

Basisprincipes voor veneuze bloedafname



Pre-analyse

De "Basisprincipes voor veneuze bloedafname" is bedoeld voor artsen, laboratoriumartsen, verpleegkundigen, flebotomisten, laboratoriummedewerkers en doktersassistenten in klinieken en dokterspraktijken.

Het doel van dit boekje is om te benadrukken dat volgens betrouwbare gegevens preanalytische fouten nog steeds de oorzaak zijn voor bijna 60% - 70% van alle problemen in laboratoriumdiagnostiek. De meeste van deze fouten ontstaan door verkeerde procedures tijdens het verzamelen, hanteren, voorbereiden of opslaan van monsters. Hoewel veel van deze fouten kunnen worden voorkomen voordat ze leiden tot ongeschikte resultaten, kunnen ze in bijna een vijfde van de gevallen leiden tot onnodige onderzoeken en ongerechtvaardigde kostenverhogingen. Bovendien kunnen ze ongeschikte klinische beslissingen veroorzaken en tot ongelukkige omstandigheden leiden.

Dit boekje heeft als doel om studenten bewust te maken van de verschillende aspecten en invloeden in het preanalytische proces, met een specifieke focus op preanalytiek bij veneuze bloedafname.

De afname van veneus bloed wordt uitgelegd aan de hand van het SARSTEDT S-Monovette® bloedafnamesysteem en maakt het, na instructie, met name voor nieuwe gebruikers gemakkelijker om veneus bloed op de juiste manier af te nemen met behulp van de aspiratietechniek.

Vanuit het oogpunt van laboratoriumgeneeskunde benadrukt dit boekje het belang van preanalyse voor het gehele monsterproces, vanaf de laboratoriumaanvraag tot de geïnterpreteerde laboratoriumresultaten, aangezien dit een doorslaggevende invloed heeft op de kwaliteit van het monster.

Inhoudsopgave

1	Wat betekent pre-analyse?	Pagina 6–9
1.1	Grondbeginselen van de pre-analyse	7
1.2	Vaak voorkomende gevolgen van pre-analytische fouten	8
1.3	Succesfactor communicatie	9
2	Invloeds- & stoorfactoren	10–19
2.1	Invloedsfactoren	11
2.1.1	Niet-beïnvloedbare invloedsfactoren	12–14
2.1.2	Beïnvloedbare invloedsfactoren	14–17
2.2	Stoorfactoren	18–19
3	Veneuze bloedafname	20–27
3.1	Vorbereiding van de patiënt	21
3.2	Welke verantwoordelijkheid draagt de persoon die het bloed afneemt?	21
3.3	Identificatie	22–23
3.4	Toepassingsgebieden	25
3.5	Afnamevolgorde	26
3.6	Vermijden van ondervulling	27
4	Uitvoeren van de veneuze bloedafname	28–43
4.1	Standaardvoorwaarden voor de bloedafname	29
4.2	Verzamelen van het onderzoeksmateriaal: 12 stappen	29
4.3	Veneuze stuwning & punctieplaatsen	30–31
4.4	Problemen voor/tijdens de bloedafname	32
4.5	Aspiratietechniek & vacuümtechniek	33
4.5.1	S-Monovette® aspiratietechniek	33–35
4.5.2	S-Monovette® vacuümtechniek	36–37
4.6	Bloedafname via katheters	38–39
4.7	Bloedafname voor bloedkweekdiagnostiek	40
4.7.1	Hygiënische eisen	41
4.7.2	Uitvoeren van de bloedafname	42
4.7.3	Monstervolume & aantal flessen	43
5	Bloedafname in de pediatrie	44–55
5.1	Anamnese	45
5.2	Voorwaarden voor de bloedafname	46
5.3	Bloedafname in de pediatrie	46
5.3.1	Veneuze bloedafname	47–48
5.4	Verschil tussen capillair bloed & veneus bloed	49
5.5	Standaardwaarden	49–51
5.6	Hemostase in de pediatrie	52–53

6	Veiligheid rond de bloedafname	54–59
6.1	Safety-canule	56
6.2	Safety-Multifly®-canule	57
6.2.1	Uitvoeren van de bloedafname	57
6.2.2	Toepassing van kortdurende infusie	57
6.3	Multi-Safe afvalcontainers	58–59
7	Centrifugering	60–65
7.1	Juiste werkwijze bij het centrifugeren	61
7.2	Verschil tussen vastehoekroter en uitzwaairotor	62
7.3	Serumwinning	63
7.4	S-Monovette® centrifugeringsvoorwaarden	64
7.5	Omhoog komen van gel tijdens het centrifugeren	65
8	Hemolyse – wat is dat?	66–71
8.1	In vivo hemolyse	68
8.2	In vitro hemolyse	69
8.3	Gevolgen van hemolyse	70
8.4	Klinische relevantie	71
9	Opslag & transport	72–79
9.1	Monstertransport	73–74
9.2	Invloed van temperatuur, tijd en celstofwisseling	75–79
10	Literatuuroverzicht	80–81
11	Juridische informatie	82

1 Wat betekent pre-analyse?

“Pre-analyse omvat alle processen die vóór de laboratoriumanalyse plaatsvinden.”



1.1 Grondbeginselen van de pre-analyse

De pre-analytische fase bedraagt gemiddeld zo'n 57%¹ van het totale proces tussen patiënt en analyseresultaat. Deze fase omvat onder andere de indicatie, informatie en identificatie van de patiënt, monstername met aansluitend transport, opslag tot aan de centrifugering en monsterverdeling.

Het gaat kortom om veel verschillende stappen en werkgebieden.

¹ Guder et al.; Proben zwischen Patient und Labor; 2009

Al even groot is het aantal mogelijkheden om de analyseresultaten via de diverse stappen in dit proces te beïnvloeden en te veranderen.

Denk eraan: *Ca. 25 % van de fouten in de pre-analyse heeft consequenties voor de patiënt!*

Daarom is het des te belangrijker dat alle betrokkenen op de hoogte zijn van de mogelijke invloedsfactoren en foutenbronnen en dan goed handelen om fouten te vermijden. Want: Het meetresultaat kan slechts zo goed zijn als het genomen patiëntmonster toelaat.

1.2 Vaak voorkomende gevolgen van pre-analytische fouten

Kunnen waarden bij de bloedafname veranderen?

Vaak voorkomende fouten

Hemolyse



44 %²

Ondervulling



17 %²

Bloedstolsels



8 %²

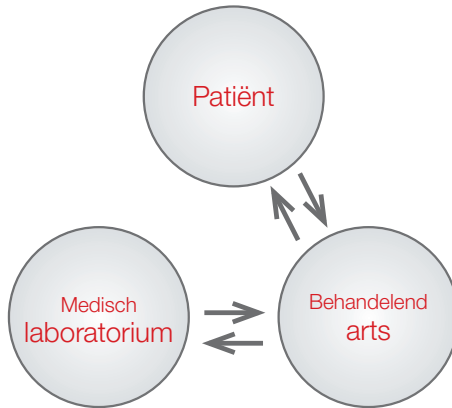
² Bonini et al.; Errors in Laboratory Medicine; Clin Chem 2002; 48(5): 691-98

Denk eraan: 70-85% van de klinische beslissingen is gebaseerd op resultaten van laboratoriumanalyses!³

³ Foubister, Vida. Cap Today Bench press: The Technologist/technician shortfall is putting the squeeze on laboratories nationwide September 2000; Datta, P. Resolving Discordant Samples. Advance for the Administrators of Laboratories; 2005: p.60

1.3 Succesfactor communicatie

Communicatie tussen de betrokken personen vereenvoudigt de processen, voorkomt misverstanden en voorkomt pre-analytische fouten als gevolg van ontbrekende of verkeerde informatie.



Denk eraan: *Problemen op het gebied van pre-analyse kunnen nooit alleen worden opgelost, maar alleen in nauwe samenwerking met de betrokken personen zoals artsen, medisch vakpersoneel resp. verpleegkundigen of het laboratorium.*

Doelstelling

Gestandaardiseerde voorwaarden voor ...

- Voorbereiding van de bloedafname
- Afname van het bloed
- Opslag/transport naar het laboratorium

Resultaat

- Veiligheid voor de patiënt
- Proceskostenverlaging (arbeidstijd!)

2 Invloeds- & stoorf- actoren

“Van de bloedafname tot aan de berekening van plausibele analyseresultaten en de interpretatie van de bevindingen is een grondige kennis en inachtneming van invloeds- en stoorfactoren strikt noodzakelijk.”



2.1 Invloedsfactoren

Welke verantwoordelijkheid draagt de patiënt?

- Juiste informatie over de anamnese
- Medicatie vermelden
(bijv. Marcumar, voorbehoedmiddelen – pil, voedingssupplementen)
- Voeding (bijv. vegaan, vegetarisch, dieet, vasten)
- Correct verzamelen (bloed, urine, ontlasting etc.)

Voor de juiste informatie over de anamnese is het van belang dat voor de monsternamen ook de juiste vragen worden gesteld.

Daarom is het belangrijk dat er rekening wordt gehouden met mogelijke invloedsfactoren, want:

Invloedsfactoren veranderen de concentratie van analyten. Onafhankelijk van de ziekte moet bij de beoordeling van de resultaten rekening worden gehouden met de beïnvloeding van de concentratie.

