (MKB šifra)
- vrijeme vađenja uzorka i prezime sestre koja je uzimala uzorak
- posebnosti poput visina i težina bolesnika ukoliko je riječ o pretrazi klirensa i podatak o terapiji i vrijeme zadnje doze (za koagulacijske i hematološke pretrage te za određivanje koncentracije lijekova).

Kao što je prikazano na Tablici 4.5 (28), potrebno je voditi računa i o vremenu dostave pojedinih uzoraka krvi u laboratorij jer preporučeno vrijeme od trenutka uzimanja uzorka do transporta nije jednako za sve vrste pretraga (27).

Tablica 4.5. Preporučeno vrijeme od uzimanja uzorka do transporta prema vrsti pretrage (28)

<b>Vrsta pretrage</b>	<b>Preporučeno vrijeme od uzimanja uzorka do transporta</b>
opće biokemijske pretrage	6 sati
glukoza (ukoliko je epruveta bez stabilizatora)	2 sata
uzorci za mjerenje plinova u krvi	30 minuta
likvor	30 minuta
sedimentacija eritrocita	2 sata
kompletna krvna slika	6 sati
krvni razmaz	6 sati
koagulacijske pretrage	1 sat

#### **4.6. Pogreške u pohrani i transportu uzorka**

Uzorci krvi osim što se smatraju infektivnim materijalom, također predstavljaju veoma osjetljiv uzorak pretrage kod transporta i pohrane jer se pri tome mogu javiti razne pogreške poput predugog vremena pohrane, ali i one fizičke zbog čega se potrebno educirati o vremenu pohrane pojedinih materijala i biti savjestan prilikom samog procesa transporta. Jednostavne smjernice za transport materijala nalažu kako se epruvete s uzorcima trebaju držati u uspravnom položaju (čep prema gore), u predviđenim transportnim kutijama, izbjegavajući prijenos uzoraka do laboratorija u ruci i obaviti transport u najkraćem mogućem roku.

Na temelju uzoraka koji se svakodnevno zaprimaju u laboratorij, u laboratorije su uvedeni kriteriji prihvatljivosti temeljeni na nacionalnim i međunarodnim normama i smjericama koje se striktno poštuju, poput pripreme bolesnika u skladu s propisanim pravilima (post, odgovarajuće vrijeme u danu, mjesecu i sl.), nužnih podataka na uputnici, vremena i načina uzimanja uzoraka, vrste epruvete obzirom na sadržaj aditiva, identifikacije bolesnika sa propisno označenim uzorkom, volumena uzorka kod analize sedimenta mokraće, odnosa uzorka i antikoagulansa, uvjeta dostave (temperatura) i kvalitete uzetog uzorka (prisutnost hemolize, ikterije i lipemije) (29).

#### **4.7. Hemoliza**

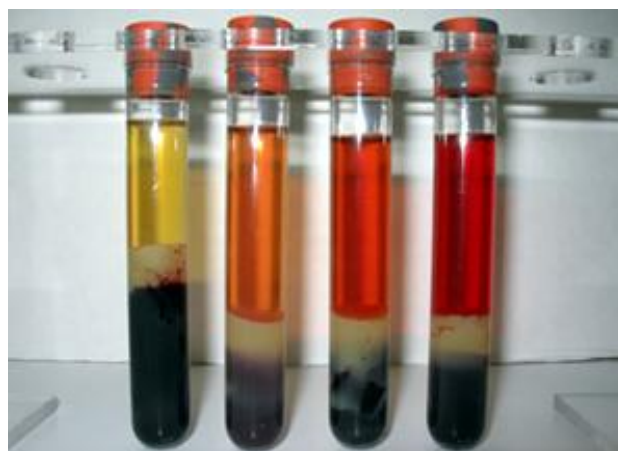
Od svih prijeanalitičkih pogrešaka koje susrećemo, hemoliza se smatra jednim od najvećih rizika koju mogu nastati tijekom vađenja krvi (30) i glavnim razlogom odbijanja uzorka od strane laboratorija (31). Gotovo 2/3 uzoraka koji nisu prihvaćeni u laboratorij su upravo hemolitični poput onih na Slici 4.7 (32), a prema nekim autorima učestalost hemolize procjenjuje se i na gotovo 10% svih uzoraka zaprimljenih u nekom laboratoriju (31). Postoji razni čimbenici koji mogu prethoditi nastanku hemolize, kao što su aspiracija uzorka, snažno miješanje epruvete, pneumatski način transporta cijevima i visoka brzina centrifugiranja u laboratoriju i neadekvatna temperatura okoliša (30).

Nastanak se povezuje s raspadanjem crvenih krvnih stanica čime se u okolnu plazmu oslobađaju razni unutarstanični elementi kao što su proteini, elektroliti i enzimi (30, 31). Hemoliza je posebno vidljiva u trenutku kada koncentracija slobodnog hemoglobina u serumu ili plazmi dostigne vrijednost od oko 0,5 g/L (31), a najuočljivija razlika između hemolitičnog i nehemolitičnog uzroka jest upravo u boji iz razloga što slobodni hemoglobin mijenja boju seruma ili plazme od žute do svijetlo crvene (30).

