

Uzorci iz pune krvi

# Priručnik

*Preanalitičke greške*

*Funkcija arterije*

*Arterijske linije*

*Uzorci iz kapilara*

**RADIOMETER**  
**COPENHAGEN** 

**TECHNOLOGY**  
**SARAJEVO**

**NEW TECHNOLOGY d.o.o.**  
Zmaja od Bosne 90  
71000 Sarajevo, BiH  
Tel/fax: +387 33 270 540; 611-854  
e-mail: remi100@bih.net.ba  
[www.newtechnologyba.com](http://www.newtechnologyba.com)

By Ruth Lock, Laboratory Manager, University of  
Copenhagen Hospital  
at Glostrup, Kenneth Francke M.Sc, Radiometer  
Medical ApS and Brian Notzli M.Sc, Radiometer  
Medical ApS.

Copyright © 2004 Radiometer Medical ApS,  
Denmark. Contents may be freely reproduced if the  
source is acknowledged. Printed in Denmark by  
Radiometer Medical ApS, DK-2700 Brønshøj, 2004.  
ISBN 87-88138-68-2

Code number: 989-466. 200408D.

Data subject to change without notice.

ABLTM, EMLTM, OSMTM, Clot CatcherTM, PICOTM,  
CLINITUBESTM, Red SystemTM, Patient Focus  
CireleTM, and RadiometerTM are trademarks of  
Radiometer Medical ApS Denmark. ABL is registered  
in the USA.

Radiometer Medical ApS is a ISO 9001 and EN  
460001 certified company.

# SADRŽAJ



**Potencijalne  
Preatalitičke  
greške**



**Punkcija arterije**



**Arterijska linija**



**Centralna venska /  
arterijska linija**



**Kapilarni uzorci**





<b>1. Uvod</b> .....	<b>5</b>
1.1 Analitički Process - Patient Focus Circle.....	5
1.2 O Priručniku .....	7
<b>2. Potencijalne Preatalitičke greške u analizi pune krvi</b> .....	<b>8</b>
2.1 Promjene u vrijednostima krvnog gasa zbog zračnih mjehurića u uzorcima.....	8
2.2 Nataloženi uzorci-promjene zbog nehomogenih uzoraka .....	10
2.3 Promjene u vrijednosti joniziranog Kalcijuma i Potazijuma kod hemolize .....	12
2.4 Efekti "skladištenja" na gasove krvi, pH, metabolite, i vrijednosti potazijuma.....	15
2.5 Efekti ugrušaka u uzorcima na performance analizatora.....	17
2.6 Promjene u vrijednostima pCO <sub>2</sub> , ctHb, elektrolita, i metabolita uzrokovane razrjeđenjem Salinom u arterijskim linijama, i tečnim Heparinom .....	18
2.7 Mješanje Heparina sa ioniziranim Kalcijumom.....	20
2.8 Arterijski uzorci pomješani sa venskom krvi-Netačne arterijske vrijednosti .....	22
2.9 Loš tajming uzimanja uzoraka-Privremena nestabilnost pacijenta .....	23
<b>3. Tri vrste uzimanja uzoraka za analizu pune krvi</b> .....	<b>24</b>
<b>4. Priprema i uzimanje uzoraka</b> .....	<b>26</b>
4.1 Uzorci punkcijom arterije .....	27
4.2 Uzorci katetiranjem arterije .....	36
4.3 Uzorci katetiranjem centralne vene i plućne arterije.....	42
4.4 Uzorci iz kapilara .....	44
<b>5. Skladištenje i transport</b> .....	<b>52</b>
<b>6. Analiza</b> .....	<b>54</b>
6.1. Punkcija arterije i arterijske linije .....	54
6.2 Kapilari .....	56
<b>7. Interpretacija i raportiranje podataka</b> .....	<b>58</b>
<b>8. RADIOMETER - Oprema za uzimanje uzoraka</b> .....	<b>62</b>
<b>9. Simboli</b> .....	<b>68</b>
<b>10. Reference</b> .....	<b>70</b>



## Uvod

Ovaj priručnik je sveobuhvatni vodič koji daje preporuke za sve faze kod uzimanja uzoraka za testove pune krvi na pH, gasnu analizu, oximetriju, elektrolite, i metabolite. Osim toga, opisani su rizici i zamke loših tehnika uzimanja uzoraka, da bi se pokazala važnost praćenja pravilnih procedura.

Slijedećih nekoliko komentara, Nacionalnog Komiteta za kliničku laboratoriju (National Committee for Clinical Laboratory Standards NCCLS), prepoznatljivog po svojoj kompetentnosti u laboratoriji i procedurama analize krvi, ilustriraju koliko je važno pažljivo rukovanje uzorcima:

“Uzimanje uzoraka krvi, kao i rukovanje i transport, su ključni faktori u tačnosti analiza kliničke laboratorije, sve u cilju pružanja kvalitetne njege .

“Arterijska krv je jedan od najosjetljivijih uzoraka koji se šalju u kliničku laboratoriju na analizu”.

“Gasna analiza i pH analiza ima više uticaja na njegu pacijenta nego bilo koja druga laboratorijska determinanta. U gasnoj i pH analizi netačan rezultat je često gori za pacijenta nego kompletan nedostatak rezultata”

## 1.1 Analitički process

### The Patient Focus Circle

Pažljivo uzimanje i rukovanje uzorcima su ključni za tačnu gasnu analizu, pH, oximetriju, i metaboličke parametre. Testiranje pune krvi za dijagnostiku u intenzivnoj njezi uključuje tri faze:

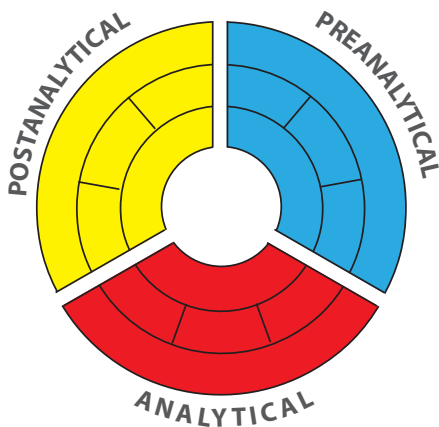
- U preanalitičkoj fazi odluka za uzimanje uzorka je donešena, uzorak je uzet i u nekim uslovima uskladišten i transportovan.
- U analitičkoj fazi uzorak je analiziran. Performance gasnog analizatora bi trebalo da su potvrđene sa planom osiguranja kvalitete da bi se bilo sigurno da su sva mjerenja propisno kontrolirana.
- U postanalitičkoj fazi, interpretacija podataka i tretmant pacijenata, koji slijedi, se provodi prema datim rezultatima i izvještajima.

Ovaj proces se ponavlja za uzorak svakog pacijenta. RADIOMETER-ov strukturirani pristup analitičkom procesu mjerenja kompletne krvi se naziva: Patient Focus Circle.

Preanalitička faza najviše doprinosi odstupanju u mjerenju pune krvi, i zato je najslabija karika u Patient Focus Circle. Netačno uzimanje uzorka i nepravilno korištenje opreme može izazvati ključne greške u mjerenju pune krvi. Fokus ovog priručnika je stvaranje preporuke za preanalitičku fazu.

## 1.2 O Priručniku

Ovaj Priručnik je vodič napravljen na višegodišnjem praktičnom iskustvu bolničkog osoblja i akumuliranog znanja RADIOMETER-a na polju analize pune krvi, podržano preporukama publikacija i zvaničnih predstavnika, kao što su Nacionalni Komitet za Standarde Kliničke Laboratorije (NCCLS-National Committee for Clinical Laboratory Standards), i Međunarodna Federacija Kliničke Kemije (IFCC-International Federation of Clinical Chemistry). Treba istaći da se ovaj Priručnik koristi samo kao vodič. Neke bolnice imaju svoje procedure koje mogu biti prihvatljive isto kao i preporuke sadržane u ovom Priručniku.



## POTENCIJALNE PREANALITIČKE GREŠKE U ANALIZI PUNE KRVI

2.0

Preanalitička faza, faza prije nego što je uzorak ubačen u analizator, je uglavnom smatrana kao jedan od glavnih uzroka greške u analizi pune krvi. Arterijska krv je podložna odstupanju zbog fiziološkog sastava krvi i promjena koje se dešavaju kada krv napušta tijelo u formi uzorka. Ovaj dio je sveobuhvatan opis potencijalnih grešaka koje mogu nastati u preanalitičkoj fazi, i koje mogu dovesti do neslaganja sa mjerenim vrijednostima i stvarnim vrijednostima kod pacijenta. Potencijalno, raportiranje takvih pogrešnih rezultata za posljedicu može imati netačnu dijagnozu i netačan tretman.

### 2.1 Odstupanja u vrijednostima zbog mjehurića zraka u uzorku

Mjehurić zraka koji se zadrži u uzorku u periodu od nekoliko minuta može uticati na  $pO_2$  vrijednost u značajnoj mjeri. Zbog toga je važno da se uzorci čuvaju u anaerobnim uslovima bez zračnih mjehurića, i da se ne dozvoli da niti jedan zračni mjehurić ostane u uzorku. Ako pak, mjehurići uđu u uzorak, trebali bi biti pod hitno odstranjeni, i kod procjene rezultata treba uzeti u obzir mogućnost odstupanja uzrokovanog prisustvom mjehurića zraka.

Jedan zračni mjehurić, relativnog volumena od 0.5-1% uzorka može ozbiljno utjecati na  $pO_2$  vrijednost uzorka.  $pO_2$  vrijednost može biti pod utjecajem nakon 30 sek. Odstupanja se uvećavaju sa dužim vremenom prisutnosti zračnog mjehurića u šprici, i ako se uzorkom nepravilno rukuje. Posljedice su naročito izražene ako je uzorak pohranjen na niskoj temperaturi u kojem je slučaju povećan afinitet između hemoglobina i kisika. Postoje  $pO_2$  u atmosferskom zraku 150mmHg/20 kPa odstupanje bi normalno bilo pozitivno, jer je normalna  $pO_2$  vrijednost u arterijskoj krvi 90-100 mmHg/12-13 kPa. Međutim, odstupanje može biti negativno u slučajevima supranormalne  $pO_2$  vrijednosti.