De in het volgende hoofdstuk genoemde invloeds- en stoorfactoren vormen geen uitputtende opsomming. Om de thematiek aanschouwelijker te maken, worden diverse voorbeelden gegeven.

2.1.1 Niet-beïnvloedbare invloedsfactoren



Populatie

Significante verschillen tussen bloedwaarden zijn te vinden bij de Afrikaanse populatie in vergelijking tot de Europese populatie.

- de leukocytenwaarden zijn significant lager
- de vitamine B12-concentratie is 1,35 keer hoger
- de referentiewaarden voor creatinine, CK en alfa-amylase liggen duidelijk hoger

Bij Aziaten is in vergelijking tot Europeanen de activiteit van de alcoholdehydrogenase verlaagd. Bovendien heeft de Aziatische bevolking een verhoogde lactose-intolerantie.



Geslacht

Naast andere geslachtsspecifieke componenten (bijv. hormonen) is de spiermassa van invloed op individuele meetwaarden.

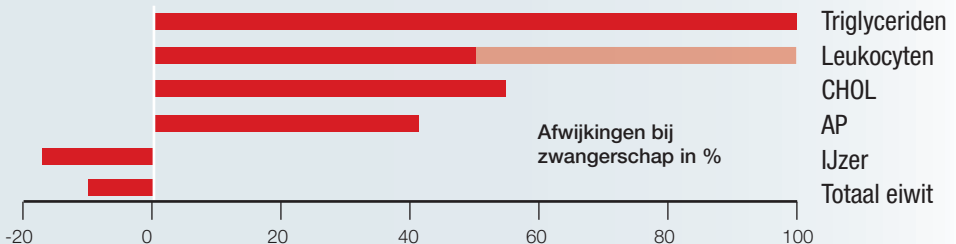
- CK en creatinine zijn afhankelijk van de spiermassa en daarom zijn bij mannen doorgaans duidelijk hogere waarden te vinden
- gebruik van geslachtsspecifieke referentiewaarden is voor veel meetgrootheden zinvol



Zwangerschap

In het verloop van de zwangerschap neemt de BSE met het 5-voudige toe.¹

¹ Guder et al.; Proben zwischen Patient und Labor; 2009



⁴ Seelig et al.; Präanalytik; 2008

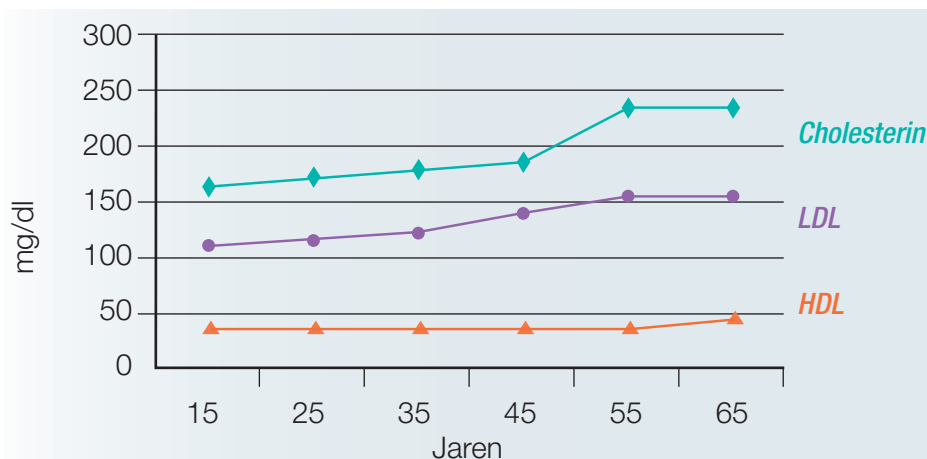


Leeftijd

Naarmate men ouder wordt, treedt bij beide seksen vaak een stijging van de cholesterolspiegel op. De activiteit van de alkalische fosfatase in het bloedplasma wordt beïnvloed door de botstofwisseling en is daarom bij kinderen in de groeifase en na botbreuken het hoogst.

Bij zuigelingen zijn hogere bilirubine-, hematocriet- en HbF-waarden te vinden (voor meer voorbeelden zie *hoofdstuk 5 – Bloedafname in de pediatrie*).

Leeftijdsafhankelijke referentiewaarden zijn daarom bij veel meetgrootheden wenselijk, maar vaak bestaan ze ook niet.



⁵ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043



Biologisch ritme

De vitamine D-productie (25OH) is onderhevig aan seizoensschommelingen. Door de sterkere UV-straling wordt in de zomer meer vitamine D gesynthetiseerd dan in de winter.

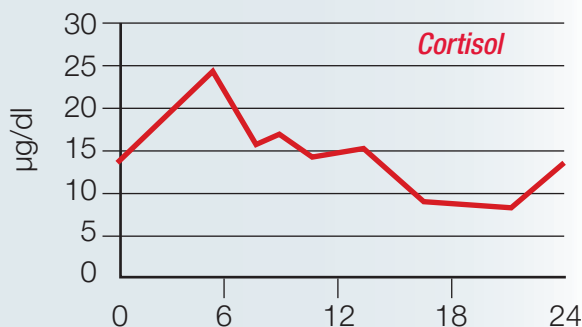


Circadiaans ritme

Ook wel bekend als fluctuatie binnen het dag-en-nachtritme, hiermee worden te verwachten concentratieverschillen binnen een dag bij bepaalde klinisch-chemische en endocrinologische meetgrootheden aangeduid (bijv. renine, cortisol, adrenaline, noradrenaline, VMA en TSH).

Bij deze meetgrootheden is het tijdstip van afname van essentieel belang. Controlemetingen moeten altijd op hetzelfde afnametijdstip worden uitgevoerd. Het tijdstip van afname moet in principe worden gedocumenteerd en aan het laboratorium meegedeeld.

Eventueel kunnen ook 24h-verzamelmonsters (bijv. urine of speeksel) helpen om vergelijkbare resultaten te bepalen. Met name cortisol als stressindicator is een bekend voorbeeld. De hoogste cortisolconcentratie kan 's morgens worden gemeten.



Denk eraan:

Het circadiaanse ritme (de biologische klok) kan door reizen naar andere tijdzones en/of ploegendiensten verschuiven. Bij door het dagritme beïnvloede meetgrootheden moet in het kader van de anamnese hiernaar worden gevraagd.

⁵ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043

2.1.2 Beïnvloedbare invloedsfactoren



Drugsgebruik

Bij regelmatig drugsgebruik van bijv. cannabis, heroïne of morfines veranderen de onderstaande klinisch-chemische meetgrootheden als volgt in het bloed:

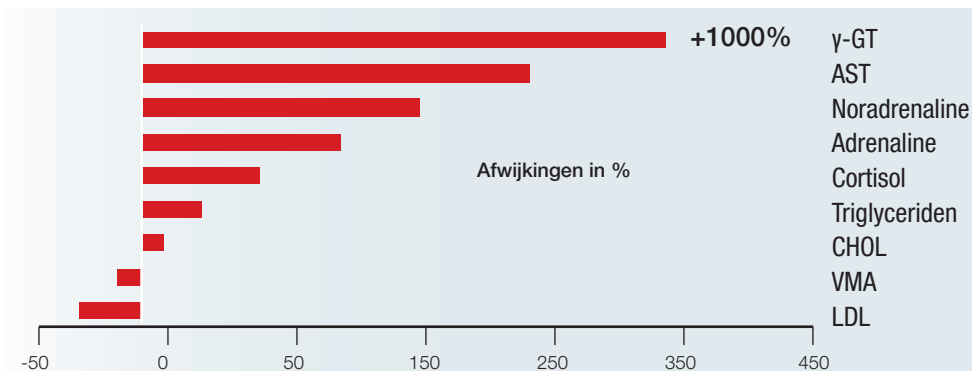
Bij cannabisgebruik stijgen chloride, ureum, insuline, kalium en natrium in het bloed. Glucose, urinezuur en creatinine dalen daarentegen.

Cholesterol, kalium en thyroxine stijgen bij heroïnegebruik. Bij inname van morfines komt het tot een stijging van ALT, amylase, AP, bilirubine, lipase, prolactine en TSH. Insuline en noradrenaline dalen bij morfinegebruik.



Genotmiddelen: Alcohol

Bij chronisch alcoholmisbruik is de activiteit van de leverenzymen, zoals γ -GT, AST/ALT verhoogd; foliumzuur en vitamine B6 zijn echter verlaagd.