Postoje dva tipa hemolize - hemoliza *in vitro* i hemoliza *in vivo* (31). Hemoliza *in vitro* je učestalija, uzrokovana oštećenjem membrane eritrocita tijekom ili nakon postupka uzimanja krvi, a kao uzrok prethodi niz čimbenika poput povećane sile protiska krvi iglom prilikom vađenja krvi, upotreba tankih igala, uzimanje uzoraka iz intravenskih katetera štrcaljkom, presnažno miješanje epruvete, produženo vrijeme pohrane uzorka, neadekvatni temperaturni

uvjeti dostave krvi – hladnoća, utjecaj alkohola i dezinficijensa, neadekvatno centrifugiranje, loša kvaliteta žila – stariji ili onkološki bolesnici, mala djeca i dr. Također, jedan od uzroka hemolize jest i hiperlipidemija, odnosno hiperlipoproteinemija koja dovodi do fragilnosti eritrocita. Hemoliza *in vivo* jest biološki čimbenik koji obuhvaća nasljedna stanja poput hemolitičke anemije i stečena hemolizna stanja u koje se ubrajaju imunološki faktori, toksini, opekotine, infekcije i slično (31, 33). Najučestaliji učinak na laboratorijske nalaze hemoliza ima unutar referentnog intervala ili pri vrijednostima na gornjoj granici intervala, dok je učinak niži kod izrazito patoloških vrijednosti. Kalij, magnezij, laktat – dehidrogenaza, kolesterol, kreatinin – kinaza, trigliceridi, bilirubin i ukupni proteini su samo neki od primjera čija se koncentracija ne može odrediti ukoliko je njihov uzorak hemoliziran (34). Sukladno tome, interferencije koje se javljaju uslijed djelovanja hemolize imaju određeni učinak na sljedeće elemente pretraga (33, 35):

- aspartat – aminotransferaza: povećanje katalitičke koncentracije
- bilirubin: lažno niske koncentracije
- kreatinin – kinaza: lažno povećane katalitičke koncentracije
- ukupni proteini: povećanja koncentracije za 7%
- urati: niže serumske vrijednosti
- kalij: koncentracije povišene u eritrocitima
- anorganski fosfati: povećanja koncentracije za 7%
- laktat – dehidrogenaza: prikrivanje patoloških vrijednosti
- gama – glutamiltransferaza: u graničnom području značajno odstupanje
- elektroforeza serumskih proteina: promjene u elektroforetskoj slici i interpretaciji



Slika 4.7. Hemolitični uzorci (35)

## 4.8. Lipemija

Zamućenje seruma ili plazme uzrokovano povišenom koncentracijom lipoproteina naziva se lipemija, a najveći doprinos nastanku ovog stanja imaju povišene koncentracije hilomikrona i lipoproteina vrlo male gustoće kod patofizioloških stanja poput pankreatitisa, alkoholizma, zatajenja bubrega, hipotireodizma i ostalih nasljednih pogrešaka metabolizma lipoproteina, kao i uzimanje nekih lijekova. Kako navedene čestice u svojem sastavu sadrže velik udio triglicerida, lipemični se uzorci često odlikuju i hipertrigliceridemijom (36).

Najvećim uzrokom pojave lipemija smatra se neadekvatno uzimanje uzoraka pri čemu se misli na nedovoljno vrijeme od konzumiranja hrane i pića do uzimanja uzorka krvi, ali riječ također može biti i o uzimanju uzoraka nakon parenteralne prehrane koja u svom sastavu ima emulzije bogate lipidima. Velika se većina lipemičnih uzoraka u laboratoriju može izbjeći upravo pravilnom pripremom bolesnika za proces vađenja krvi. Kod postupka pretrage u pravilu bi se trebalo obavljati pridržavati se sljedećih smjernica: 48 sati prije uzimanja uzorka krvi izbjegavati intenzivnu tjelesnu aktivnost, 24 sata prije ne uzimati premasne obroke hrane, te poslije 19 sati dana uoči pretrage ne uzimati hranu, ne piti alkohol, ne piti kavu te ne pušiti.

U većini slučajeva osoblje se laboratorija oslanja na vizualni pregled uzorka pri procjeni stupnja lipemije poput onog na Slici 4.8 (37). Kod seruma i plazme lipemija se golim okom detektira kod koncentracije triglicerida većim od 3,4 mmol/L.



Slika 4.8. Lipemični uzorci (37)

## 4.9. Hematom

Hematom predstavlja natečeno lokalizirano područje na površini kože nastalo uslijed nakupljanja krvi (38, 39, 40). Kao razlog nastanka obično se navode različiti oblici tupih trauma koji mogu nastati tijekom obavljanja aktivnosti svakodnevnog života, bavljenja sportom, ali i tijekom uzimanja uzorka krvi za laboratorijske pretrage.

Podljev krvi se u većini slučajeva apsorbira u tijelu čovjeka kroz nekoliko dana, tijekom kojih krv na površini mijenja svoj izgled tako da je u početku crne ili tamnoplave boje, potom žuto – zelene, a nakon nekoliko dana / tjedana potpuno nestane (39, 40).

Ukoliko je riječ o zahvaćenosti veće površine tijela, preporuka je svakako posjet zdravstvenoj ustanovi iz razloga što u navedenoj situaciji dolazi do pritiska krvnih žila, što može uzrokovati opstrukciju krvnog protoka, naročito ukoliko je prisutno prsnuće i krvarenje iz većeg broja krvnih žila ili veće krvne žile u čovjekovom tijelu (40).