### Primjer

#### (urađen na ICU odjeljenju)

- Uzorak A i B (oba 1 mL) su uzeta od istog pacijenta u direktnom slijedu jedan iza drugoga
- Uzorak A bez mjehurića je analiziran odmah po uzimanju.
- 100  $\mu$ L zraka (cca. 3 mjehurića) je dodato u uzorak B, nakon čega je pohranjen u hladno (0-4°C) oko 30 min. i izmješšan oko 3 min
- Rezultati izvještaja:  
 $pO_2$  u uzorku A = 71,0 mmHg/9.47 kPa  
 $pO_2$  u uzorku B = 88.3 mmHg/11.77 kPa

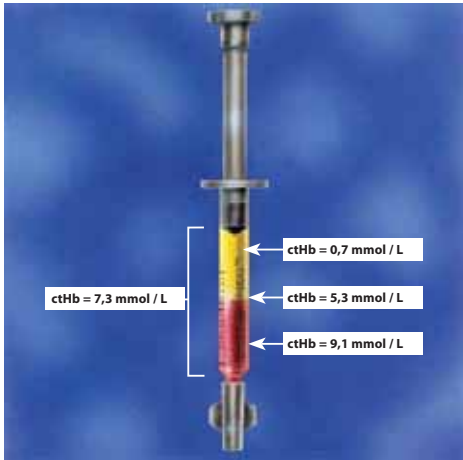
## 2.2 Settled Samples - Odstupanja kod nehomogenih uzoraka

Jednom kada krv napusti bilo koji uzorak, počće da se razdvaja u glavne dijelove komponente krvi; plazma i krvne ćelije. Vrijeme procesa sedimentacije varira od pacijenta do pacijenta. Krv od pacijenta koji boluje od većeg broja bolesti počinje da se razlaže na krvne ćelije i plazmu skoro odmah nakon ulaska u sempler.

Veoma je važno da se settled uzorci mješaju veoma studiozno prije nego što se analiziraju da bi se osiguralo da se homogeni dio uzorka ubaci u analizator, u drugom slučaju rezultati dobijeni neće oslikati stvarnu vrijednost.

Naročito će ctHb biti pogođen nehomogenim uzorkom koji se slegao i nije pravilno izmješšan. Ovo može imati za posljedicu nepotrebne transfuzije krvi ili da se neophodne transfuzije ne izvrše. Parametri  $pO_2$ , ABE, SBC,  $ctO_2$  i px također mogu biti pogođeni.

ctHb  
vrijednost  
u settled  
uzorku



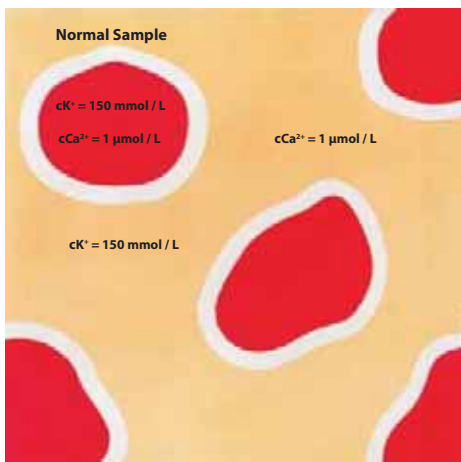
Primjer (urađen na ICU odjelu)

- Uzorak A i B su uzeti od istog pacijenta u direktnom slijedu jedan iza drugoga, i pohranjeni u hladno u periodu od 10 minuta.
- Uzorak A je izmješan u rotatoru 3 min. (14 obrtaja/min.).
- Uzorak B je izmješan u rotatoru 1 minutu (14 obrtaja/min.).
- Rezultati zvještaja:  
CtHb u uzorku A = 6.2 mmol/L  
CtHb u uzorku B = 4.5 mmol/L

## 2.3 Odstupanja u vrijednostima ioniziranog Kalcijuma i Potazijuma kod Hemolize

Vrijednosti u plazmi ioniziranog kalcijuma i potazijuma u uzorku su teško pogođeni hemolizom jer je koncentracija potasijuma ( $cK^+$ ) veća, a koncentracija ioniziranog Kalcijuma niža u krvnim ćelijama nego u plazmi.

Ovo može rezultirati pogrešnom dijagnozom sa potencijalnim ozbiljnim posljedicama. Hemoliza može uzrokovati lažnu visoku potazium vrijednost, koja ukazuje da pacijent ima hiperkalemiju kada je stvarna vrijednost normalna, ili da je nivo normalan kada pacijent stvarno ima hipokalemiju. Hemoliza može biti uzrokovana nepravilnim rukovanjem uzorka kao rezultat:



Razlika koncentracije u i izvan ćelija

- Visokog pritiska kod punjenja kroz uski ulaz kao što je na igli sa malim diametrom, spoj na kateteru, ulazni dio na analizatoru, itd. Rizik je povećan ako je ulaz djelimično blokiran sa koaguliranom krvi.
- Previše jako trljanje ili pritiskanje kože kod uzimanja kapilarnog uzorka.
- Hlađenje uzorka direktno na ledu tako da se neki dijelovi uzorka i zamrznu
- Mješanje uzorka previše jako.

Rizik od odstupanja je djelimično spriječen u slučaju uzimanja uzoraka od pacijenta sa veoma velikim nivoom hematokrita zato što je zapremina plazme relativno mala.

Čak i mala hemoliza eritrocita od 1% će povećati mjereni nivo plazme potazijuma za 0.7 mmol/L (pod pretpostavkom Hct 45 %) uzrokovano visokom koncentracijom potazijuma unutar ćelija 6 (normalne granice 3.4-4.5 mmol/L). Djelimično hemolizirani uzorci su oni koji predstavljaju najveću prijetnju od netačne dijagnoze, zato što nije vidljivo da su uzorci bili hemolizirani.

Sumnja u hemolizu može se potvrditi centrifugirajući dio uzorka u maloj hematokritnoj cjevčici, i provjeravanjem njegove boje. Normalni uzorak se razdvaja na čistu plazmu i crvena krvna zrnca. Ako je boja uzorka malo crvenkasta ili potpuno crvena, znači da je bio hemoliziran.

**Primjer (urađen u ICU odjelu)**

- Uzorci A i B uzeti su simultano od istog pacijenta i izmjereni odmah.
- Uzorak A je uzet punkcijom.
- Uzorak B je hemoliziran jer je uzet sa A-linija kateterom koji je djelimično bio začepljen ugruškom.
- Raportirani rezultati:  
cK<sup>+</sup> = 4.8 mmol/L i cCa<sup>2+</sup> = 1.27 mmol/L u  
Uzorku A  
cK<sup>+</sup> = 8.8 mmol/L i cCa<sup>2+</sup> = 1.06 mmol/L  
u Uzorku B

## 2.4 Efekat skladištenja na vrijednosti gasa u krvi, pH, metabolita i potazijuma

Ako nije moguće izvršiti mjerenje odmah po uzimanju uzorka isti bi trebao biti uskladišten tačno prema pravilima kako bi se izbjegla odstupanja. Čelije krvi se nastavljaju metabolizirati nakon što krv napusti tijelo. To mijenja vrijednosti gasa u krvi, pH i metabolita. Visok nivo leukocita kao što se nalaze kod pacijenata oboljelih od leukemije, npr, mogu izazvati djelimično brz metabolizam. U slučaju kao što su ovi skladištenje uzorka se preporučuje.

### Promjene izazvane metabolizmom

- $pO_2$  - umanjuje se zato što će oksigen biti konzumiran od strane krvnih ćelija.
- $pCO_2$  - se uvećava zbog toga što će karbon dioksid biti proizveden od krvnih ćelija.
- $ph$  - se smanjuje zbog promjena u  $pCO_2$  i glikolizi
- $cCa_2+$  - se uvećava zato što promjena u pH utiče na spajanje  $Ca_2+$  sa proteinima.
- $cGlucose$  - se smanjuje zato što se glukoza metabolizira.
- $cLactate$  - uvećava se zbog glikolize.

Potalijum je također pod uticajem kašnjenja u mjerenju. Tu je velika razlika između  $K^+$  unutar i izvan ćelija krvi (vidjeti ilustraciju na strani 12). Ovaj koncentracioni niz se održava sa sodium-potazijum pumpom.

Kada se uzorak ohladi mehanizam sodijum-potazijum pumpe je zakočen, i onemogućen je u održavanju visokog stepena  $cK^+$ . Za posljedicu, izmjerena  $cK^+$  će se uvećati zbog ion selektivne elektrode mjerene u koncentraciji faze plazme.

Da bi održali integritet uzorka, generalno se preporučuje da se uzorci hlade, ako se ostavljaju na duži period od deset minuta, zbog toga što će hlađenje uzorka na  $0-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  /  $32-39\text{ }^{\circ}\text{F}$  usporiti metabolizam za faktor 10. Ipak da bi izbjegli odstupanje zbog inhibirane sodijum-potazijum pumpe, uzorci ne bi smjeli biti pohranjeni duže od 30 minuta.

## 2.5 Uticaji na rad analizatora zbog ugrušaka u uzorku

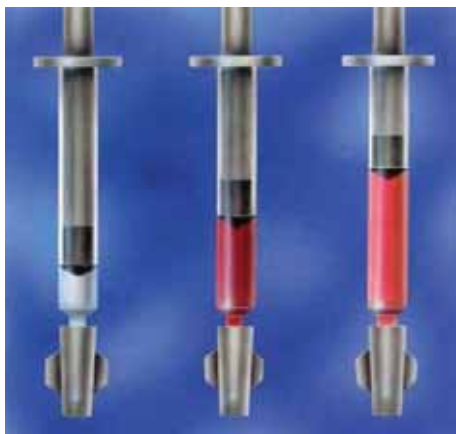
Krv koja je skupljena u uređaju za uzimanje uzorka će početi da koagulira odmah. Mikro ugrušci se stvaraju u kratkom vremenu od oko 15 sekundi. NCCLS navodi da je važno osigurati kompletnu antikoagulaciju uzorka zbog mikroskopskih ugrušaka u uzorku koji nakon nekog vremena mogu utjecati na analizator.