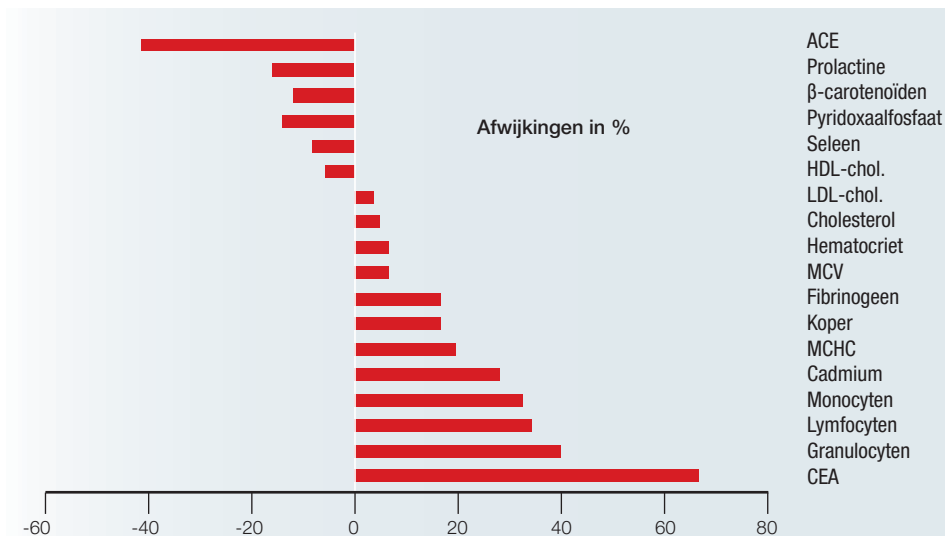


⁴ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043, Hoofdstuk 3.3.3



Genotmiddelen: Nicotine

Chronisch nicotinegebruik verhoogt het aantal leukocyten, tumormarkers zoals CEA (bij mannen zeer significant) en placentaire AP (PLAP).



⁴ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043, Hoofdstuk 3.3.4



Genotmiddelen: Cafeïne

Al 200 mg cafeïne (2 kopjes Robusta-koffie of 2-4 kopjes Arabica-koffie) verhoogt zowel de adrenaline- als de noradrenaline- en de cortisolspiegel (cortisol + 40 %).



Toediening van geneesmiddelen

Door penicilline en ibuprofen kan kalium in het plasma stijgen, door insuline daalt het. Bij toediening van penicilline neemt ook de tromboplastinetijd (Quick) toe. Door inname van acetylsalicylzuur (ASA) stijgen de waarden AST (GOT), ALT (GPT), creatinine en urinezuur afhankelijk van de dosering. Het geneesmiddel fenobarbital, dat bij de behandeling van epilepsie en ter voorbereiding op een narcose wordt gebruikt, werkt enzyminducerend. De activiteit van AP en γ -GT neemt toe, terwijl de bilirubineconcentratie in het bloed afneemt. Verder zijn toegediende diuretica van invloed op de elektrolytenhuishouding. Hierbij is het effect afhankelijk van de stofklasse, bijv. bij kalium, calcium en magnesium. Bij toediening van pantoprazol (protonenpompremmer) kan de calciumconcentratie in het bloed dalen. Laxantia (laxeermiddelen) kunnen tot een daling van kalium leiden.



Lichamelijke activiteit

Lichamelijke activiteit kan in vergelijking tot de rusttoestand tot een stijging van diverse klinisch-chemische meetgrootheden in het bloed leiden.



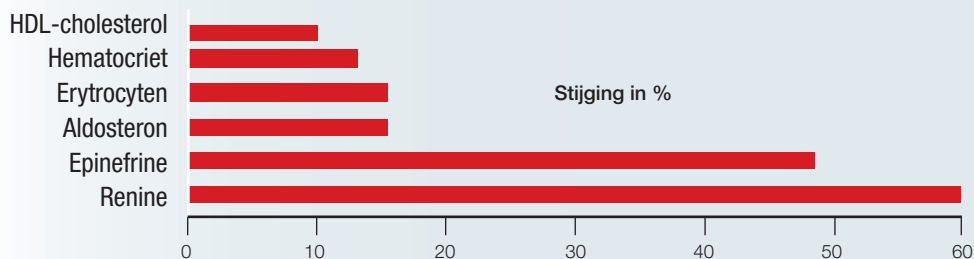
⁵ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043

Lichamelijke activiteit heeft in dit geval betrekking op buitengewone lichamelijke belasting. Voor gezonde mensen kan dit bijv. een marathon zijn, voor een bedlegerige patiënt kan daarentegen ook een ritje naar de huisarts al als een buitengewone lichamelijke belasting zijn.



Invloed van de lichaamshouding

Afhankelijk van de lichaamshouding is het lichaamsvocht verschillend verdeeld. Dit leidt ertoe dat de concentratie van bijv. bloedcellen, eiwitten en aan eiwit gebonden substanties bij zittende patiënten hoger is dan bij liggende patiënten.



⁵ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043



Voedingsafhankelijke veranderingen

Verandering van analytconcentraties bij 4 weken vasten of na een standaardmaaltijd van 800 kcal.

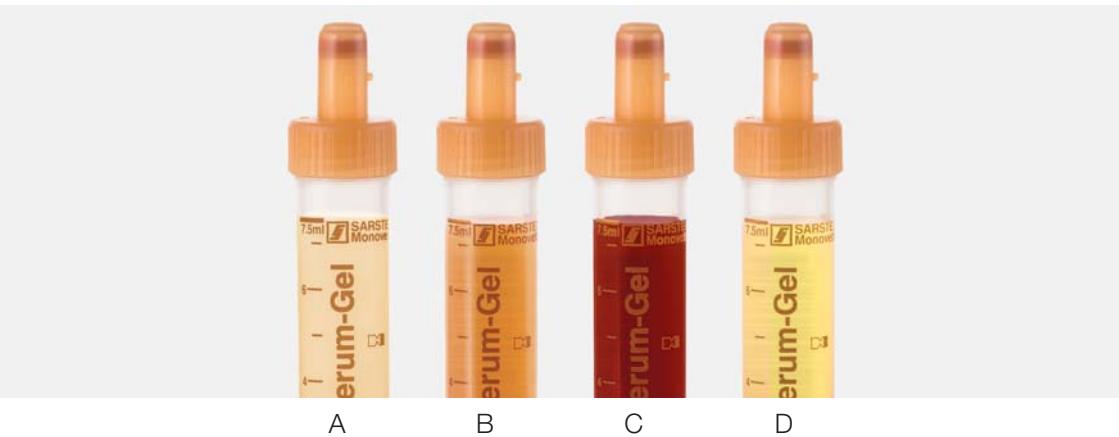
Analyten	Verandering in %	
	Vasten	Standaardmaaltijd
Albumine, totaal eiwit	- 10	+ 5
Bilirubine		+ 15
Calcium		+ 5
γ-glutamyltransferase (γ-GT)	- 50	
Glucose		+ 15
AST (GOT)	+ 30	+ 20
ALT (GPT)		+ 10
Urinezuur	+ 20	+ 5
Ureum	- 20	+ 5
Kalium		+ 10
Creatinine	+ 20	
Fosfor		+ 15
Triglyceriden	- 40	

⁴ Seelig et al.; Präanalytik; 2008

2.2 Stoorfactoren

Stoorfactoren kunnen meetresultaten veranderen en afhankelijk van de methode voor interferentie zorgen.

Door een verandering van meetmethode kunnen stoorfactoren mogelijk ook geëlimineerd worden.



Beeld	Aanduiding	Mogelijke oorzaak
A	Lipemie	Door ziekte of patiënt niet nuchter
B	Icterus	Door een syndroom of ziekte
C	Hemolyse	Pre-analytische fout of door ziekte
D	Normaal	Goede en correcte pre-analytische omstandigheden

Er wordt onderscheid gemaakt tussen lichaamseigen (endogene) en lichaamsvreemde (exogene) stoorfactoren. Hieronder ziet u enkele voorbeelden van stoorfactoren:

Lichaamseigen stoorfactoren (endogeen)

Oorzaak	Gevolg
– Gilbert-syndroom – Crigler-Najjar-syndroom – Acute hepatitis – Acuut leverfalen	→ Hyperbilirubinemie = icterus → Mogelijke storing bijv. bij cholesterol, creatinine, urinezuur
– Sferocytose – Immune hemolyse – Hemolyserende antistoffen – Hemoglobinopathie	→ Hemolyse → Significante vervalsing van veel optische meetmethoden → Verhoogde meetwaarden door vrijkomen uit erythrocyten (bijv. kalium, LDH, AST)
– Hyperlipoproteïnemie – Vetstofwisselingsstoornis	→ Lipemie → Patiënt niet nuchter bij bloedafname → Significante vervalsing van veel optische meetmethoden vals-lage waarden bij elektrolytmetingen (natrium, kalium) door verdunningseffect
– Hematocriet > 65 %	→ Verhoging van PTT en aPTT6
– Hematocriet < 20%	→ Verlaging van PTT en aPTT

⁶ Endler et al.; The importance of preanalytics for the coagulation laboratory; Hämostaseologie 2010; 30(2): 63-70

Lichaamsvreemde stoorfactoren (exogeen)

Oorzaak	Gevolg
– Geneesmiddelen (infusieoplossing, antibiotica, bloedproducten) – Antistollingsmiddelen (contaminatie door verspreiding van preparaat) – Contaminaties (bacteriën, schimmels, bacteriële biofilm uit CVK voor bloedkweek)	→ Valse meetresultaten(verhoging en verlaging mogelijk)
–Fietsen of paardrijden	→ kan de PSA-waarde verhogen

3 Veneuze bloedafname

“Veneus bloed is het belangrijkste onderzoeksmateriaal voor het beantwoorden van medische vraagstellingen. De juiste bloedafnametechniek is dus bijzonder belangrijk.”



3.1 Voorbereiding van de patiënt

Informereren van de patiënt

- Communicatie Op een begrijpelijke manier over de aanstaande diagnostische maatregel en het nut en doel daarvan, helpt angst en stress te verminderen.