Podaci službenog glasila Hrvatskog zavoda za transfuzijsku medicinu o broju i učestalosti komplikacija koje se događaju tijekom uzimanja krvi dobrovoljnih davaoca u Hrvatskoj tijekom 2014. godine, govore kako se na prvom mjestu lokalnih komplikacija koje nastaju nalaze upravo hematomi što je vidljivo i na Tablici 4.6 (41).

Tablica 4.6. Učestalost pojedinih komplikacije tijekom dobrovoljnog davanja krvi (41)

Broj davanja krvi	183716	
Broj reakcija		/1000
Ukupno	2316	12,6
Hematom	809	4,4
Arterijska punkcija	3	0,02
Odgodeno krvarenje	2	0,01
Podražaj živca	1	0,005
Bolnost ruke	3	0,02
Trenutne vazovagalne reakcije	1208	6,61
Odgodene vazovagalne reakcije	225	1,22
Reakcija na citrat	65	0,4

Tijekom postupka uzimanja uzorka krvi ova se komplikacija može dogoditi u svakom trenutku i svakom zdravstvenom radniku koji postupak provodi, zbog čega je veoma važno kako zdravstveno osoblje raspolaže sa dovoljno znanja o tome što učiniti sljedeće (42). Prsnuće krvne žile može se dogoditi tijekom samog postupka uzimanja uzorka što kod osobe nad kojom se provodi ovaj postupak izaziva subjektivan osjećaj nelagode i boli, snažnijeg intenziteta nego u usporedbi s onim bez nastanka hematoma kao komplikacije. Pri uočavanju podljeva, potrebno je ukloniti iglu i učiniti kompresiju tog mjesta nekoliko minuta, a potom provjeriti mjesto i ukoliko se podljev prestao stvarati, staviti zavoj ili gazu s trakom uz objašnjenje pacijentu kako je važno da obloga ostane na mjestu barem tridesetak minuta.

Također, stvaranje hematoma može biti prisutno i punkcijom arterije. Ukoliko se tijekom uzimanje uzorka venske krvi primijeti kako krv pulsira u sustavu za sakupljanje ili se epruveta za prikupljanje brzo napuni i još k tome, krv je svijetle crvene boje, probijena je arterija. Ukoliko nije prisutno formiranje hematoma, može se nastaviti s prikupljanjem uz obaveznu kompresiju područja gdje se uzimanje uzorka odvalo nakon nekoliko minuta. Prije postavljanja gaze ili zavoja poželjno je provjeriti je li prestalo krvarenje iz arterije i obavijestiti pacijenta kako na tom području treba nositi nešto čime će postići kompresiju i kako je poželjno izbjegavati podizanje težih stvari tom rukom.

Ukoliko je tijekom uzimanja uzorka krvi za laboratorijske pretrage ili tijekom neke druge aktivnosti došlo do nastanka hematoma, pacijenta je potrebno educirati o postupcima kojih bi se trebao pridržavati, a oni su ukratko opisani u sljedećim smjernicama (38, 39, 40).

#### *1) Izbjegavanje podizanja teških predmeta i imobilizacija*

Edukacija o izbjegavanju podizanja težih stvari rukom gdje je prisutan hematom je važna iz razloga što mišićina aktivnost i pokreti mogu dovesti do iritacije i povećanja pritiska na meka tkiva što posljedično može dovesti do upalnog odgovora. Iz tog se razloga preporuča odmor dijela tijela s hematomom prvih 24 do 48 sati. Imobilizacija se smatra korisnom iz razloga što pomaže u procesu cijeljenja kao i sprječavanja daljnjih komplikacija.

#### *2) Primjena kompresivnog zavoja*

Kada je riječ o primjeni kompresije nad područjem gdje se nalazi hematom tijekom oporavka važno je pacijenta educirati o primjeni dviju vrsta kompresija tijekom različitog vremena. Prva vrsta kompresija se odnosi na primjenu hladnog kompresivnog zavoja tijekom prvih 24 do 48 sati. Upotreba hladne kompresije ili leda umotanog u ručnik pomaže iz razloga što



niska temperatura usporava krvni optok uslijed nastale vazokonstrukcije – sužavanja krvnih žila, ograničava daljnje naticanje i nakupljanje krvi ispod površine kože, te usporava metabolizam lokalnog tkiva kako bi se spriječio nastanak hipoksije. Primjena ovih kompresija može se ponoviti nekoliko puta na dan u trajanju od 15 minuta. Druga opcija kompresivnih zavoja odnosi se na tople koje je potrebno primijeniti isključivo nakon prvih 24 do 48 sati jer u suprotnom imaju negativan učinak. Za razliku od hladnih, tople kompresije su značajnije u stanju oporavka zbog učinka vazodilatacije – širenja krvnih žila što poboljšava cirkulaciju krvi, dostavljanje nutrijenata potrebnih za oporavak i uklanjanje upalnih stanica s otpadnim tvarima iz područja ozljede. Također, osjećaj topline pridonosi smanjenju osjećaja boli koji pobuđuje ozljeda. U aktivnosti koje pridonose vazodilataciji krvnih žila i posljedičnom oporavku ubrajaju se masiranje ozlijeđenog područja, topla kupka i izotonične vrste vježbi.