U najgorem slučaju ugrušci mogu napraviti odstupanje u performansama analizatora i rezultirati netačnim vrijednostima bez prikaza o nekom kvaru, što može utjecati na tretman pacijenta. U drugim slučajevima ugrušci mogu inicirati da analizator pokaže problem, ili u rijetkim slučajevima da postanu kompletno blokirani tako da se budući uzorci ne mogu analizirati dok se ne izvrši popravka. Na kraju ugrušci mogu rezultirati u nehomogeniziranim uzorcima koji može stvoriti odstupanja u mjerenju nekoliko parametara.

Da bi se izbjeglo zgrušavanje uzorci se moraju pripremiti sa antikoagulantima npr. Sodijum, litij ili cink heparin.

## 2.6 Odstupanja na $pCO_2$ , ctHb, elektrolitima, i metabolitnim vrijednostima zbog razvodnjavanja salinom i tečnim heparinom u arterijskim linijama

Preporučuje se da se predhepariziraju šprice sa suhim heparinom. Tečni heparin bi se trebao izbjegavati u uzorku pune krvi, jer razrijeđuje uzorak. Ovo uzrokuje da rezultati elektrolita, ctHb,  $PCO_2$ , i metabolita budu pogrešno niski u poređenju sa pravim vrijednostima uzorka. Studije pokazuje da je razrijeđenost u uzorcima krvi u kliničkoj praksi prosiječno 10%, u nekim slučajevima može narasti i do 40%<sup>7,8,9,10</sup>. 10%-tna razrijeđenost smanjuje vrijednosti  $pCO_2$ , ctHb, i metabolita za 10%, i elektrolita za 14 %, poredeći sa stvarnim vrijednostima (ovisno o Hct)  $cCa_2+$  vrijednosti se blago smanjuju zbog kompenzatornog efekta  $Ca_2+$  veze sa proteinom, koja djeluje kao buffer.



Razrijeđenost  
uzorka

Liquid heparin + Blood = Dilution

U kliničkoj praksi procenat razrijeđenosti varira zbog dva slijedeća razloga: Kao prvo različiti korisnici ostavljaju različite količine heparina u aparaturi za uzimanje uzoraka, i kao drugo različiti korisnici uzimaju različite količine uzorka. Ovo izaziva nepoznate različite varijacije u razrijeđenosti uzoraka koji kao za poslijedicu omogućava da je nemoguće ispraviti mjerene vrijednosti kod grešaka razrijeđenosti.

Ako A linije nisu dovoljno očišćene od salina, prije uzimanja uzorka, doći će do odstupanja u uzorku u sličnom-maniru.

## 2.7 Smetnje heparina sa ioniziranim kalcijem

Kod mjerenja elektrolita a posebno ioniziranog kalcija treba imati na umu da uobičajeni tipovi heparina izazivaju odstupanja u vrijednostima elektrolita zbog vezujućeg efekta<sup>11</sup>. Ion-selektivni senzori u analizatoru mjere koncentraciju slobodnih jona u plazma fazi krvi. Normalni tipovi heparina (litijum i sodijum) imaju slobodne negativne veze koje vežu pozitivne ione u krvi. ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ , i  $\text{Na}^{+}$  ). Kada se ioni vezuju za heparin oni nisu mjereni od jon-selektivnih elektroda tako da analizator raportira nižu vrijednost od stvarne.

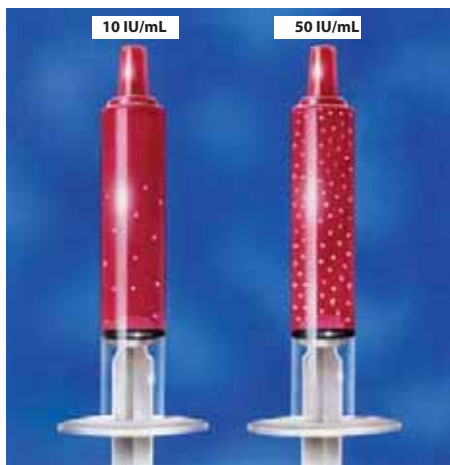
Postoje dva načina da se izbjegne problem odstupanja heparina na vrijednosti elektrolita:



Efekat vezivanja elektrolita uzrokovano korištenjem nebalansiranog heparina.

Mala koncentracija heparina može se koristiti ako testiranje uključuje elektrolite pošto uobičajeni heparin stvara odstupanja u mjerenjima elektrolita. Niža koncentracija heparina uzrokuje manje odstupanje. U teoriji trebalo bi biti moguće spriječiti koagulaciju sa samo nekoliko IU heparin/mL, ako je heparin jednako distribuiran kroz uzorak. Ipak, iskustvo u kliničkoj praksi pokazuje da korištenje niske vrijednosti heparina jako uvećava rizik koagulacije i problem zgrušavanja.

Heparin koji je specijalno balansirani za mjerenje elektrolita treba koristiti tako da ne stvara odstupanja u mjerenju. U specijalnom procesu slobodno vezanje dijelova heparina se može neutralizirati. Heparin koji je balansirani za elektrolitno mjerenje i korišten u relativno većoj koncentraciji je bolji izbor, posebno za jonizirani kalcijum, ne potiče klinički značajno odstupanje na elektrolitno mjerenje i rizik zgrušavanja je minimiziran.

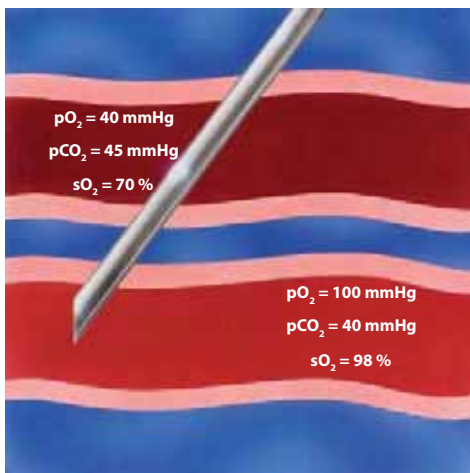


Razlika između uzoraka sa niskom i visokom koncentracijom heparina

## 2.8 Arterijski uzorci izmješani sa venskom krvlju - netačna arterijska vrijednost

Ako se arterijska krv izmješa sa venskom tokom vađenja, vrijednosti koje se mjere (posebno  $pO_2$  i  $sO_2$ ) ne daju arterijske vrijednosti, što može stvoriti zabunu u interpretiranju rezultata.

U takvoj situaciji predlaže se uzimanje novog arterijskog uzorka, pošto samo nekoliko kapi venske krvi mogu značajno uticati na rezultate arterijskog uzorka.



$pO_2$  i  $sO_2$   
vrijednosti u  
venama i  
arterijama

**Vena**

**Arterija**

## **2.9 Loše tajmirano uzimanja uzorka - trenutna nestabilnost kod pacijenta**

Da bi održali stvarnu sliku pacijentovog stanja, pacijent treba biti u stabilnom stanju ventilacije prije i u toku uzimanja krvi. Nakon promjena u ventilaciji ili kod drugih vidova tretmana, kao infuzija koje mogu uticati na mjerene parametre, uzorci se ne bi trebali uzimati u periodu od najmanje 15 - 20 minuta, da bi se stanje pacijenta stabiliziralo. Ako se ovakve situacije ne prate, dijagnoze na osnovu rezultata mogu ne odraziti stvarno pacijentovo stanje, i intepretacija promjena, kroz niz mjerenja, postaje upitna.

## TRI VRSTE UZIMANJA UZORAKA ZA ANALIZU PUNE KRVI

Zavisno od setup-a bolnice i kliničkih potreba pacijenta postoje tri metode uzimanja uzoraka:

- Arterijsko uzimanje krvi sa samo-punećom špricom, koja ima ugrađenu iglu.
- Uzorci arterijske linije uzeti aspiratorom ili samo-punećom špricom iz katetera
- Kapilarni uzorci, uzeti od kapi iz arterizovane krvi sa kapilarnom cjevčicom

Postoje prednosti i mane kod sva tri načina uzimanja uzoraka. Ukratko opisani, oni su: (Pogledaj sljedeću stranicu).

Venski uzorci nisu preporučljivi kod cijele analize pune krvi zato što venski  $pO_2$  i  $sO_2$  ne daju dobru dijagnostičku informaciju o prenosu i uzimanju kisika. U nekim slučajevima, pomješani venski uzorci, uzeti iz Swan-Ganz katetera, se koriste za evaluaciju mješane venske  $pO_2$ , pulmonalne funkcije (shunt), i oksigene ekstrakcije.