Uitleg over bepaalde voorschriften, die nageleefd moeten worden, als aanvulling op de patiëntinformatie, bijv.

- Inname van geneesmiddelen
- Naleving van bepaalde diëten
- Nuchter zijn bij de monstername (behalve spoeddiagnostiek)

Met name bij kinderen is een behoedzame voorbereiding nodig, en de informatie moet aan hun bevattingvermogen zijn aangepast.

3.2 Welke verantwoordelijkheid draagt de persoon die het bloed afneemt?

- Organisatie van de monstername
- Juiste documentatie (patiëntidentificatie en tijdstip van de dag)
- Voorlichting en voorbereiding van de patiënt voor de monstername
- Bewerking van het monster (evt. centrifugeren)
- Bewaring tot moment van ophalen (evt. koelen/verwarmen)

Let op:

Communicatie met het laboratorium en evt. met de transporteur is onontbeerlijk voor een juiste wijze van transport en opslag!

Meer informatie vindt u in *hoofdstuk 10 – Opslag & transport*.

3.3 Identificatie

Patiëntidentificatie

- Naam
- Voornaam
- Geboortedatum
- Evt.: Opnamenummer, afdeling, kamernummer

Verwisselingen komen niet alleen voor bij veel voorkomende namen.

Belangrijk: Stel altijd directe vragen.

Nooit: “U bent toch meneer Jansen?”

Anders zou deze vraag door een slechthorende, dove of dementerende patiënt met een simple hoofdknik beantwoord kunnen worden.

De patiënt die op het aangegeven bed zit, zou ook een bezoeker kunnen zijn.

Als de identiteit van de patiënt onduidelijk is, dient iedere monstername geweigerd of alleen onder voorbehoud uitgevoerd te worden.

Identificatie van degene die het bloed afneemt

De identiteit van de afnemende persoon moet voor elk monster traceerbaar zijn.

- evt. aangeven op de aanvraagbon

Vragen om nadere info over de wijze en het tijdstip van afname, evt. problemen bij het nemen van het monster, de toestand van de patiënt en andere belangrijke details kunnen bij onduidelijke bevindingen nuttig zijn.

Identificatie van de aanvragend arts

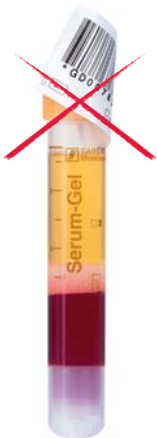
Als de identiteit van de aanvragende arts bekend is, kunnen vragen worden gesteld bij

- onleesbare aanvragen (bijv. verwijsbriefje)
- verkeerde aanvragen (bijv. prostaatfosfatase bij een vrouwelijke patiënt)
- beperking tot de belangrijkste analyses bij te weinig monstermateriaal

Identificatie van het monster

- **Monsterbuisjes** zonder eenduidige identificatie mogen nooit geanalyseerd worden.
- **Barcode-etiketten** zorgen ook hier voor een betrouwbare identificatie.
- **De identificatie** dient altijd op het primaire buisje te worden aangebracht.
- **Bij glazen of kunststofbuisjes** moeten alleen watervaste viltstiften worden gebruikt.
- **Additieven** (stollingsremmer, stollingsactivator, gel) zijn gekenmerkt door een kleurcode op de monsterbuisjes. Vanwege ontbrekende internationale standaardisering kan evt. een extra markering nodig zijn.

Identificatie van het monster nooit op deksel, verpakking of transportverpakking bevestigen.

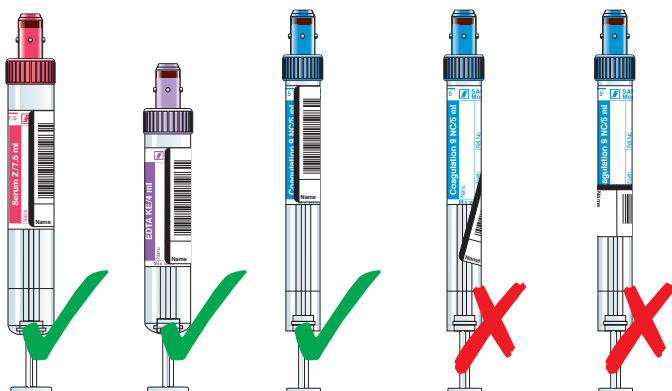


Wettelijke voorwaarden & etikettering

- Het ingestuurde onderzoeksmateriaal en deelvolumes daarvan moeten eenduidig aan een patiënt toe te wijzen zijn. Als dat niet mogelijk is, mag het materiaal niet door het medisch laboratorium in behandeling worden genomen.

⁷ RiLiBÄK § 6.1.7. Deel A5

Oplossing: Monsterbuisje direct voor de bloedafname van de barcode voorzien.



- Monsterbuizen zijn correct geëtiketteerd, wanneer:

- vrij zicht op de inhoud gewaarborgd is
- controle van het vulpeil mogelijk is
- de schroefdop ongehinderd kan worden verwijderd
- buisjes en etiketten niet in de centrifuge vast komen te zitten of aan elkaar plakken



3.4 Toepassingsgebieden

Aanduiding	In navolging van BS 4851 (EU-code)	ISO 6710:2017	Toepassings- gebied
S-Monovette® serum			klinische chemie, serologie, speciale onderzoeken
S-Monovette® serum-gel			klinische chemie, serologie (alleen routinediagnostiek)
S-Monovette® citraat (1:10)			Stollingsanalyse (bijv. Quick, PTT, TZ, fibrinogeen)
S-Sedivette® BSG (1:5)			BSE-bepaling volgens Westergren resp. S-Sedivette®
S-Monovette® lithium-heparine			Plasmawinning voor klinische chemie, serologie
S-Monovette® lithium-heparine-gel			Plasmawinning voor klinische chemie, serologie
S-Monovette® EDTA KE			Hematologie (bijv. Hb, HK, erytrocyten, leukocyten)
S-Monovette® glucose FE/FH (fluoride/EDTA)			Glucosebepaling en enzym. lactaat
S-Monovette® GlucoEXACT (fluoride/citraat)			Glucosebepaling (48 h stabiel, bij KT)
S-Monovette® metaalanalyse			Metaalanalyse

3.5 Afnamevolgorde

In het verleden zijn er steeds weer stevige discussies over de juiste afnamevolgorde geweest. Recente inzichten en studies hebben inmiddels aangetoond dat bij gebruik van een modern bloedafnamesysteem overdracht van additieven zeer onwaarschijnlijk is, mits er deskundig gebruik wordt gemaakt van een gesloten bloedafnamesysteem. Zo is bij de afname met de Safety-canule en de S-Monovette® geen overdracht van EDTA aangetoond.⁸

Bij overdracht van EDTA in een serum- of heparine-buisje kan bijv. kalium verhoogd en calcium verlaagd zijn.⁹

Om echter ook onder de slechtste omstandigheden bij de bloedafname voor de grootst mogelijke zekerheid te zorgen, adviseren wij u desondanks om u aan een van de volgende afnamevolgordes te houden.

⁸ Sulaiman, Effect of order of draw samples during phlebotomy on routine biochemistry results; J Clin Pathol. 2011; 64(11): 1019–20
⁹ Calam et al.; Recommended “Order of Draw” for Collecting Blood Specimens into Additive-Containing Tubes; Clin. Chem.; 1982; 28(6): 1399

Aanbevolen afnamevolgorde

Volgens Gurr¹⁰:

In navolging van BS 4851 (EU-code)	ISO 6710:2017	
		Bloedkweek
		Serum-/ serum-gel-bloed
		Citraatbloed
		Heparine-/ heparine-gel-bloed
		EDTA-bloed
		Fluoride-/ citraat-fluoride-bloed

Volgens CLSI¹¹:

In navolging van BS 4851 (EU-code)	ISO 6710:2017	
		Bloedkweek
		Citraatbloed
		Serum-/ serum-gel-bloed
		Heparine-/ heparine-gel-bloed
		EDTA-bloed
		Fluoride-/ citraat-fluoride-bloed

¹⁰ Gurr et al.; Musterstandardarbeitsanweisung Präanalytik; J Lab Med 2011
¹¹ CLSI Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture, Approved Standard 2007, 6th edition GP 41-A6 (former H3-A6), 27 (26)

3.6 Vermijden van ondervulling

Om verkeerde metingen of weigering van monsters in het laboratorium vanwege ondervulling te voorkomen, is een exact vulvolume vereist. Hiermee moet algemeen bij alle preparaten rekening worden gehouden.

Met name bij citraatbuisjes voor stollingsanalyse is het strikt noodzakelijk dat het bloedafnamesysteem exact gevuld is.

Ondervulling veroorzaakt hier een overschot aan citraat in het buisje (verhouding bloed tot preparaat). Omdat citraat calcium bindt, wordt meer calcium gebonden dan verwacht. Dit heeft een directe invloed op de analyseresultaten.

Als bij de bloedafname met een Safety-Multifly®-canule als eerste citraat wordt afgenomen, leidt dit vanwege het dode volume in de slang tot ondervulling.