### *3) Povišen položaj ekstremiteta*

Podizanje ekstremiteta gdje je prisutan hematoma može se učiniti upotrebom jastuka, ručnika ili deke, a posebno je poželjno jer upravo položaj iznad razine srca dovodi do sporijeg protoka krvi što smanjuje širenje hematoma, smanjuje lokalni kapilarni tlak, upalu i pritisak tkiva, pripomaže u drenaži limfe, uklanjanju eksudata krvi, ali i u smanjenju boli.

### *4) Modifikacija prehrane*

Određen utjecaj prilikom oporavka hematoma ima i prehrana zbog čega je važno konzumirati više proteina nego inače jer ih tijelo najbrže proradi od svih ostalih namirnica, a imaju i pozitivnu ulogu u cijeljenju. Proteine je moguće pronaći u mesu tune, lososa, iverka, sardine, divljači, purećim i pilećim prsima, svinjskim rebarcima, jajima, soji i slično. Vitamin B12 je važan jer njegov manjak može uzrokovati pernicioznu anemiju i sporo cijeljenje rana zbog čega je potreban veći unos namirnica koje ga sadržavaju, a to su razne vrste mesa, školjke, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi, žitarice i slično. Zatim, vitamin K čiji manjak može dovesti do neadekvatne apsorpcije masti i antibiotika, poremećaja koagulacije krvi i hemoragijskih bolesti, zbog čega je potreban veći unos namirnica koje ga sadržavaju, a to su zeleni čaj, zeleno lisnato povrće, brokula, cvjetača, sojino ulje, mekinje, te mlijeko i mliječni proizvodi. Još jedan važan vitamin jest vitamin C koji pomaže u stvaranju novih dijelova tkiva ili popravku oštećenih, posebno kada se radi o tkivu krvnih žila, a sadržavaju ga papaja, jagoda, ananas, naranče, brokula, cvjetača i paprika. Važna je konzumacija barem dvije litre vode dnevno jer što je veća konzumacija to toksini brže napuštaju organizam. Također, novije smjernice govore o pozitivnom protuupalnom učinku začina kurkume.

## 5. RASPRAVA

Uzimanje uzoraka za laboratorijske pretrage smatra se veoma korisnim postupkom zbog mogućnosti utvrđivanja određenih bolesti prije nego što se fizički manifestiraju kao i vrijednosti pojedinih analita ljudskog tijela koja upravo na ovaj način postaju vidljivima. Nije svaki postupak punkcije krvne žile jednostavan zbog mogućnosti pojave raznih pogrešaka koje mogu ostaviti posljedice na rezultat pretrage. Takve vrste pogrešaka, raspoređene prema fazama postupka gdje se susreću, opisane su u ovom radu i s navedenim se problemom tijekom punkcije krvne žile, susreću se razni djelatnici. Ulogu u uzimanju ovog uzorka imaju laboratorijski tehničari, medicinske sestre / tehničari i prvostupnici sestrinstva. Dok laboratorijski tehničari svakodnevno uzimaju uzorke krvi i ostalih analita za različite analize unutar laboratorija u kojem su pritom zaposleni, medicinske sestre / tehničari kao i prvostupnici uzimaju uzorke krvi u raznim uvjetima, od ambulanata opće medicine i pojedinih odjela, do bolesničkih soba i terenskog rada patronažnih sestara. Također, poslovi medicinske sestre / tehničari kao i prvostupnika osim postupka uzimanja uzoraka krvi, usmjereni su na niz aktivnosti vezanih za bolesnike od kojih je jedna od najvažnijih upravo edukacija. Buduća prvostupnica ili prvostupnik sestrinstva treba posjedovati široka znanja kako bi se prevenirala mogućnost pojave određenih pogrešaka prilikom punkcije krvne žile, ali i provela edukacija medicinskog kadra i ispitanika koji sudjeluju u procesu uzimanja uzorka. U ovom su radu prikazane brojne smjernice za sprečavanje ili postupanje sa neželjenim posljedicama prije i nakon punkcije krvne žile, kao i važnost savjesnog i odgovornog djelovanja prilikom postupka. Ispitanici, naročito oni hospitalizirani, tijekom svog se liječenja susreću s raznim neugodnim i manje neugodnim doživljajima zbog čega je od velike važnosti prevencija pogrešaka koji mogu nastati kako ne bi došlo do ponavljanja postupka ili boli jačeg intenziteta nego inače. Naravno, od velike je važnost prije samog početka pretrage i pružanje psihološke potpore pacijentu što, također, ima svoj pozitivan učinak na cjelokupni proces. Zajednička suradnja medicinskih sestara/tehničara i pacijenata ponekad je od velike važnosti zbog uspješnosti prevencije pogrešaka koje mogu nehotice nastati.

## 6. ZAKLJUČAK

Postupak uzimanja uzorka krvi nije jednostavan onima koji nemaju iskustva u obavljaju tog posla kao što imaju zdravstveni djelatnici jer se u svakom koraku tijekom ovog postupka, mogu susresti pogreške koje se odražavaju na konačne rezultate pretraga tako da promijene nalaz, učine ga krajnje neupotrebljivim i posljedično, mogu dovesti do pogrešnih spoznaja i pogrešno postavljenih dijagnoza.