	<b>Prednosti</b>	<b>Mane</b>
<b>Arteri punktura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manji rizik od odstupanja nego kod A-linije i kapilara ako se radi pravilno.</li> <li>• Može biti urađeno u hitnim slučajevima.</li> <li>• Nije potreban kateter</li> <li>• Zahtjeva manje količine krvi od uzimanja uzoraka, kateterom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolno za pacijenta</li> <li>• Hiperventilacija može potencijalno promijeniti vrijednosti gasova u krvi.</li> <li>• Teško locirati arterije - rizik mješanja arterijske i venske krvi.</li> <li>• Rizik komplikacija kod pacijenta. Nije uvijek preporučljiva punktura arterije.</li> <li>• Problem sigurnosti za korisnika-ubod iglom.</li> <li>• Zahtjeva dosta osoblja.</li> </ul>
<b>Arterijska linija</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nema rizika mješanja atr. i ven. krvi</li> <li>• Brzo i lako uzimanje uzoraka zbog ugrađene linije.</li> <li>• Nije bolno za pacijenta.</li> <li>• Eliminacija rizika od višestrukih punktura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rizik infekcije od invazivnih katetera</li> <li>• Rizik od ugrušavanja - tromboze ili embolije.</li> <li>• Rizik od anemije-previše krvi izvađeno, (tipično 5-6 mL po uzorku uključujući otpad).</li> <li>• Rizik lokalnog smanjenja ili blokade protoka krvi - nekroza.</li> <li>• Rizik od kontaminacije zračnim mjehurićima, korištenje aspiratorne šprice.</li> <li>• Rizik od kontaminacije zračnim mjehurićima od konekcija katetera</li> <li>• Rizik od razrjeđivanja ako kateter nije dovoljno sapran.</li> </ul>
<b>Kapilarni uzorci</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manje bolno</li> <li>• Mali volumen uzorka.</li> <li>• Mogućnost izvođenja u većini slučajeva.</li> <li>• Manji rizik od komplikacija.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rizik netačnih vrijednosti kisika.</li> <li>• Rizik odstupanja kod hemolize.</li> <li>• Teško rukovanje za savladati.</li> <li>• Nedovoljno krvi za reanalizu i druge testove.</li> </ul>

## PRIPREMA I UZIMANJE UZORAKA

4.0

Tajming uzimanja uzoraka treba isplanirati sa osobljem odgovornim za tretman pacijenta zbog toga što se preferira da pacijent bude u stabilnom stanju kada se uzima krv za gasnu analizu, da bi se vidjelo pravo stanje pacijenta. Potrebno je pitati za, ili provjeriti tabelarne observacije. Preporučuje se ostaviti pacijenta u stabiliziranom stanju 15 - 20 minuta prije uzimanje uzorka.

Ako je moguće, pacijenta treba informisati o proceduri i da će možda biti potrebna bolna punkcija. Dobro informirani pacijent je obično manje nestrpljiv i više kooperativan. Ako se pacijent hiperventilira zbog panike onda se to odražava na pH i gasove u krvi. Lokalna anestezija se može upotrijebiti kako bi se smanjio bol od punkcije kod pacijenta.

Prije uzimanja uzorka sva potrebna oprema bi se trebala prikupiti i pripremiti, stanje pacijenta provjeriti, mjesto gdje se uzima uzorak pripremiti (prema lokalnim procedurama) i kod arterijskih linija alarmi krvnog pritiska bi se trebali isključiti (u skladu sa lokalnim procedurama), i linije oprati da bi se uklonile solucije salina.

## 4.1 Uzorci iz arterije

### Oprema:

- Samopuneći sampler za arterijsku krv sa suhim heparinom.
- Igla (ako nije pričvršćena).
- Rukavice
- Alkohol tufer.
- Gaza.
- Zavoj.
- Sigurnosni dio za iglu.
- Labela pacijentovog ID-a.
- Kontejner.
- Hladna voda ili druga materija za hlađenje (ako je skladištenje uzorka neizbježno).

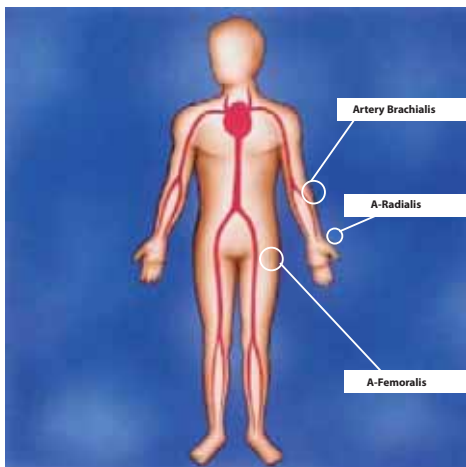
### Izbor mjesta punkcije:

Izbor mjesta za uzorak prema datim pravilima:

- Kolateralni protok krvi (Alternativni izvor krvi).
- Dostupnost sudova i veličina arterije.
- Rizik komplikacija (dijelovi gdje su vidljive ranije punkcije treba izbjegavati kako bi se izbjegla opasnost od infekcije).
- Edema (mjesta sa abnormalnim protokom tečnosti u međućelijskim tkivnim prostorima u tijelu trebaju biti izbjegnuta).

## Mjesta punkcije:

Uvijek postoji rizik da arterijska punkcija može dovesti do komplikacija i blokade arterije. Zbog toga je potrebno važno provjeriti postoji li kolateralni protok krvi u područja koja snabdjeva arterija, iz kojih je planirano uzimanje uzorka, da bi tkivo koje je okružuje i dalje bilo snabdjeveno sa krvlju ako je arterija blokirana kod moguće komplikacije. Osim toga, velika pažnja treba biti usmjerena da se slučajno ne bi pogodio peritoneum kosti u toku punkcije, jer bi to moglo dovesti do komplikacije. Postoji više arterija koje su pogodne za punkciju.



Moguća područja za uzimanje uzorka-relevantne arterije

Radijalna arterija je često preferirano mjesto kod odraslih osoba jer je locirana površno. Ulnarna arterija omogućava izvrstan kolateralni tok. Međutim, 1.6 %<sup>12</sup> pacijenata nemaju dobro funkcionirajuće ulnarne arterije te bi ulnarna perfuzija trebala biti potvrđena izvođenjem modificiranog Allen-ovog Testa prije punkcije radijalne arterije.

U ovom testu vrši se pritisak na korjen šake da bi se blokirale i ulnarna i radijalna arterija. Šaka pacijentat je čvrsto stisnuta da bi se potisnula krv iz šake. Kada šaka pacijenta dobije bijelu boju, pritisak sa ulnarne arterije se popušta i posmatraju se dlan i prsti. Ako šaka pocrveni u roku od nekoliko sekundi, prisutna je potpuna perfuzija kroz ulnarnu arteriju, potvrđujući da je tada sigurno izvršiti punkciju radijalne arterije.



Allen-ov  
modificirani  
test

Brahijalna arterija se ne koristi tako često. Ona ima loš kolateralni protok koji je blizu peritoneumu kosti, venama, i nervima, i može biti teška za izvršenje kompresije. Brahijalna arterija je teška za punkciju jer se "prevrće", dok je mišići i tetive ne "podržavaju". Osim toga, zbog dublje lociranosti brahijalne arterije, postoji visok rizik oštećivanja okolnog tkiva i krvarenja nakon punkcije.

Femoralna arterija je velika i laka za punkciju, ali njen položaj je čini nepraktičnom i teškom za dezinfekciju što uvećava rizik od infekcije. Snabdjevanje krvlju u nozi je ugroženo ako se ova arterija začepi, jer je kolateralni optok limitiran. Osim toga, teško je, a i vremenski zahtjevno izvršiti kompresiju femoralne arterije. Femoralna arterija bi se trebala izbjegavati kod starijih osoba jer je arterioskleroza više prevalentna u nižim dijelovima tijela, kao i kod pacijenata koji su imali vaskularnu operaciju.

Kod djece ispod četiri godine starosti treba izbjegavati punkciju femoralne arterije, zbog rizika od infekcija i rizika od oštećenja okolnih struktura.

Dorzalna pedal arterija je posljednja alternativa ali se rijetko koristi za uzimanje uzoraka krvi.

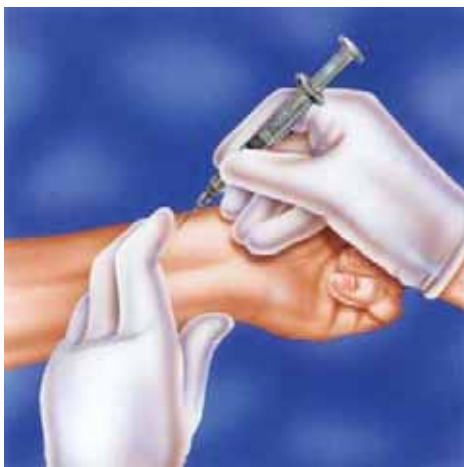
Mjesto uzimanja uzorka treba provjeriti od infekcije, hematoma, osipa na koži ili drugih abnormalnosti koje mogu ugroziti uzorak. Dodirna površina prstiju i područja na kojima se uzima uzorak se moraju dezinfikovati.

**Uzimanje uzorka:**

Prethodno pripremiti samopuneću špricu na volumen koji želimo prije nego se uzme uzorak.

Locirati arteriju i držati je sa dva prsta pri punkaturi. Držati pacijentovu ruku čvrsto ili na stabilnoj površini; ispružanje zgloba pomaže; ili u slučaju brahijalne punkcije ispravljanje lakta. Postaviti iglu u položaj prema strujanju krvi, paralelno sa arterijom, punktirati pod uglom od 45°. Femoralne punkcije treba uraditi pravim uglom u odnosu na arteriju.

Kada je igla unutra šprica se puni brzo. Potrebno je držati špricu i iglu potpuno mirno i biti pažljiv, i ne dozvoliti igli da uđe potpuno kroz arteriju.



Ako se ovo desi polako vraćati iglu sve dok krv ponovo ne prostruji slobodno. Nakon što je šprica napunjena lagano izvući iglu napolje.

Normalan sistolički krvni pritisak u arteriji je obično preko 100 mmHg/13kPa. Ovaj visoki pritisak dozvoljava šprici da se sama puni.

Ako se šprica ne puni, onda je to zbog toga što nije nađena arterija ili je igla blokirana od strane nekog ugruška ili komadića tkiva. Ne pokušavati tražiti arteriju sa iglom jer je to veoma bolno za pacijenta, a i arterija može biti punktirana više puta bez rezultata. U ovakvim slučajevima preporučuje se da se počne ispočetka, sa novom špricom i novom iglom.