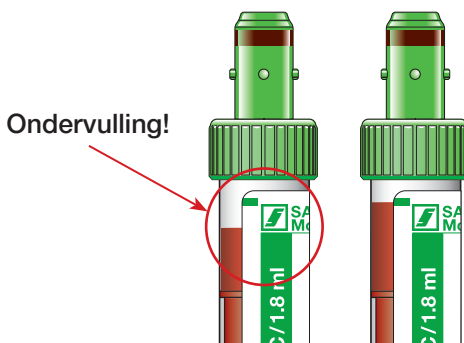
Denk eraan: *Hoe langer de gebruikte slang, des te groter de ondervulling*

Dood volume = volume in de slang:

30 cm slang: ca. 450 µl

20 cm slang: ca. 300 µl

8 cm slang: ca. 120 µl



Daarom moet voor het vullen/ontluchten van de slang een eerste buisje (citraat/ neutraal) worden afgenomen en vervolgens verworpen worden (leeg buisje/ verwerpbuisje). Daarna mag pas het eigenlijke citraatbuisje worden afgenomen.

4 Uitvoeren van de veneuze bloedafname



“De techniek voor veneuze bloedafname – stap voor stap – voor de juiste aanpak in de praktijk”

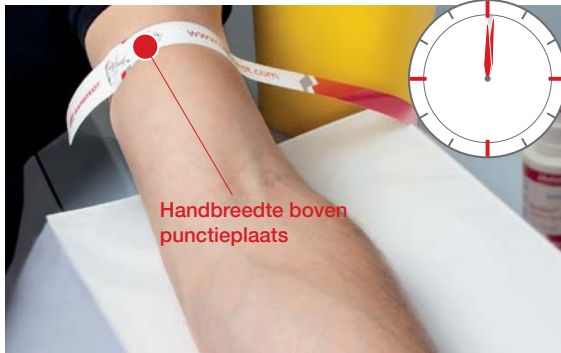
4.1 Standaardvoorwaarden voor de bloedafname

- Geen ongebruikelijke, extreme lichamelijke activiteiten 3 dagen voor de bloedafname
- Geen overmatig alcohol op de dag ervoor (alcoholonthouding van 24 uur)
- Tussen 7 uur en 9 uur nuchter (d.w.z. voedselonthouding van 12 tot 14 uur, water drinken is toegestaan)
- Minstens 10 minuten voor de bloedafname rusten (zitten of liggen)
- 'Pompen' vermijden! Openen en sluiten van de vuist leidt tot een aanzienlijke kaliumtoename (tot 2 mmol/l) in het serum/plasma
- Maximaal 1 min. (beter 30 seconden) stuwen
- Bloedvat aanprikken, stuwning opheffen, bloed afnemen
- Geneesmiddelen: in overleg met de arts innemen of stopzetten

4.2 Verzamelen van het onderzoeksmateriaal: 12 stappen

1. Handen desinfecteren! Handschoenen!
2. Aderstuwband aanleggen
3. Aders beoordelen en keuze maken
4. Desinfecteren!
5. Punctieplaats niet meer aftasten!
6. Beschermhoes van de Safety-canule verwijderen!
7. Geslepen kant van de canule naar boven!
8. Insteekhoek onder 30°!
9. Huid spannen; ader fixeren!
10. Evt. patiënt 'voorwaarschuwing' geven!
11. Bij bloedstroom stuwning losmaken!
12. Monsters nemen; volgorde in acht nemen!

4.3 Veneuze stuwung & punctieplaatsen



Aanleggen van de aderstuwband een handbreedte boven de punctieplaats

Pols moet voelbaar zijn (stuwdruk 50-100 mm Hg)

Stuwtijd max. 1 minuut



Volgens de geldende hygiënevoorschriften desinfecteren



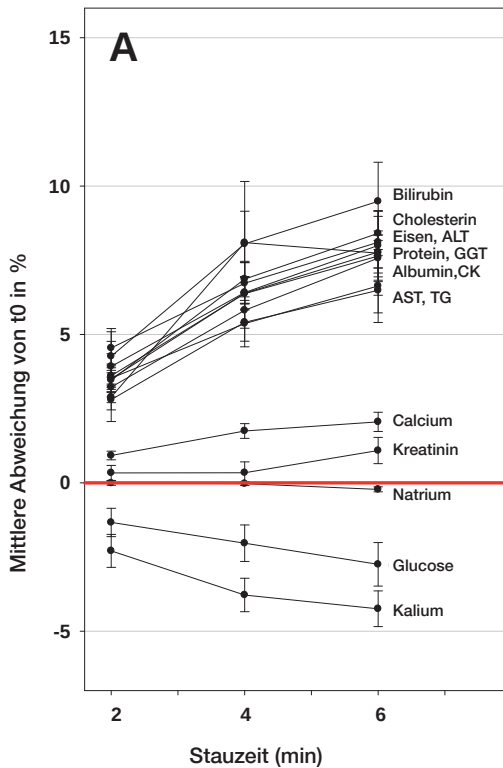
Punctieplaatsen

- ❶ Vena basilica
- ❷ Vena mediana cubiti (het gaat om de niet blauw doorschijnende dikke, dieper gelegen ader, die hier slechts als welving zichtbaar wordt)
- ❸ Vena cephalica, verloopt aan de duimzijde
- ❹ Vena cephalica
- ❺ Vena basilica
- ❻ Rete venosum dorsale manus

Stuwtijd

Een stuwning van langer dan 1 minuut kan leiden tot een concentratieverschuiving in de meetresultaten. Bij hoogmoleculaire stoffen (bijv. totaal proteïne) en ook bij proteïnegebonden calcium kunnen vals-hoge meetwaarden optreden (in zijn totaliteit bijzonder relevant bij meetgrootheden met een relatief smal referentiebereik). Kaliummeetwaarden kunnen bij toename van de stuwtijd dalen.

Vergelijking – 2 min. tegenover 6 min. stuwning



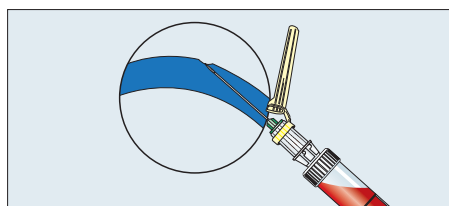
¹² Lichtinghagen et al.: Einfluss der Stauzeit auf normalisierte Laborwerte; J Lab Med 2013; 37(3): 131–37

4.4 Problemen voor/tijdens de bloedafname

Slechte adercondities

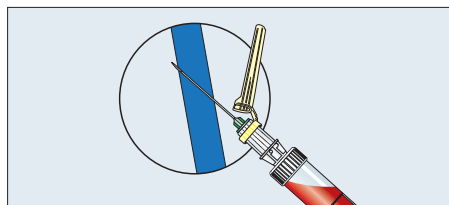
- Andere punctieplaats zoeken
- Warmtekussen of warme doek aanbrengen
- Safety-Multifly®-canule gebruiken
- Bloed afnemen met de aspiratiemethode

Bloedstroom stopt tijdens het afnemen



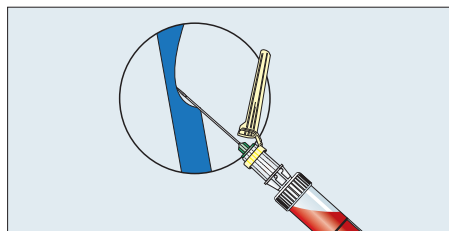
Canuleopening ligt tegen de aderwand **Oplossing:**

Canule iets terugtrekken tot de bloedstroom weer op gang komt.



Canule heeft ader doorboord **Oplossing:**

Canule iets terugtrekken tot de bloedstroom weer op gang komt.



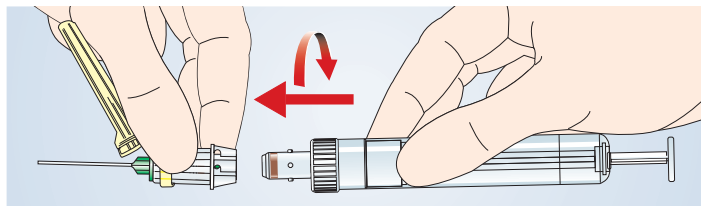
Ader is dichtgeklapt **Oplossing:**

Wachten tot de ader zich hersteld heeft, dan voorzichtig aspireren.

- 'Pompen' met de vuist leidt door de spieractiviteit tot een stijging van K^+ en Mg^{2+}
- Te lang stuwen verandert parameters zoals K^+ , γ -GT
- 'Verbuigen' van de Safety-canule is bij de S-Monovette® niet nodig, omdat de insteekhoek standard erg vlak is. Lumenverandering door verbuigen kan cellen beschadigen (hemolyse).
- Een te dunne canule kan eveneens tot hemolyse leiden.