Kod samog postupka važna je uloga medicinske sestre / tehničara koji trebaju provesti potrebne postupke za sprečavanje ili minimiziranje pogrešaka u fazama prije, za vrijeme i nakon uzimanja uzorka neovisno o kojoj se vrsti krvi radilo. Pogreške koje mogu nastati *prije uzimanja uzorka* se u većini slučajeva odnose na nepravilnu identifikaciju bolesnika, neodgovarajuće mjesto uzimanja pretrage, položaj ruke iz koje se obavlja uzimanje krvi i kontaminaciju uzorka kontrastnim sredstvima ili intravenoznim otopinama, *za vrijeme uzimanja uzorka* su to najčešće produženo držanje podveze, uzimanje uzoraka u neodgovarajuću vrstu epruvete s obzirom na aditive, nepravilan redoslijed u slučaju višekratnog uzimanja krvi u epruvete, nepravilno ili nedovoljno miješanje epruvete, nedovoljna količina krvi u epruveti nakon uzimanja, te *poslije uzimanja uzorka* produljeno vrijeme od uzimanja uzorka do njegove dostave u laboratorij, gubitak uputnice ili pogrešno ispunjeni podaci na epruveti i uputnici, razbijanje ili prolijevanje sadržaja epruvete.

Univerzalni postupci za minimiziranje opisanih pogrešaka su odgovarajuća psihološka i fizička priprema bolesnika, priprema pribora i prostorije gdje se obavlja uzimanje uzorka, provođenje zahvata, zbrinjavanje bolesnika, uklanjanje i pospremanje korištenog pribora, te transport uzorka i zahtjevnice u laboratorij, prema utvrđenim normama i dobrom iskustvu.

## 7. LITERATURA

1. Hrvatski Sabor. Zakon o medicinsko - biokemijskoj djelatnosti, pročišćeni tekst zakona - NN 121/03, 117/08 [Online]. 2003. Dostupno na adresi: <http://www.zakon.hr/z/408/Zakon-o-medicinsko-biokemiskoj-djelatnosti> (29.03.2017.)
2. Čepelak I, Božidar Štraus B. Pretrage uz bolesnika. U: Čvorišćec D, Čepelak I, ur. Štrausova medicinska biokemija. Zagreb: Medicinska naklada; 2009.
3. Honović L. Zašto nam je važno i kako provoditi kvalitetnu prijeanalitičku fazu laboratorijske dijagnostike? Glasnik pulske bolnice. 2013;9(Supl 1):21-5.
4. Čvorišćec D. Laboratorijska dijagnostika hitnih stanja - pretrage uz bolesnika. U: Sertić J, ur. Klinička kemija i molekularna dijagnostika. Zagreb: Medicinska naklada; 2008. str. 6-18.
5. Synlab predanalitika – izvadci iz akademske dokumentacije. Synlab laboratorijska dijagnostika [Elektronička brošura]. Zagreb: Synlab; 2014. Dostupno na adresi: <http://www.synlab.hr/wp-content/uploads/2014/10/Predanalitika.pdf> (19.03.2017.)
6. Prlić N. Zdravstvena njega za učenike srednjih medicinskih škola. Zagreb: Školska knjiga; 2009. str. 209-305.
7. Leniček Krleža J. Potencijalni izvori pogrešaka prilikom vađenja krvi. U: Šimundić A, ur. Predanalitička faza laboratorijskog rada. Zagreb: Medicinska naklada; 2012. str. 7-20.
8. Ministarstvo zdravlja i socijalne skrbi. Pravilnik o načinu obavljanja medicinsko-biokemijske djelatnosti uz bolesnika [Online]. NN 34/2005. Zagreb: Narodne Novine; 2005. Dostupno na adresi: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_03\\_34\\_692.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_03_34_692.html) (29.03.2017.)
9. Web MD. Human Anatomy: Blood - Cells, Plasma, Circulation, and More [Online]. 2014. Dostupno na adresi: <http://www.webmd.com/heart/anatomy-picture-of-blood> (29.03.2017.)
10. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Hrvatska enciklopedija. Krv [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=34302> (29.03.2017.)
11. Hrvatski zavod za transfuzijsku medicinu. O krvi [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.hztm.hr/hr/content/2/darivanje-krvi/15/o-krvi/#1> (29.03.2017.)