Venska krv može ući u špricu prije nego je arterija penetrirana, ako je vena punktirana u toku procesa. Novi uzorak treba biti uzet jer i mala doza venske krvi može značajno uticati na promjenu vrijednosti (posebno  $pO_2$  i  $sO_2$ ). U nekim slučajevima nizak krvni pritisak otežava uzimanje uzorka. Međutim, uvijek će postojati dovoljan pritisak u arterijama da bi se napunila šprica, ako je to šprica koja je namjenjena za tu svrhu.

Pravilo je, da se ne radi usisavanje krvi špricom, jer je to teško kontrolirati, i povećava se rizik od oštećenja unutrašnjih krvnih sudova.

### **Odmah nakon uzimanja uzorka:**

Gaza i zavoj trebaju biti spremni, i pri ruci kako bi se mogao odmah nakon punkcije izvršiti pritisak. Gazu treba držati blizu igle dok se ona vadi.

Kompresija područja sa kojeg se vadi uzorak



Međutim, nikakav pritisak ne bi se smio primjeniti dok se igla potpuno ne izvuče jer se može dovesti do nepotrebnog bola i oštećenja arterije. Da bi se osigurao prestanak krvarenja i preveniranje hematoma, pritisak se treba izvršiti u trajanju od najmanje 5 minuta. Kompresija brahijalne i femoralne punkture bi trebala trajati 10 minuta. Nekada pritisak treba vršiti duže vremena, u slučaju da pacijent pati od poremećaja koagulacije. I na kraju potrebno je staviti zavoj.

Iglu treba sigurno ukloniti i sigurno odstraniti prema lokalnim standardnim procedurama. Koristite tehnike odstranjivanja i sigurnosne mjere odobrene od strane bolnice. Imajte na umu da specijalna pravila mogu postojati u različitim bolnicama.

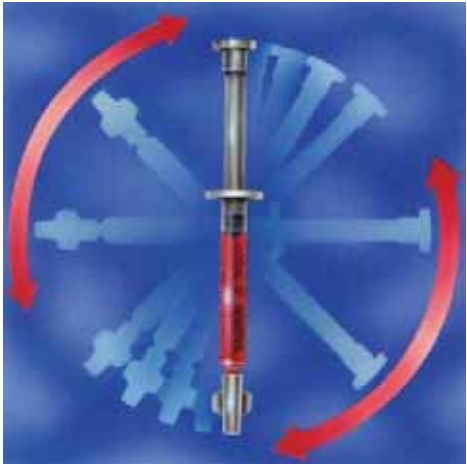
Ako su se stvorili mjehurići u šprici, pokrijte vrh šprice gazom, kucnite špricu dok je držite vertikalno, i izbacite mjehuriće zraka.

Nakon što su mjehurići zraka odstranjeni i uzorak zatvoren sa pokrovnom kapom, uzorak bi se trebao dobro protresti da bi se rastvorio heparin u sempleru. Ne izvršavanje ovog postupka može dovesti do pojave ugrušaka koji u slijedu mogu poremetiti rezultate i oštetiti analizator jer se ti ugrušci nakupljaju na elektrodama.

Markica sa podacima pacijenta bi trebala biti nalijepljena na sempler zajedno sa ostalim podacima kao što su vrijeme uzimanja uzorka, temperaturi, postavkama ventialtora, itd.

Odstranjivanje  
zračnih  
mjehurića





Mješanje uzoraka kombinirajući izvrtanje vertikalno i kotrljanje između prstiju



## 4.2 Uzorci uzeti arterijskim kateterom

A-linija se koristi za kontinuirani monitoring arterijalnog pritiska, ali i za uzimanje uzoraka pune krvi. Generalno, A-linija se postavlja na istom mjestu kao i oni koji se koriste za uzimanje uzoraka pri arterijskoj punkaturi. Ako postoji alarm povezan sa sistemom za monitoring pritiska, trebalo bi ga isključiti (u skladu sa lokalnim procedurama), a prije početka rada sa A-linijom, da bi se izbjegla nepotrebna panika kod pacijenta i prisutnog osoblja.

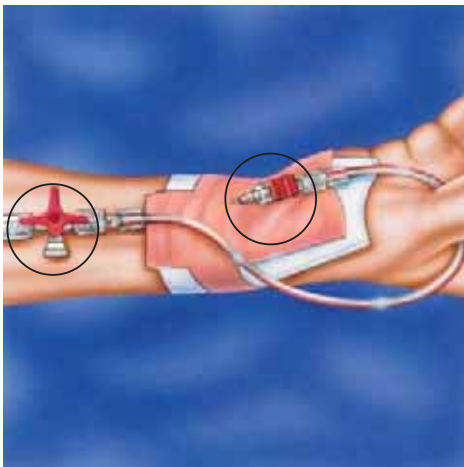
Postoji veliki broj vrsta sistema A-linija. Ovdje opisujemo proces uzimanja uzoraka kod običnog trosmjernog sistema.

### Oprema:

- Šprica za otpad.
- Gaza.
- Dezinfekciono sredstvo za ventil.
- Samo-puneća ili aspirirajuća gasna šprica sa suhim heparinom.
- Markica sa podacima pacijent.
- Ledena voda ili vrećica sa rashladnim gelom (ako je pohranjivanje uzorka neophodno).
- Rukavice.

### Priprema:

Provjerite boju i temperaturu područja koje snabdjeva arterija, u kojem je kateter pozicioniran i uporedite sa suprotnim ekstremitetom. Ako je hladno i plavkasto (pretpostavka da se radi o smanjenom protoku krvi), informirajte nadređenog liječnika, jer postoji mogućnost da kateter treba odstraniti.

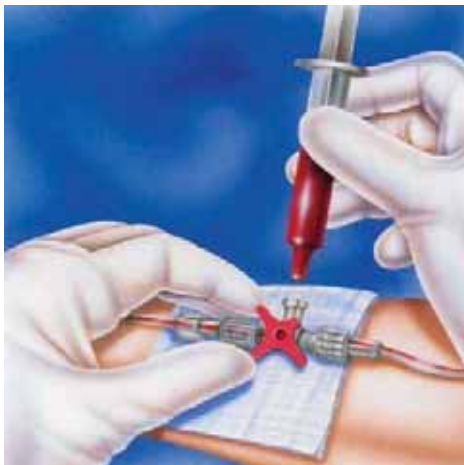


A-line sistemi sa markiranim dijelovima koji se provjeravaju pred uzimanje uzorka.

Provjeriti da je A-linija sigurno fiksirana. Sve konekcije moraju biti stegnute kako bi se izbjeglo ubacivanje zraka u toku uzimanja uzorka.

Provjeriti da nema ugrušaka u cijevi A-linije. Ugrušci koji ulaze u špricu, mogu završiti u analizatoru, praveći odstupanja u rezultatima ili potpuno blokirajući analizator. Ozbiljne komplikacije se mogu javiti ako je ugrušak ispiranjem vraćen u pacijenta u momentu kada se linija čisti nakon uzimanja uzorka.

Prije nego se uzorak uzme, A-linija mora biti dovoljno očišćena od solucije salina da bi se osiguralo da uzorak nije razrijeđen. Prije uzimanja uzoraka, sadržaj cijevi mora biti prikupljen i ispražnjen tri do šest puta. Ventil za konekciju bi se morao dezinficirati prije nego se u njega gurne šprica.



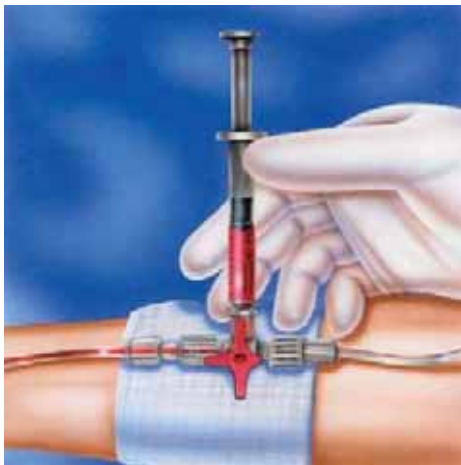
Odstranjivanje otpada sa 5mL špricom

### **Uzimanje uzorka:**

Postavite špricu u konekciju ventila i okrenite ventil tako da je otvoren za krv ali konstatno zatvoren za otopinu salina. Izbjegavajte okretanje ventila cijelim putem kružno jer bi to dovelo do razrjeđenja uzorka sa otopinom salina.

Ako je korišten samo-puneći sampler, klip treba biti postavljen na željeni volumen prije no što se sampler stavi u ventil. Držite špricu pod uglom od 45° i pustite arterijalnom pritisku da napuni špricu.

Ako se koristi aspiraciona šprica, klip se treba pritisnuti do kraja, prema unutra, prije priključivanja na ventil. Aspirirajte uzorak polako. Brza aspiracija uzorka može stvoriti vakum time izvući gas iz uzorka, ili pak stvoriti ekstra mjehuriće u uzorku.



Pozicija ventila pri uzimanju uzorka

Izbjegavajte prekide tokom uzimanja uzoraka. Uzorak se mora uzeti što je prije moguće, a nakon što se otpadna krv odstrani, da bi se izbjegle promjene u sastavu krvi u A-linija cjevčicama.

**Odmah nakon uzimanja uzoraka:**

Kada je sampler napunjen, okrenite ventil u položaj zatvoreno, odstranite špricu, i otvorite za ispiranje sa solucijom za ispiranje. Očistite A-liniju i pipu od krvi, definficirajte pipu, i zatvorite pipu sa poklopcem. Veoma je bitno izbjeći formiranje ugrušaka, i/ili zračnih mjehurića u A-liniji, jer oni mogu dovesti do periferne embolije ukoliko se ušpricaju u pacijenta.

Zračni mjehurići moraju uvijek biti odstranjeni kod korištenja aspiracione šprice, jer se uvijek stvaraju zbog mrtvog prostora u vrhu šprice. U većini slučajeva zračni mjehurići mogu biti izbjegnuti ako se koristi dobro funkcionirajuća, samo-puneća šprica. I na kraju, uzorak mora biti dobro promješšan da bi se otopio heparin, a markica sa podacima pacijenta mora biti priložena.