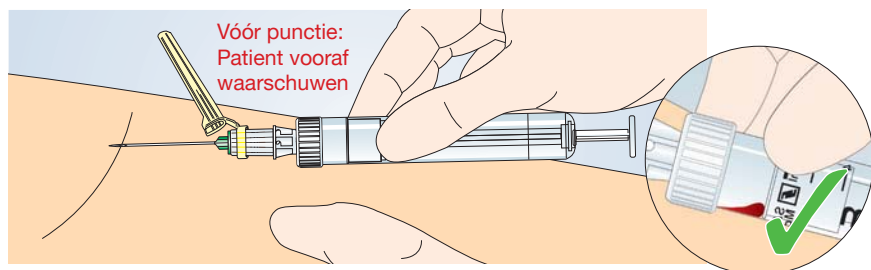
4.5 Aspiratie- & vacuümtechniek

4.5.1 S-Monovette® aspiratietechniek

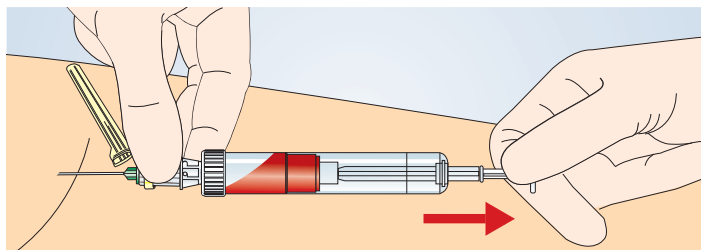


BELANGRIJK:

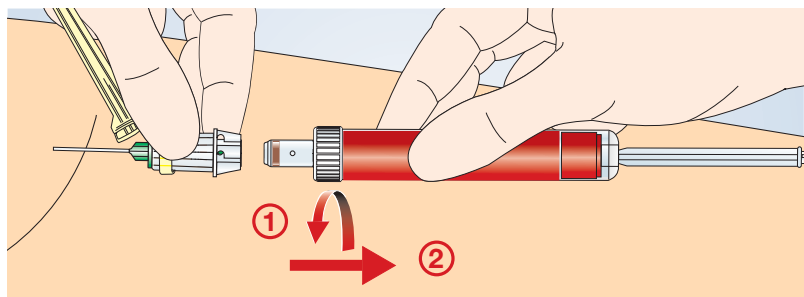
- De Safety-canule pas net voor de punctie aan de S-Monovette® vergrendelen door hem iets rechtsom te draaien.



- Met de duim van uw vrije hand de huid spannen door eraan te trekken. Ader fixeren. Patiënt 'vooraf waarschuwen' en prikken. Zodra de ader met succes is aangeprikt, stroomt een eerste bloeddruppel in de S-Monovette®. Daaraan ziet u of u de ader heeft geraakt.

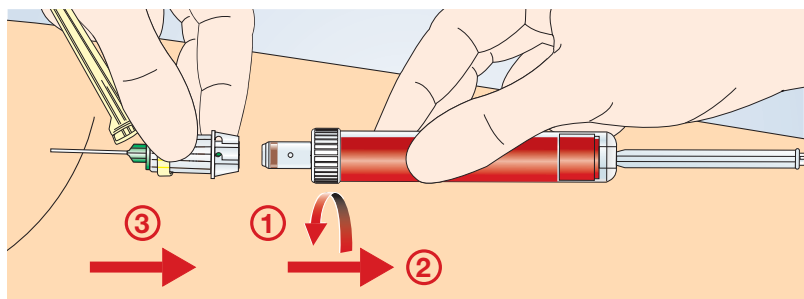


- Stuwung losmaken en de zuigerstang langzaam tot aan de aanslag terugtrekken. Wachten tot de bloedstroom stopt.

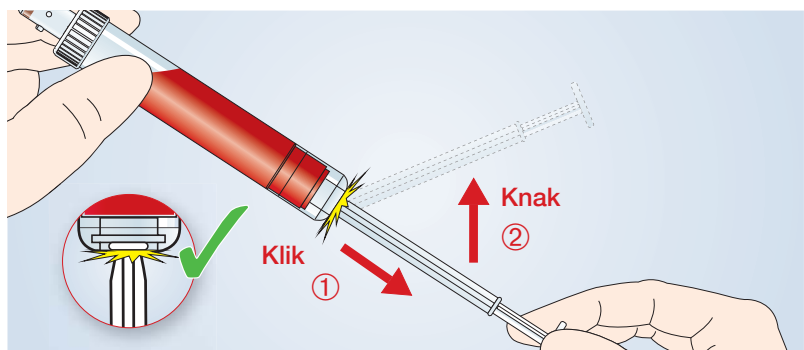


- Na afloop van de **afzonderlijke** bloedafnames moet de S-Monovette® 1 - 2 keer worden gedraaid.
- Wissel de S-Monovette® bij meerdere bloedafnames. S-Monovette® door iets linksom te draaien uit de Safety-canule losmaken. De Safety-canule blijft in de ader.

Beëindigen van de bloedafname



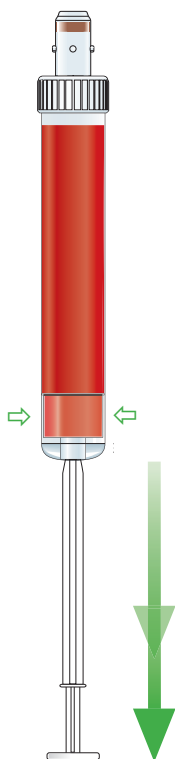
- **Eerst** de S-Monovette® losmaken en **dan** de Safety-canule uit de ader trekken.



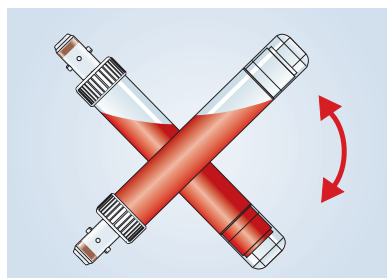
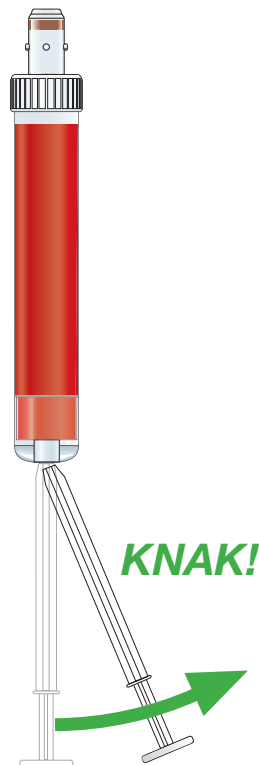
BELANGRIJK: Na de bloedafname de zuigerstang bij alle S-Monovetten in de “knak”-positie trekken en afbreken!

Trek de zuigerstang recht terug naar achteren totdat de zuiger met een hoorbare **KLIK** vergrendelt.

Zuiger helemaal naar achteren trekken

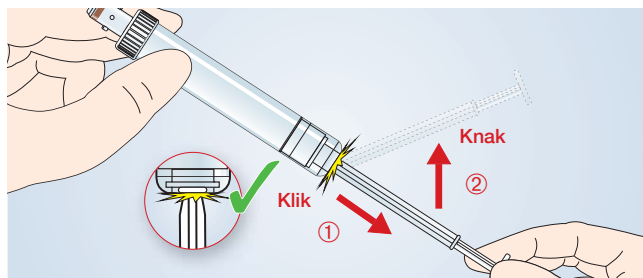


Breek dan pas de zuigerstang af!
KNAK!

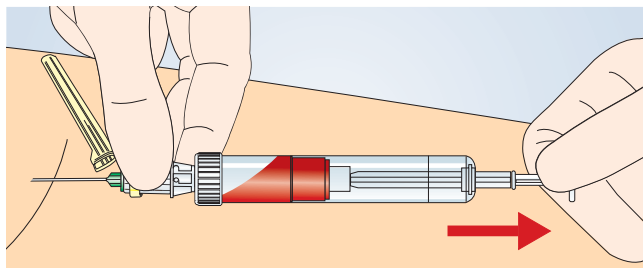
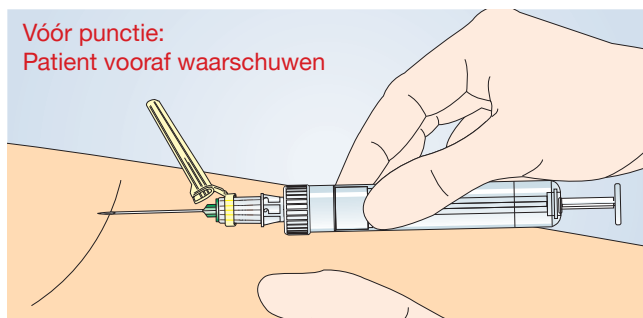


- Na afloop van de **gehele** bloedafname moeten alle S-Monovetten grondig op en neer worden geschud.

4.5.2 S-Monovette® vacuümtechniek

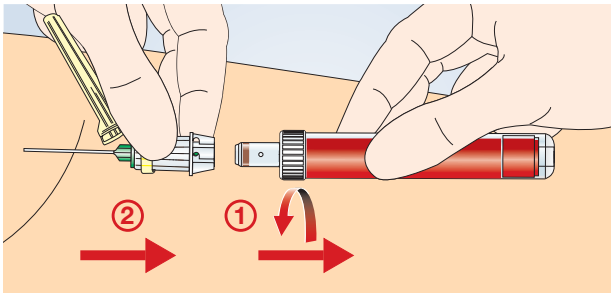
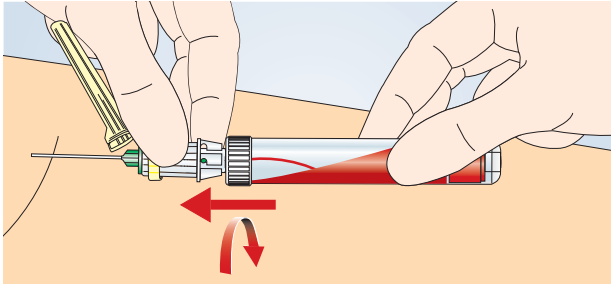


- S-Monovetten voorbereiden – een vers vacuüm maken Trek daarvoor de zuigerstang terug en vergrendel de zuiger in de bodem van de S-Monovette® ('Klik'). Breek dan de zuigerstang af ('Knak').
- In principe adviseren wij de eerste S-Monovette® met de aspiratietechniek af te nemen, om zo op een voorzichtige manier met de bloedafname te beginnen.