12. America's Blood Centers. What is Blood? [Online]. 2012. Dostupno na adresi: <http://www.americasblood.org/about-blood/what-is-blood.aspx> (29.03.2017.)
13. Crveni Križ Split. DDK – dobrovoljni davatelji krvi [Online]. 2015. Dostupno na adresi: <http://www.crvenikriz-split.com/ddk/> (08.04.2017.)
14. Fuček M, Rako I. U: Sertić J, ur. Katalog dijagnostičkih laboratorijski pretraga s primjerima iz kliničke prakse. Zagreb: Medicinska naklada; 2011. str. 3-19.
15. Štraus B, Dodig S. Voda i elektroliti. U: Čvorišćec D, Čepelak I, ur. Štrausova medicinska biokemija. Zagreb: Medicinska naklada; 2009. str. 55-82.
16. Štraus B, Petrik J. Lipidi i lipoproteini. U: Čvorišćec D, Čepelak I, ur. Štrausova medicinska biokemija. Zagreb: Medicinska naklada; 2009. str. 124-161.
17. Wiwanitkit V. Types and frequency of preanalytical mistakes in the first Thai ISO 9002:1994 certified clinical laboratory, a 6 – month monitoring. BMC Clinical Pathology 2001;1:5 (5 str.).
18. Stanišić A. Venska krv, krvni serum i plazma [Online]. 2014. Dostupno na adresi: <https://analizakrvi.wordpress.com/2014/05/26/venska-krv-krvni-serum-i-plazma/> (29.03.2017.)
19. Lock R. Uzorci pune krvi – priručnik: predanalitičke greške, funkcije arterije, arterijske linije. Sarajevo: New Technology d.o.o.; 2004.
20. Status gasova u krvi – priručnik. Sarajevo: Technology – Radiometer; 1998.
21. WikiHow. How to Draw Blood [Online]. 2014. Dostupno na adresi: <http://www.wikihow.com/Draw-Blood> (29.03.2017.)
22. WikiHow. How to Draw Blood from Those Hard to Hit Veins [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.wikihow.com/Draw-Blood-from-Those-Hard-to-Hit-Veins> (29.03.2017.)
23. Šepec S. i sur. Standardizirni postupci u zdravstvenoj njezi [Web - izdanje]. Zagreb: Hrvatska komora medicinskih sestara – HKMS; 2010. Dostupno na adresi: [http://www.hkms.hr/data/1316431523\\_388\\_mala\\_stand.postupci-kompletno.pdf](http://www.hkms.hr/data/1316431523_388_mala_stand.postupci-kompletno.pdf) (29.03.2017.)

24. WikiHow. How to Draw an Arterial Blood Gas [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.wikihow.com/Draw-an-Arterial-Blood-Gas> ( 29.03.2017.)
25. Opća županijska bolnica Vukovar. Upute korisnicima [Online]. 2016. Dostupno na adresi: [http://www.ob-vukovar.hr/lab\\_uputezakorisnike.html](http://www.ob-vukovar.hr/lab_uputezakorisnike.html) (29.03.2017.)
26. Thumbay Labs. 18. Sample Collection for Newborn Screening Using Blood Spot Card [Online]. 2016. Dostupno na adresi <http://www.thumbaylabs.com/guidelines.aspx> (29.03.2017.)
27. wiseGEEK. What is a Capillary Tube? [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.wisegeek.org/what-is-a-capillary-tube.htm#didyouknowout> (29.03.2017.)
28. KBC Sestre milosrdnice - Klinički zavod za kemiju. Upute za pravilno prikupljanje primarnih uzoraka [Online]. 2012. Dostupno na adresi: [http://klinkemija.kbcsm.hr/dokumenti/InformacijeZdrOsoblju\\_v2/KZZK-5.4-000-1\\_3.pdf](http://klinkemija.kbcsm.hr/dokumenti/InformacijeZdrOsoblju_v2/KZZK-5.4-000-1_3.pdf) (29.03.2017.)
29. Šimundić AM. Upravljanje kvalitetom predanalitičke faze laboratorijskog rada. U: Šimundić A, ur. Predanalitička faza laboratorijskog rada. Zagreb: Medicinska naklada; 2012. str. 1-5.
30. Yin P, Lehmann R, Xu G. Effects of pre-analytical processes on blood samples used in metabolomics studies. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 2015;407(Supl 17):4879-92.
31. Šimundić AM. Hemoliza. U: Šimundić A, ur. Predanalitička faza laboratorijskog rada. Zagreb: Medicinska naklada; 2012. str. 45-50.
32. Capital Health. Hemolysis [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.cdha.nshealth.ca/pathology-laboratory-medicine/clinical-chemistry/hemolysis> (29.03.2017.)
33. Čolak E. Značaj hemolize in vivo i in vitro za validnost kliničkih rezultata [Online]. Beograd: Centar za medicinsku biohemiju; 2015. Dostupno na adresi: [http://www.dmbj.org.rs/radovi\\_novi\\_sad/8\\_I\\_9\\_Hemoliza\\_in\\_vivo\\_i\\_in\\_vitro\\_E\\_Colak.pdf](http://www.dmbj.org.rs/radovi_novi_sad/8_I_9_Hemoliza_in_vivo_i_in_vitro_E_Colak.pdf) (29.03.2017.)
34. Delić I. Vađenje krvi u liječničkoj ordinaciji: Predanalitička faza. U: Rumboldt M, Petric D, ur. Zbornik XIX. kongres obiteljske medicine: Upalne i degenerativne bolesti

lokomotornog sustava - dijagnostika u primarnoj zdravstvenoj zaštiti. Dubrovnik: Hrvatska udružba obiteljske medicine, 2012. str. 286-8.

35. Ashavaid T. F, Dandekar S. P, Kenny B, Bhambhwani V. B. Influence of blood specimen collection method on various preanalytical sample quality indicators. *Indian Journal of Clinical Biochemistry* 2008;23(Supl 2):144-9.

36. Nikolac N. Lipemija. U: Šimundić A, ur. Predanalitička faza laboratorijskog rada. Zagreb: Medicinska naklada; 2012. str. 35-44.

37. Capital Health. Lipemia [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.cdha.nshealth.ca/pathology-laboratory-medicine/clinical-chemistry/lipemia> (29.03.2017.)