Ako je alarm na monitoru pritiska bio isključen, nakon završenog procesa uzimanja uzorka mora biti ponovo uključen.



### 4.3 Centralno venski i Pulmonarno arterijski kateterski uzorak

Centralno venski i pulmonarno arterijski (Swan-Ganz) kateteri su korišteni kod monitoringa krvnog pritiska u pulmonarnoj cirkulaciji. Kateteri Centralno venskog pritiska (CVP) su smješteni u veni cava superior, a Swan-Ganzovi kateteri u pulmonarnoj arteriji.

Ako su uzorci za mjerenje elektrolita i metabolita povučeni preko CVP ili Swan-Ganzovim katetera, povlačenje krvi istim kanalima za nadgledanje potazijuma i glukoze bi trebalo biti izbjegnuto. Potazijum i glukoza se često natalože u unutrašnjosti katetera, kreirajući tako rizik od pogrešno visoke vrijednosti potazijuma i glukoze. Zbog toga, uzorci krvi bi uvijek trebali biti izvučeni istim kanalima.

Prosječni krvni pritisak u pulmonarnoj arteriji je 16mmHg, dok je prosječni krvni pritisak u brahijalnoj arteriji 85mmHg<sup>14</sup>. Nizak krvni pritisak u pulmonarnoj cirkulaciji čini nemogućim korištenje samo-punećih arterijskih krvnih samplera. Iz tog razloga uzorci iz CVP ili Swan-Ganzovog katetera budu aspirirani koristeći heparizirani aspiracioni sampler za arterijsku krv.

#### **Oprema:**

Koristite istu opremu korištenu i kod uzimanja uzoraka arterijskim kateterom (pogledati poglavlje 4.2).

Napomena: Samo-puneći arterijalni sempleri ne mogu biti korišteni na CVP ili Swan-Ganzovim kateterima.

**Priprema, uzimanje uzoraka i period neposredno nakon uzimanja uzorka:**

Pratite procedure korištene kod uzimanja uzoraka arterijskim kateterima (pogledati poglavlje 4.2).

Napomena: Da bi se izbjeglo da se vrh katetera zalijepi za unutarnji zid krvnog suda, i da bi se izbjegla ne namjerno mješanje sa krvi iz plućnih kapilara, veoma je potrebno da se otpad i uzorak aspiriraju veoma sporo. Preporučuje se aspiriranje 1mL krvi u sekundi<sup>2</sup>.

Nakon uzimanja uzoraka, kateter bi trebao biti dobro ispran. Koristite lokalne standardne procedure.

## 4.4 Kapilarni uzorci

U većini slučajeva je moguće izvesti uzimanje uzoraka iz kapilara, ako je teško pristupiti arteriji. Kapilarni uzorci se često uzimaju kod djece i novorođenčadi, jer su manje traumatski, i potrebna je manja količina krvi, u poređenju sa arterijskim punkturama.

### Oprema:

- Lanceta (dužina lanceta ovisi o veličini pacijenta).
- Preheparizirana kapilarna cjevčica.
- Žica za pretresanje za kapliarnu cjevčicu i magnet za pomjeranje žice za pretresanje.
- Čepovi za pokrivanje kapilarnih cjevčica
- Dezinfekcioni tufer
- Zavoj
- Gaza (sterilizirana)
- Silikonska krema za prikupljanje kapi krvi
- Vrući ručnik, lampa za grijanje, krema, ili druga sredstva za zagrijavanje kože
- Spremnik za iglice za punktaciju
- Ledena voda ili vrećica za gel za hlađenje (ako je pohranjivanje neophodno)
- Markica pacijenta sa podacima
- Rukavice

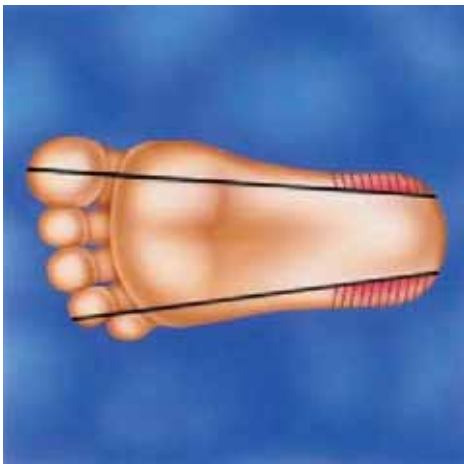
Postavite žicu za pretresanje u cjevčicu prije uzimanja uzoraka. Ako je žica za pretresanje ubačena u punu cjevčicu, krv će iscuriti i mjehurići zraka se mogu pojaviti.

Ako se koriste čepovi sa ventilima, oni bi trebali biti labavi na jednom kraju cjevčice, prije uzimanja uzorka.

**Mjesto uzorka - novorođenčad:**

Kapilarni uzorci mogu biti uzeti iz pete novorođenčadi i male djece. Djeci mlađoj od 6 mjeseci se mogu uzimati uzorci iz velikog prsta. Velika nježnost se treba primjeniti kada se radi punkcija kod novorođenčadi. Punkcija koja se duboko uradi, ili izvede nepravilno može dovesti do oštećenja tkiva koje se nalazi ispod datog područja, što može dovesti do komplikacija. Petna kost je samo 2.5mm ispod kože, kod potpuno razvijenih novorođenčadi, te je potrebna ekstremna pažnja.

Punkcija samo u obojenim regijama



Punkcije bi se trebale raditi samo u područjima naznačenim na slici, dakle tačno iznad ruba naznačne linije na stopalu, u crvenim i nešto debljem dijelu, bilo sa vanjske ili unutarnje strane stopala. Unutarnja strana sadrži najviše krvi. Punkcija se može odraditi do 3-4 mm iznad ivice naznačene linije na stopalu, izbjegavajući Ahilovu tetivu i malleoli. Sredina jagodice u velikom nožnom palcu, takođe može biti korištena.

Ne radite punkciju distalnog stopala, jer to može dovesti do nastanka ožiljaka koji mogu u kasnijem životu izazvati komplikacije.

Ne radite punkcije na prstima novorođenčadi i male djece, jer su kod njih kosti samo 1-2mm ispod površine kože.

### **Mjesto uzimanja uzoraka kod djece i odraslih**

Punkcije kod odraslih i djece sa dobrom cirkulacijom krvi, bi trebale biti vršene na srednjem prstu, ili domalom prstu. Alternativno, kažiprst ili palac mogu biti korišteni. Punkcije se treba vršiti na srednjem dijelu jagodice. Ne uzimajte uzorak iz malog prsta. Kod odraslih i djece s reduciranom perifernom cirkulacijom krvi, punkcija bi se trebala vršiti na resici uha.

Izbjegavajte punkciju u edematoznim dijelovima, jer je tu protok krvi smanjen, a i serozne tečnosti mogu razrijediti uzorak. Bilo koji znak infekcije treba isključiti datu površinu kao mjesta uzimanja uzorka.

**Priprema:**

Koža bi trebala biti ugrijana da bi se povećao protok krvi, i da bi se artetizirala krv u kapilarima. Ako je koža zagrijana, protok krvi će se povećati čak i do 7 puta<sup>15</sup>. Punkcije na hladnoj koži otežavaju uzimanje uzoraka, i uzeta krv nije 'arterizirana', zbog čega ne predstavlja generalni status pacijenta.

Koža može biti ugrijana na više načina. Ručnik ugrijan na pari ili u mikrovalnoj može biti postavljen na mjesto gdje će se uzimati uzorak, u vremenskom periodu od 5 do 10 minuta. Provjerite temperaturu ručnika prije stavljanja na kožu (maksimalno 42°C).

Lampa za zagrijavanje takođe može biti korištena. *Vodite računa o mogućnosti opekline, uzrokovanih držanjem izvora toplote na koži u dužem periodu.* Alternativno, koža se može ugrijati korištenjem različitih krema. Međutim, treba se obratiti pažnja na rizik od alergični reakcija, ili odstupanja u uzorku. Ako se pak odlučite zagrijati kožu trljanjem, moraćete biti veoma pažljivi. Ovo bi se trebalo uraditi jako nježno da bi se izbjeglo oštećenje lokalnog tkiva i hemoliza koja bi mogla uticati na veći broj testnih parametara.



Način  
držanja  
pacijenta  
kod  
uzimanja  
kapilarnog  
uzorka



**Uzimanje uzoraka:**

Dezinficirati mjesto uzorka da bi se minimizirao rizik od infekcije. Kod uzimanja uzorka trebate držati pacijenta kao što je naznačeno na prikazu. Važno je držati mjesto uzimanja uzorka mirno, držeći ga čvrsto.

Izvršiti punkciju grijane kože sa kratkim oštrim vrhom. Odabirom prave veličine lancete osigurava se da punkcija nije previše duboka. Odmah nakon punkcije krvni sudovi kontrahiraju. Nakon par sekundi, krv počinje teći. Odstranite ovu inicijalnu količinu krvi sa gazom ili sličnim materijalom, jer može doći do razrjeđenja sa tkivnim tečnostima, što bi izazvalo pogrešno mjerenje. Popustite pritisak na mjesto uzimanja uzorka, da bi dozvolili da krv procirkulira. Sačekajte da se formira kapljica krvi. Držite kapilarnu cjevčicu pod uglom od 10-45° i postavite kraj na sredinu kapi krvi. Dozvolite kapilarnom efektu da napuni kapilarnu cjevčicu.

Ne pritiskajte mjesto punkcije. Pritisak na to mjesto 'dearterijalizira' mjesto punkcije, izazivajući liemolizu, i/ili izaziva razrjeđenje uzorka sa tkivnom tečnošću. Nekada je teško napuniti kapilarnu cjevčicu jednom punkcijom. Ako se do pola napunjena cjevčica odstrani sa mjesta uzimanja uzorka, ona se mora držati u horizontalnom položaju da bi se izbjeglo prosipanje krvi. Kada se cjevčica ponovo postavi na mjesto uzimanja uzorka, trebala bi biti držana pod uglom od 30°, sve dok krv ne bude tačno na kraju cjevčice, čime se izbjegava pojavljivanje zračnih mjehurića.