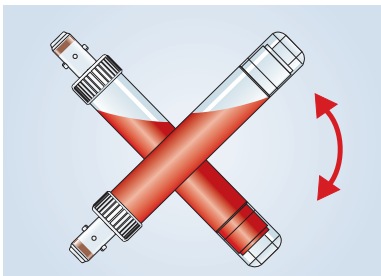


- Na afloop van de **afzonderlijke** bloedafnames moet de S-Monovette® 1 - 2 keer worden gedraaid.

- Nu kan de S-Monovette® met de vacuümtechniek worden verwijderd. Vergrendel de aanwezige S-Monovette® daarbij in de Safety-canule door deze rechtsonder te draaien.



- Wacht tot de bloedstroom stopt, koppel vervolgens S-Monovette® van de Safety-canule los en trek de Safety-canule dan uit de ader.
- Na afloop van de **gehele** bloedafname moeten alle S-Monovetten grondig op en neer worden geschud.



4.6 Bloedafname aan katheters

Bloedafname aan katheters moet vanwege de mogelijke vervalsing van meetwaarden vermeden worden. Hemolyse en contaminaties door infusies zijn mogelijke risico's. Als bloedafname via de katheter echter onvermijdelijk is, moet op het volgende worden gelet:



- Om verdunningseffecten of contaminaties te vermijden, moeten tussen de laatste infusie en de bloedafname ten minste 15 minuten zijn verstreken. De tijd is afhankelijk van de infusie en van de interne regels van de instelling.⁶
- Adviezen voor het tijdstip van bloedafname na infusies¹

Infusie	Vroegste tijdstip (uren) voor een bloedafname na beëindiging van een infusie ¹
Vetemulsie	8
Koolhydraatrijke oplossing	1
Aminozuren, proteïnehydrolysaten	1
Elektrolyten	1

- Indien de katheter met een heparinehoudende oplossing is gespoeld, moet deze vóór de bloedafname voor stollingsanalyses met keukenzout worden gespoeld.¹³
- Vóór de bloedafname moet 5-10 ml bloed worden verworpen. Om verwisselingen te vermijden, moet dit buisje overeenkomstig worden gekenmerkt.¹³

In principe kan een mededeling aan het laboratorium dat het monster via een katheter is afgenomen, helpen bij mogelijke interpretatieproblemen bij niet-plausibele analyseresultaten. Bij de therapeutische geneesmiddelencontrole (TDM) moet vooral goed op het risico van contaminatie worden gelet. Inspoeling van geneesmiddelresten kan tot vals-hoge waarden leiden.

¹ Guder et al.; Proben zwischen Patient und Labor; 2009

⁶ Endler et al.; The importance of preanalytics for the coagulation laboratory; Hämostaseologie 2010; 30(2): 63-70

¹³ Spannagl et al.; Hämostaseologische Globaltests; Hämostaseologi 2006

Hemolyse-risicofactor: Katheter

Bij de bloedafname aan katheters wordt de vacuümtechniek afgeraden vanwege de hoge stroomsnelheid van het bloed. Dit leidt tot een hoog hemolyserisico.¹⁴⁻¹⁷

Met de aspiratietechniek is **rustig en langzaam vullen**¹⁸ van de S-Monovette® mogelijk. Daardoor wordt de kans op hemolyse aanzienlijk verkleind.

¹⁴ Margo A et al; Obtaining blood samples from peripheral intravenous catheters: best practice; AJCC; 2009, 18 (5)

¹⁵ Lippi et al.; Prevention of hemolysis in blood samples collected from intravenous catheters; Clin Biochem 2013; 46(7-8): 561-4

¹⁶ Heyer et al; Effectiveness of practices to reduce blood sample hemolysis in EDs: A laboratory medicine best practices systematic review and meta-analysis Clin Biochem 2012; 45(13-14): 1012-32

¹⁷ Grant; The Effect of Blood Drawing Techniques and Equipment on the Hemolysis of ED Laboratory Blood Samples; J Emerg Nurs 2003; 29(2):116-21

¹⁸ Benso; Can a blood sample for diagnostic exams be drawn from a peripheral venous catheter?; Assist Inferm Ric; 2015; 34(2): 86-92

Multi-adapter – de directe verbinding

De S-Monovette® kan met behulp van de multi-adapter direct op een katheter worden aangesloten.

Het gebruik van wegwerpspuiten en het risico van hemolyse en kruisbesmetting dat daardoor ontstaat, kan hierdoor vermeden worden.



- Voor verbinding van de S-Monovette® met luer-verbindingen, bijv. in-vitrokatheter of driewegkraan.

4.7 Bloedafname voor bloedkweekdiagnostiek

In de volksmond is een sepsis bekend als bloedvergiftiging. Wat minder bekend is, is dat het sterftecijfer (letaliteit) ca. 50%¹⁹ is.

Veel voorkomende symptomen:

- Apathie/zwakte
- Koorts, koude rillingen
- Verwardheid
- Zware en snelle ademhaling
- Snelle pols, lage bloeddruk
- Koude, slecht doorbloede handen en voeten (centralisatie)

Sepsis is een noodsituatie die een zo vroeg mogelijke diagnose en onmiddellijke therapie vereist: internationale en nationale behandelrichtlijnen schrijven toediening van antibiotica binnen één uur voor. Voordat antibiotica worden toegediend, moeten ten minste 2 bloedkweken worden afgenomen.

Als tijdstip voor de bloedafname wordt het begin van een koortsaanval aan een perifere ader geadviseerd.

Bloedafname uit veneuze toegangen (bijv. CVK) is niet geschikt.

De zeggingskracht van het monster wordt in hoge mate beïnvloed door vermijding van contaminaties, transporttijd, bewaarcondities en mededeling van klinische informatie.²¹

De volgende informatie moet aan het laboratorium worden medegedeeld²⁰:

- Afnamelocatie
- Afnamedatum
- Patiëntidentificatie
- Verdenkingsdiagnose
- Indien van toepassing informatie over lopende antibiotische therapie

¹⁹ Pschyrembel 2004

²⁰ Borde et al.; Abnahme von Blutkulturen; Dtsch Med Wochenschr; 2010; 135: 355-58

²¹ Simon et al.; Blutkulturdiagnostik – Standards und aktuelle Entwicklungen; J Lab Med; 2012; 36(4):199–207

4.7.1 Hygiënische eisen

Vals-positieve bloedkweken zijn meestal te wijten aan gebrekkige hygiënemaatregelen en kunnen leiden tot verlengde ziekenhuisopnames, onnodige antimicrobiële therapieën, aanvullende diagnostiek en aanzienlijke extra kosten.²¹

Bij de afname van bloed met bloedkweekflessen moet aan de hygiënische eisen worden voldaan.

Om contaminaties te vermijden zijn de volgende stappen nodig:

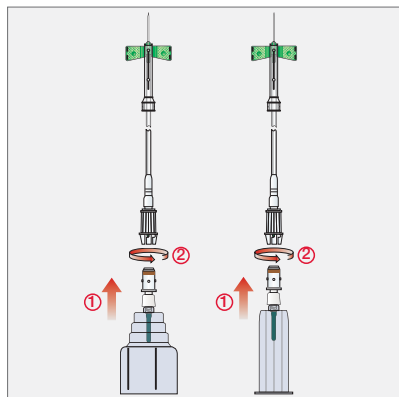
1. Hygiënische desinfectie van de handen
2. Handschoenen dragen
3. Desinfectie van de punctieplaats (bijv. met 70% isopropanol of huiddesinfectiemiddel)
 - a. Aanbrengen van het desinfectiemiddel
 - b. Nogmaals aanbrengen van het desinfectiemiddel en laten drogen

Belangrijk: Na de huiddesinfectie de punctieplaats niet nogmaals palperen.

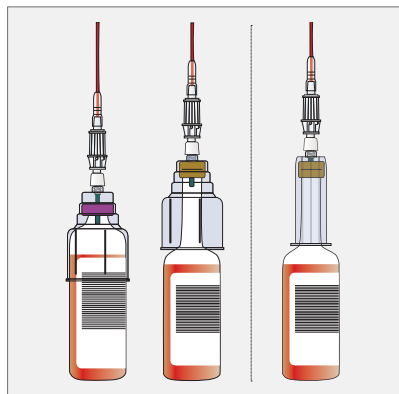
4. Desinfectie van de bloedkweekflessen
 - a. Beschermdoppen verwijderen
 - b. Gummi septum desinfecteren

²¹ Simon et al.; Blutkulturdiagnostik – Standards und aktuelle Entwicklungen; J Lab Med; 2012; 36(4): 199–207

4.7.2 Uitvoeren van de bloedafname

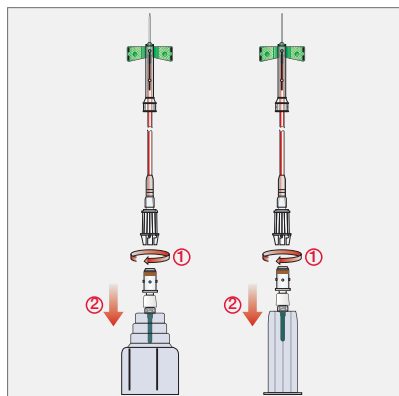


1. Doorloop de hierboven genoemde hygiënische stappen.
Sluit de bloedkweek-adapter aan op de geleidingshuls van de Safety-Multifly®-canule.
Prik de ader aan en fixeer de canule.