38. UK HealthCare. Post Blood Collection Hematoma Care Instructions [Online]. 2017. Dostupno na adresi: <https://ukhealthcare.uky.edu/uploadedFiles/services-treatments/adult-services-a-z/Laboratory/hematoma-care-instructions.pdf> (27.05.2017.)

39. UW Medicine. After Your Blood Draw - Hematoma care instructions [Online]. 2013. Dostupno na adresi: [https://healthonline.washington.edu/document/health\\_online/pdf/After-Your-Blood-Draw.pdf](https://healthonline.washington.edu/document/health_online/pdf/After-Your-Blood-Draw.pdf) (27.05.2017.)

40. WikiHow. How to Heal a Hematoma at Home [Online]. 2016. Dostupno na adresi: <http://www.wikihow.com/Heal-a-Hematoma-at-Home> (27.05.2017.)

41. Štimac R, Šarlija D, Vuk T, Mihaljević I, Balija M, Jukić I. Izvješće o Sustavnom nadzoru transfuzijskog liječenja – hemovigilancija u Hrvatskoj u 2014. g. *Transfuziološki vjesnik [Elektronički časopis]*. 2015;55. Dostupno na adresi: <http://www.hztl.hr/glasilo/55/izvjesce-o-sustavnom-nadzoru.html> (11.06.2017.)

42. Corson K. Blood Collection Adverse Reactions and Patient Blood Volumes [Online]. 2011. Dostupno na: [http://www.frhg.org/documents/Lab\\_Manuals/Blood-Collection-Adverse-Reactions-and-Patient-Blood-Volumes.pdf](http://www.frhg.org/documents/Lab_Manuals/Blood-Collection-Adverse-Reactions-and-Patient-Blood-Volumes.pdf) (27.05.2017.)

## 8. OZNAKE I KRATICE

U tekstu ovog preglednog rada korištene su sljedeće kratice:

$\beta$ -HCG - humani korionski gonadotropin

ABS - plinovi u krvi

ACA - antitijela protiv centromere

aCL-IgG - antitijela protiv kardiolipina – IgG

aCL-IgM - antitijela protiv kardiolipina - IgM

ACD - antikoagulans citratne otopine

ACDA/ACDB - antikoagulans citratne otopine dekstroze

ACTH - adrenokortikotropni hormon

AFP - alfa-fetoprotein

AGA - antiglijadinska antitijela

ALP - alkalna fosfataza

ALT - alanin-aminotransferaza

AMS - alfa-amilaza

ANA - antinuklearna antitijela

ANF - antinuklearni faktor

anti CCP - antitijela na ciklički citrulinski peptid

anti-dsDNA - antitijela protiv jednolančane i dvolančane DNA

anti-HAV - protutijela na hepatitisa A

anti-HbS - protutijela na HBsAg

anti-HCV – protutijela na hepatitis C

anti-HIV 1+2+0 – protutijela na HIV

anti-Scl70 - antitijela protiv DNA-topoizomeraze 1

anti-U1RNP - antitijela u cerebrospinalnoj tekućini

APTV - aktivirano parcijalno tromboplastinsko vrijeme



ASO - antistreptolizinski titar  
AST – aspartat-aminotransferaza  
ASTA - antistafilolizinski titar  
BE - suvišak baze  
BNP - moždani natriuretski peptid  
c-ANCA - antitijela na proteinazu 3  
C1-inhibitor - inhibitor C1-esteraze  
CA 125 – karcinomski antigen 125  
CA 15-3 - karcinomski antigen 15-3  
CA 19-9 - karcinomski antigen 19-9  
CA 72-4 – karcinomski antigen 72-4  
CEA - karcinoembrijski antigen  
CH - kolinesteraza  
CH100 - ukupna hemolitička aktivnost komplementa  
CIC - cirkulirajući imunokompleks  
CK - kreatin-kinaza  
CYFRA 21-1 - citokeratinski fragment 21-1  
CRP - C-reaktivni protein  
DHEA-S - dehidroepiandrosteron-sulfat  
DNA - deoksiribonukleinska kiselina  
EDTA - etilendiamintetraoctena kiselina  
EMA - endomizijska antitijela  
F/T-PSA - omjer slobodnog i ukupnog prostata specifični antigena  
FII 20210 – protrombin II-PCR  
FPSA - slobodni prostata specifični antigen  
FT3 - slobodni trijodtironin  
FT4 - slobodni tiroksin