Ako zračni mjehurići uđu u cjevčicu, mogu se odstraniti pažljivim kucanjem cjevčicom po komadiću gaze. Gaza će usisati krv i zračne mjehuriće. Kada se zračni mjehurići odstrane, cjevčica bi se trebala ponovo napuniti, na prethodno opisani način. Međutim, ova procedura je teška i stvara značajan rizik od odstupanja  $pO_2$ .

### **Odmah nakon uzimanja uzorka:**

Uzorak u kapilari treba zatvoriti pokrovnim čepovima. Upotreba čepa će spriječiti ulazak zraka u uzorak. Otopite i izmješajte heparin unutar uzorka sa žicom za mješanje i magnetom. Neizvršavanje ove radnje može dovesti do stvaranje ugrušaka u uzorku. Ako se ne koriste čepovi i žica za mješanje, uzorak bi se trebao analizirati odmah, da bi se smanjio rizik od uzorka sa ugruškom.



Način  
pravilnog  
mješanja  
kapilarnog  
uzorka

Dezinficirati mjesto uzorka da bi se izbjegla infekcija, pritisnuti da bi se zaustavilo krvarenje i staviti zavoj. Izbjegavanje gubitka krvi je naročito važno kod novorođenčadi. I na kraju stavite markicu sa podacima pacijenta na uzorak.

## SKLADIŠTENJE I TRANSPORT

5.0

Generalno, uzorke treba analizirati što je prije moguće, zbog metabolizma, difuzije gasova kroz plastiku, i porasta vrijednosti potazijuma (pogledati paragraf 2.4). Ako je uzorak uskladišten duže od 10 minuta treba ga ohladiti do 0-4° C, da bi se usporio metabolizam. Uzorak se ne bi trebao skladištiti duže od 30 munita, i trebao bi se čuvati ako je moguće horizontalno da bi se olakšalo mješanje slegnutih uzoraka.

Uzorci u staklenim spremnicima (kapilarnim cjevčicama), mogu u određenim slučajevima biti uskladišteni i duže od 30 minuta, zavisno od parametara koji se mjere<sup>17</sup>. Ali, generalno se preporučuje uskladištenje uzorka na prethodno opisani način.

Ledena voda sa usitnjenim ledom, ili elementi za hlađenje su prikladni za hlađenje uzoraka, doklegod metoda osigurava hlađenje cijele površine semplera. Uzorak ne smije biti postavljen direktno na led, jer kristali leda mogu da se fromiraju u uzorku, što bi rezultiralo u hemolizi krvnih ćelija, uzrokujuću odstupanja mjerenja cK+, a naročito cCa<sub>2</sub>+



## ANALIZA

Uvjerite se da analizator radi ispravno. Analizatori bi trebali biti konstantno verificirani sa programom kontrole kvalitete, da bi se osigurala kvaliteta mjerenja.

### 6.1 Punkcija arterije i Arterijske linije

Prije analize uzorka, treba provjeriti da li ima mjehurića zraka. Ukoliko postoje mjehurići zraka, potrebno je uzeti novi uzorak od pacijenta.

Veoma je važno da dio uzorka koji se prenosi u analizator bude homogen i da je reprezentant cijelog uzorka. Ako ovo nije slučaj, značajne greške se mogu dogoditi, pogotovu od Hb i Hct parametara<sup>16</sup>. Zbog ovoga je veoma važno dobro izmješati uzorak, izvrtanjem i valjanjem uzorka horizontalno. Uzorak koji je na skladištenju duže od sat vremena može se totalno sleći te ga treba izmješati temeljno koristeći rotator, i kombinirati to sa valjanjem semplera između dlanova, jer je potrebno i nekoliko minuta mješanja da bi se dobio homogeni uzorak. Naročita pažnja bi se trebala obratiti ako je korištena tuberkulin

šprica, jer su slegnuti uzorci veoma teški za mješanje u tuberkulinskim špricama.

Prvih nekoliko kapi krvi sa vrha šprice je često koagulirano i nisu reprezentanti cijelog uzorka. Posljedično, nekoliko kapi uvijek treba izbaciti na komad gaze prije nego se uzorak stavi u analizator.

Nekoliko kapi krvi se izbacuju na gazu



## 6.2 Kapilari

Promješajte dobro uzorak, koristeći žicu za mješanje i magnet. Držite uzorak horizontalno sa žicom za mješanje na kraju okrenutu prema upustvu, odstranite oba pokrajnja čepa, i aspirirajte uzorak. Ako su korišteni gore spomenuti čepovi, uzorak može biti aspiriran sa pokrajnim čepom koji ima labavi kraj okrenut od analizatora.

Ako postoji mjehurić u kapilarnom uzorku, koji je spremljen, vrijednosti pH i gasa u krvi ne bi se smjeli raportirati jer postoji velika mogućnost da postoje odstupanja.

### **Analiza:**

Ubacite ili aspirirajte uzorak u analizator i unesite identifikacioni broj pacijenta i ostale relevantne podatke u analizator. Korištenje RADIOMETER-ovog analizatora je detaljno opisano u priručniku za korištenje.



## INTERPRETACIJA I RAPORTIRANJE REZULTATA

Kao što je demonstrirano na prethodnim stranicama, postoji veliki broj rizika za dobijanje odstupanja u rezultatima. Kod raportiranja rezultata bi se trebalo voditi računa o vjerojatnoći da bi rezultati mogli biti sa odstupanjem, pogotovo ako se razlikuju od sveopšte slike pacijentovog stanja. Ako postoji imalo sumnje na odstupanja, to bi se trebalo raportirati zajedno sa rezultatima, i o tome bi se trebalo povesti računa kod donošenja kliničkih odluka. U nekim slučajevima potrebno je uzeti novi uzorak da bi se potvrdili rezultati.

### **Interpretacija ovisi o vrsti uzorka - arterijski, venski, kapilarni:**

Vodite računa da naznačite koja vrsta uzorka se analizira, jer su referente vrijednosti za arterijske, kapilarne i venske uzorke različiti. Generalno,  $pO_2$  vrijednosti kod kapilarnih uzoraka bi se trebale interpretirati sa velikom oprežnošću, jer postoji značajan rizik dobijanja  $pO_2$  odstupanja u toku procesa uzimanja uzoraka.

**Referentne vrijednosti:**

Ispod se nalazi tabela referentnih vrijednosti za arteijsku krv odraslih na temperaturi od 37<sup>0</sup> C. Raspon referentnih vrijednosti ovisi o faktorima kao što su: spol, dob, normalno fiziološko stanje, i zbog toga oni moraju biti uzeti sa oprezom, i koristiti kao vodilja za kliničare. Referentne vrijednosti ne bi se trebale smatrati kao apsolutni indikatori bolesti ili zdravlja.

Mjereni Parametri	Jedinica	Muško	Muško/ Žensko	Žensko
PH	-		7.35-7.45	
PCO <sub>2</sub> ;	mmHg kPa	35 - 48 4.67 - 6.40		32 - 45 4.27 - 6.00
PO <sub>2</sub> ;	mmHg kPa		83-108 11.07-14.40	
ctHb	g/oL mmot/L	13.5-17.5 8.4-10.9		12.0-16.0 7.4-9.9
S02	0/0 Frakcija		95-99 0.95-0.99	
FCO <sub>2</sub> Hb	0/0 Frakcija		0.0-0.8 0.000 - 0.008	
FMetHb	0/0 Frakcija		0.2-0.6 0.002 - 0.006	
cK*(aP)	mmol/L; meq/L		3.4- 4.5	
cNa*(aP)	mmol/L, meq/L		135-146	
cCa <sup>2+</sup>			1.15-1.29 2.30- 2.58 4.61-5.17	
cCRaPI	mmol/L		3.89-5.83	
cGlu(fasting)	mmol/L mg/dL		3.89-5.83 70-105	
cLac(a+v)	mmol/L; meq/L mg/dL		0.5-1.6 4.5-14.4	
Proračunati Parametri	Jedinica	Muško	Muško/ Žensko	Žensko
SBE	mmol/L	-1.5-(+)3.0		-3.0-(+)2.0
SBC	mmol/L	22.5-26.9		21.8-26.2
ABE	mmol/L		-2 -(+)3	
px	mmHg kPa		32-43 4.3-5.7	
p50	mmHg kPa		24-28 3.2-3.8	
CHCO <sub>3</sub>	mmol/L		21-28	
ctO <sub>2</sub>	mmol/ LmL/dL	8.4-9.9 18.8-22.3		7.1-8.9 15.8-19.9
Anion Gap	mmol/L; meg/L		7-16	
AnionGap (K*)	mmol/L; meq/L		10-20	

p (mmHg) = p (torr) = 7.500638 x p (kPa)

p (kPa) = 0.133322 x p (mmHg) = 0.133322 x p (torr)



## RADIOMETER

### OPREMA ZA UZIMANJE UZORAKA

8.0

Upotreba pravilnog materijala je ključna za kvalitet uzorka. RADIOMETER ima cijeli asortiman specijane opreme za sve aspekte analize pune krvi: The PICO™ proizvodi za punkciju i uzimanje uzoraka kateterima, i CLINITUBE™ za kapilarno uzimanje uzoraka. RADIOMETER koristi svoja ogromna znanja iz polja analize pune krvi, da bi oprema bila unaprijeđena, lagana za korištenje, tačna i da ne bi stvarala odstupanja kod mjerenja.

#### **Balansiran heparin:**

Sva RADIOMETER oprema je predheparizirana sa visokom koncentracijom suhog elektrolit-balanciranog heparina<sup>1</sup>, što otklanja probleme razrijeđivanja, i svako klinički značajnije odstupanje elektrolita, te probleme ugrušavanja uzorka.

#### **PICO 70-Sempler arterijske krvi za punkcije:**

PICO 70 od RADIOMETER je prvi krvni sempler gdje su sve komponente dizajnirane specifično za uzimanje uzoraka iz arterijske krvi. Ovo je bitno jer je uzimanje uzorka delikatan proces, gdje sprava za uzimanje uzorka (sampler) može



PICO 70

uticati na rezultate, ako nije optimizirana za datu svrhu. Dizajn nudi mnoge prednosti koje olakšavaju kao nikada do sada uzimanje i analizu uzoraka pune krvi bez pojave odstupanja:

- Nema mjehurića u uzorku-tačni  $pO_2$  rezultati.
- 0.3 do 1.5 mL volumen uzorka - idealan za sve testove pune krvi
- Bez silikonskih ulja u sempleru, nema kontaminacije analizatora
- Lagani pokreti cjevčice, puna kontrola uzorka tokom aspiracije i ubacivanja u analizator.
- Heparin disk - Olakšava mješanje uzorka.
- Veliki asortiman igala sa tankim zidom i oštrim kratkim držačem, brzo punećim, lako pozicionirajućim u arteriji, sa umanjnjem nelagode kod pacijenta.



PICO 50

### **PICO 30 i 50 Sempleri arterijske krvi za A-linije i venske katetere:**

PICO 30 i 50 su, za upotrebu, jednostavni, tačni i ekonomski štedljivi sempleri za arterijsku krv, za aspirativno uzimanje krvi iz arterija, vena, i Svan-Ganzovih katetera.

#### **PICO 50:**

- Lagano otklanjanje mjehurića - zračni mjehurići se uvijek formiraju u aspiratorima.
  - Lagani pokreti klipa, puna kontrola tokom aspiracije i stavljanja uzorka u analizator.
  - Heparindisc olakšava mješanje uzorka.
  - Već ugrađeni čep na vrhu semplera, tačno tamo gdje Vam je potreban!
  - Na raspolaganju u dvije verzije (1 i 2 mL volumena uzorka)
- Za zadovoljavanje vaših potreba!

PICO 30

**PICO 30:**

- Laka kontrola malih uzoraka, sempler namjenjen specialno za pedijatrijske i neonatalne pacijente.
- Lagani pokreti klipa, puna kontrola tokom aspiracije i stavljanja uzoraka u analizator.
- Već ugrađeni čep na vrhu semplera, tačno tamo gdje Vam je potreban.



### **CLINITUBES za kapilarne uzorke:**

CLINITUBES su jake i lake za korištenje kapilane cjevčice, koje su snabdjevene sa pokrajnjim čepovima i žicama za mješanje.

One omogućavaju:

- Širok asortiman zapremina, omogućava očuvanje krvi kroz odgovaranje zahtjeva zapremine analizatora.
- Ravnomjerno prekriven sa balansiranim heparinom na unutarnjim zidovima cjevčica - za efektivnu antikoagulaciju.
- Specijalni pokrajnji čepovi sa ventilima - dizajnirani da spriječe zračne mjehuriće da uđu u uzorak.
- Žice za mješanje, omogućavaju mješanje, važno za homogeni kvalitet uzorka.



Hvatač  
ugrušaka

### **CLOT CATCHERS™ - Hvatač ugruška**

#### **Dodata predostrožnost za izbjegavanje problema zgrušavanja:**

U situacijama gdje nije moguće kontrolisati proceduru uzimanja uzorka, Clot Catchersi se mogu koristiti kao dodata sigurnost. Ovo su adapteri za jednokratnu upotrebu, za šprice i kapilare, koji prveniraju bilo koji ugrušak da se nađe u analizatoru.

Više informacija o RADIOMETER semplerima možete dobiti kod lokalnog RADIOMETER predstavnika.

## SIMBOLI

Simboli parametri korištenih u tekstu, su oni koji su korišteni za raportiranje rezultata u RADIOMETER-ovim ABL™, EML™ and OSMTM analizatorima.

<b>Simboli Parametara</b>	<b>Opis</b>
PH	PH
PO <sub>2</sub>	Tenzija kisika
pCO <sub>2</sub>	Tenzija Karbon dioksida
ctHb	Koncentracija ukupnog hemoglobina
FHHb, FRHb	Udio deoksihemoglobina u ukupnom hemoglobinu
FO <sub>2</sub> Hb	Udio oksihemoglobina u ukupnom hemoglobinu
sO <sub>2</sub>	Zasićenost kisikom (hemoglobina)
FMetHb	Udio methemoglobina u ukupnom hemoglobinu
FHbF	Udio fetalnog hemoglobina u ukupnom hemoglobinu
Hct	Dio zapemine erythrocyta u zapremini pune krvi
p50	Tenzija kisika u 50% zasićenju krvi
ft	Pritisak izdvanja kisika arterijske krvi
ABE	Koncentracija tiitrirane baze krvi (stvarna punoća baze)
SBE, cBase (Ecf)	Koncentracija tiitrirane baze izvanćelijskih tekućina (standardna punoća baze)
cHCCV	Koncentracija iona hidrogen karbonata u krvi
SBC, cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P,st)	Koncentracija hidrogen karbonata u plazmi standardizirane krvi (standardni bikarbonat)
ctO <sub>2</sub>	Ukupna koncentracija kisika u krvi (sadržaj kisika)
cK <sup>+</sup>	Koncentracija iona potazijuma u plazmi
cNa <sup>+</sup>	Koncentracija iona sodijuma u plazmi
cCa <sup>2+</sup>	Koncentracija iona kalcijuma u plazmi
cCl <sup>-</sup>	Koncentracija iona hlorida u plazmi
Anion Gap	Razlika koncentracije između Na <sup>+</sup> i Cl <sup>-</sup> + HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Anion Gap (K <sup>+</sup> )	Razlika koncentracije između K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> i Cl <sup>-</sup> + HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
cGlu	Koncentracija glukoze u plazmi
cLac	Koncentracija laktata u plazmi

## REFERENCE

- 1 National Committee for Clinical Laboratory Standards:** Percutaneous collection of arterial blood for laboratory analysis. NCCLS Document H11-A; 1992: 2,8
- 2 National Committee for Clinical Laboratory Standards:** Blood gas preanalytical considerations: Specimen collection, calibration and controls. NCCLS Document C27-A; 1993
- 3 Biswas CK, Ramos JM, Agroyannis B, Kerr DNS.** Blood gas analysis: effect of air bubbles in syringe and delay in estimation. *Brit Med J* 1982; 284: 923-27
- 4 Harsten A, Berg B, Inerot S, Muth L.** Importance of correct handling of samples for the results of blood gas analysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988; 32: 365-68
- 5 Müller-Plathe O.** Preanalytical aspects in STAT analysis. *Blood Gas News* 1998; 7: 4-11
- 6 Weisberg HE.** Water, electrolytes, acid-base and oxygen. In: Davidson I, eds. *Tood-Sanford clinical diagnosis by laboratory methods*. Philadelphia: WB Saunders, 1974: 772-803
- 7 Börner U, Müller H, Höge R, Hempelmann G.** The influence of anticoagulant on acid-base status and blood-gas analysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984; 28: 277-79
- 8 Goodwin NM, Schreiber MT.** Effects of anticoagulants on acid-base and blood gas estimations. *Crit Care Med* 1979; 7,10: 473-74
- 9 Crawford AG.** Liquid versus non-liquid heparinization of blood samples. *Resp Ther* 1983; 5: 103-05

- 10 **Hutchison AS, Ralston SH, Dryburgh FJ, Small M, Fogelmann I.** Too much heparin: possible source of error in blood gas analysis. *Brit Med J* 1983; 287: 1131-32
- 11 **Toffaletti J, Ernst P, Hunt P, Abrams B.** Dry electrolyte-balanced heparinized syringes evaluated for determining ionized calcium and other electrolytes in whole blood. *Clin Chem* 1991; 37,10: 1730-33
- 12 **Shapiro BA, Harrison RA, Cane RD, Templin R.** Clinical application of blood gases. 4th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1989: 250
- 13 **Dennis RC, Ng R, Yeston NS, Statland B.** Effect of sample dilutions on arterial blood-gas determinations. *Crit Care Med* 1985; 13,12: 1067-68
- 14 **Miller RD.** Basics of Anesthesia. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone, 1994: 1043
- 15 **National Committee for Clinical Laboratory Standards.** Procedures for the collection of diagnostic blood specimens by skin puncture. 3rd ed. NCCLS Document H4-A3; 1991
- 16 **Burnett RW, Covington AK, Fogh-Anderson N, Külman WR, Maas AHJ, Müller-Plathe O, Siggaard-Andersen O, Van Kessel AL, Wimberley PD, Zijlstra WG.** Recommendation on whole blood sampling, transport, and storage for simultaneous determination of pH, blood gases, and electrolytes. *JIFCC* 1994; 6,4: 115-20
- 17 **Burnett RW, Covington AK, Fogh-Andersen N et al.** Approved IFCC recommendations on whole blood sampling, transport and storage for simultaneous determinations of pH, blood gases, and electrolytes. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1995; 33, 4: 247-53







**RADIOMETER pomaže bolnicama širom svijeta sa kvalitetnim i finansijski opravdanim rješenjima STAT testiranja za uspostavljanje dijagnoza kod teških slučajeva. Da bi ovo postigli mi smo razvili sistematski pristup, kojim analiziramo vaše potrebe prije nego predložimo rješenja koja odgovaraju vama. Ovaj pristup je poznat kao RED SYSTEM (CRVENI SISTEM).**

**TECHNOLOGY**  
**SARAJEVO**

**RED SYSTEM™**  
IN DIALOGUE WITH RADIOMETER

[www.radiometer.com](http://www.radiometer.com)

Radiometer Medical ApS  
DK-2700 Brønshøj