FV - Leiden-faktor V

GGT - gama-glutamyltransferaza

HbA1C - glikolizirani hemoglobin

HbSAg - hepatitis B površinski antigen

HDL - lipoproteini visoke gustoće

HFR - udio retikulocita sa visokom fluorescencijom

Hs-CRP – visoko osjetljivi C-reaktivni protein

i dr. – i drugo

i sl. - i slično

Ig (A) - imunoglobulini A klase

Ig (G) - imunoglobulini G klase

Ig (M) - imunoglobulini M klase

Ig/L - kappa - ukupni laki lanci imunoglobulina - kapa tipa

Ig/L - lambda - ukupni laki lanci imunoglobulina - tipa lambda

IRF - indeks zrelosti retikulocita

itd. - i tako dalje

JIL - jedinica intenzivnog liječenja

LFR - udio retikulocita sa niskom fluorescencijom

LD - laktat-dehidrogenaza

LDL - lipoproteini niske gustoće

LPS - lipaza

MCH - hemoglobina u eritrocitu

MCHC - prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima

MCV - prosječni volumen eritrocita

MFR - udio retikulocita sa srednjom fluorescencijom

ml - mililitar

MPO - antitijela na mijeloperoksidazu

MPV - prosječni volumen trombocita

NSE - neuron specifična enolaza

npr. - na primjer

OGTT - oralni glukoza tolerans test

qm - mikrometar

pH - mjera kiselosti / lužnatosti

$pO_2$  - parcijalni tlak kisika

$pCO_2$  - parcijalni tlak ugljičnog dioksida

PSA - prostata specifični antigen

PTH - parathormon

PV - protrombinsko vrijeme

PV-INR - protrombinsko vrijeme pacijenata na antikoagulantnoj terapiji

RDW - raspodjela eritrocita po volumenu

RF - reumatoidni faktor

SHBG - hormon koji veže spolne hormone

T3 - ukupni trijodtironin

T4 - ukupni tiroksin

Tg - antitijela protiv tiroglobulina

TG - globulin koji veže tiroksin

TIBC - ukupni kapacitet vezanja željeza

tj. - to jest

TPO - antitijela protiv tiroidne peroksidaze

TSH - tireotropni hormon

TTG - antitijela na tkivnu transglutaminazu

UIBC - nezasićeni kapacitet vezanja željeza

## 9. SAŽETAK

Naslov: Minimiziranje pogrešaka prilikom uzimanja uzorka krvi

Sažetak: Jednu od osnovnih metoda utvrđivanja bolesti čine upravo laboratorijske pretrage, a kao najučestaliji se uzorak javlja krv. Krv je po svojem sastavu tekućina mnogobrojnih funkcija koja neprekidno cirkulira ljudskim tijelom, nastaje u koštanoj srži, a uključuje plazmu, krvna tjelešca i razne ostale analite čija se koncentracija mjeri upravo postupkom uzimanja uzorka krvi. Uzorci krvi se razlikuju, kao i postupci kod punkcije krvne žile arterije, vene i kapilare. Uloga medicinske sestre / tehničara prije provođenja pretrage jest priprema ispitanika u fizičkom i psihološkom smislu, priprema prostorije i potrebnog pribora, kao i provjera zahtjevnice u svrhu identifikacije i provjere o kojoj je vrsti pretrage riječ jer svaka pretraga zahtjeva izbor pripadajuće epruvete određene boje čepa i prisutnog aditiva. Na postupak punkcije krvne žile mogu utjecati određeni čimbenici čineći rezultat pretrage nevažecim, a upravo je tad važna uloga medicinske sestre / tehničara. Neovisno pojavljuje li se čimbenik tijekom prijeanalitičke, analitičke i poslijeanalitičke faze postupka ili njegov karakter odgovara biološkoj ili metodološkoj prirodi, važno ih je poznavati u svrhu prevencije. Svaki korak, od početka postupka pripreme pacijenta za uzimanje uzorka do pohrane i transporta istog u laboratorij, kao i pojava hemolize i lipemije uzorka, nosi sa sobom određenu mogućnost pogreške koja može utjecati na nalaz koji medicinska sestra / tehničar prvostupništva sestrinstva mora poznavati prilikom provedbe ovog postupka. Kako bi se minimizirale navedene pogreške veoma je važno biti pažljiv i savjestan prilikom uzimanja uzorka u skladu sa određenim pravilima i standardima struke neovisno o iskustvu.

Ključne riječi: laboratorijske pretrage, krv, medicinska sestra, postupak vađenja krvi, pogreške tijekom vađenja krvi

## 10. SUMMARY

Title: Minimizing errors in drawing blood

Summary: One of the basic methods of determining the disease are lab tests, and as the most common sample blood occurs. Blood is the liquid of its many functions which continuously circulates the human body, originating in marrowbone and includes plasma, blood cells and various other analytes whose concentration is measured precisely by the process of taking a blood sample. Blood samples are different, as well as procedures for puncture blood vessels arteries, veins and capillaries. The role of nurses/technicians before the implementation search is to prepare participant in physical and psychological sense, prepare the room and necessary equipment, and check requisitions for identification and verification of what kind of search it is, because every search requires the selection of the corresponding test tube with a certain coloured cap and present additives. The procedure of puncturing the blood vessels can be affected by certain factors, making the results of a search invalid, and it is then when the role of the nurse/technician is important. Regardless of appearance of the factor during pre-analytical, analytical and post-analytical phases of the procedure or if its character fits biological or methodological nature, it is important to know them for the purpose of prevention. Each step, from the beginning of the process of preparing the patient for taking a sample to the storage and transport of the same in the laboratory, as well as the occurrence of hemolysis and lipemia of the sample, carries with it a certain possibility of error that can affect the finding that the nurse/technician graduate must know when implementing this procedure. In order to minimize the errors above, it's very important to be careful and precise during taking samples in accordance with certain rules and professional standards regardless of experience.

Keywords: laboratory tests, blood, nurse, process of extracting blood, mistakes during phlebotomy

## IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>14. 7. 2019.</u>	Martina Težak	Martina Težak

Prema Odluci Visoke tehničke škole u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Visoke tehničke škole u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

Martina Težak

*ime i prezime studenta/ice*

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 14. 7. 2017.

Martina Težak

*potpis studenta/ice*