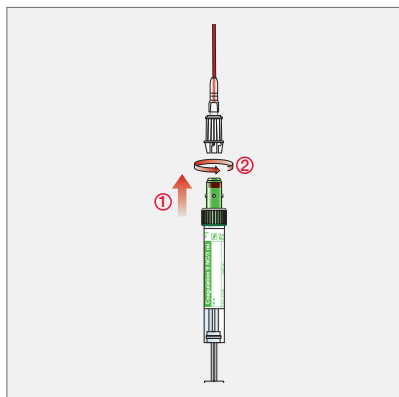


2. Plaats de bloedkweekfles rechtop/verticaal in de houder. Het kweekmedium in de fles mag niet in contact komen met de sluiting van de bloedkweekfles.
Door het aanwezige vacuüm in de bloedkweekfles vult de fles zich vanzelf.

Let op: Neem het vulvolume in acht.



3. Als andere bloedafnames met de S-Monovette® noodzakelijk zijn, koppelt u de bloedkweek-adapter los van de geleidingshuls van de Safety-Multifly®-canule.



4. Daarna kunt u bloed via de Safety-Multifly®-canule afnemen zoals u dat gewend bent.

Belangrijk:

- De gebruiksaanwijzing van de fabrikant van de bloedkweekfles moet altijd worden opgevolgd.
- Na de bloedafname moet de inhoud zorgvuldig worden gemengd.
- Flessen niet beluchten, dat is niet nodig.
- De geënte flessen moeten zo snel mogelijk bij omgevingstemperatuur naar het laboratorium worden gezonden.

4.7.3 Monstervolume & aantal flessen

Let op:

Het bloedvolume moet tijdens de afname met behulp van de schaalverdeling worden gecontroleerd. Het vacuümvolume van de fles kan groter zijn dan het vereiste vulvolume.

U kunt het vulvolume van het bloed tijdens de afname gemakkelijker controleren als u voor de afname de vulhoogte op de fles markeert.

De gevoeligheid van de bloedkweekdiagnostiek is afhankelijk van het aantal afgenomen paartjes en het monstervolume.

Er zijn uiteenlopende adviezen met betrekking tot bloedvolume, aantal bloedkweekparen en gebruik van aërobe en anaërobe flessen.

Daarom moeten altijd de aanwijzingen van de fabrikant in acht worden genomen.

5 Bloedafname in de pediatrie

“Pediatrische en neonatologische patiënten hebben speciale behoeften en stellen hoge eisen aan personeel en afnamesysteem.”



Pediatrie

De pediatrie wordt ook wel kinder- en jeugdgeneeskunde genoemd. Een belangrijke tak binnen de pediatrie is de neonatologie, d.w.z. de behandeling van te vroeg geboren baby's.

De levensvatbaarheid van vroeggeborenen begint in de 23e zwangerschapsweek, wanneer de pasgeborenen een geboortegewicht van zo'n 500 gram hebben.

Deze patiëntjes hebben speciale behoeften en stellen hoge eisen aan personeel en afnamesysteem.

5.1 Anamnese²²

De informatie over de anamnese bij kinderen wordt opgevraagd bij derden, meestal aan de moeder of voogd.

Vanaf de schoolgaande leeftijd moet dit ook altijd direct bij het kind worden opgevraagd.

De anamnese moet de volgende gegevens bevatten

- huidige aandoening
- complete voorgeschiedenis van het kind
- zwangerschap en geboorte
- voorgeschiedenis van de familie van de ouders

Belangrijk:

Een kind kan zich ondanks een levensbedreigende aandoening nog steeds in een relatief goede algemene toestand bevinden. De verslechtering kan tijdens het anamnesegesprek, het klinisch onderzoek of zelfs pas na opname in het ziekenhuis optreden.

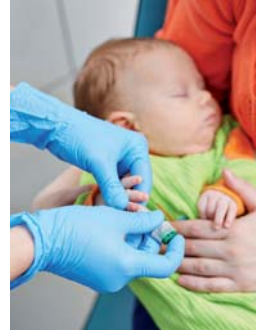
²² Speer et al.; Pädiatrie; 2013

5.2 Voorwaarden voor de bloedafname

Tussen de 7e levensmaand en het 3e levensjaar kan een normale bloedafname door tegenstribbelen van het kind onmogelijk zijn.

De volgende tips helpen om betere omstandigheden te creëren:

- Geen lange wachttijd
- Lichte, warme, kindvriendelijke ruimtes met speelgoed voor alle leeftijdsklassen
- Kleine cadeautjes (met name pleisters, dapperheidsoorkondes etc.)
- Vriendelijke, begripvolle sfeer
- Evt. kind bij moeder op schoot behandelen
- Warme handen en apparaten
- Houd rekening met schaamtegevoelens, ook al bij heel jonge kinderen



5.3 Bloedafname in de pediatrie

Het totale bloedvolume van een gezonde pasgeborene bedraagt ca. 300 ml. Een vroeggeboren baby van 1.000 g heeft een totaal bloedvolume van ca. 80 ml. Vanwege dit geringe volume is het van cruciaal belang dat er zo weinig mogelijk, maar wel zo veel bloed als nodig is, wordt afgenomen.

Bovendien kan de monstername bij vroeg- en pasgeborenen en zuigelingen problematisch zijn. Voor zover mogelijk kunt u deze lastige omstandigheden iets gemakkelijker maken door de juiste afnametechniek in combinatie met geschikte monsterbuisjes te kiezen.

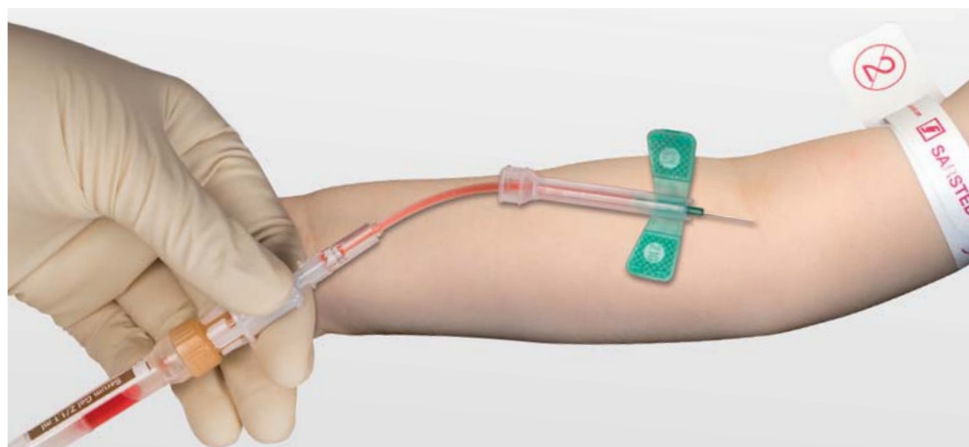
5.3.1 Veneuze bloedafname

Voor de veneuze bloedafname kunt u kiezen tussen de gesloten veneuze bloedafname en de druppeltechniek (bijv. aan de hoofdader).

Punktionsstelle	Vroeggeborene	Pasgeborene	Zuigeling	Klein kind	Schoolkind
Hoofdader	Alleen bij <1 week	Raadzaam	Raadzaam	–	–
Armader	Evt.	Evt.	Evt.	Raadzaam	Raadzaam
Handrug	Raadzaam	Raadzaam	Mogelijk	Raadzaam	Raadzaam
Voetrug	Raadzaam	Raadzaam	Mogelijk	Evt. (pijnlijk)	–

Gesloten veneuze bloedafname

Omdat bloed met behulp van de aspiratietechniek voorzichtig kan worden afgenomen (zie *hoofdstuk 4 – Uitvoeren van de veneuze bloedafname*) vormt de S-Monovette® Pediatrie in combinatie met de korte Safety-Multifly®-canule de optimale oplossing voor moeilijke adercondities binnen de pediatrie.



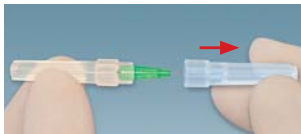
Druppel-bloedafname

De microcanule in combinatie met de geprepareerde micro-monsterbuisjes vereenvoudigt de bloedafname uit de hoofdader. De lastige omgang met afgebroken luer-canules vervalt.

Afgebroken naalden zijn klein, onhandig en kunnen hemolyse veroorzaken (braamvorming in de canule).



Hanteren van de microcanule



1. Beschermcap eraf trekken.



2. Microcanule uit de beschermhoes halen.



3. Punctieplaats desinfecteren.
Ader aanprikken en bloed in een geprepareerd micro-monsterbuisje laten druppelen. Als de bloedstroom stopt, kan de microcanule met behulp van de greep veilig 360° worden gedraaid.



4. Microcanule in een geschikte afvalcontainer doen.

5.4 Verschil tussen capillair bloed en veneus bloed

Voor het beoordelen van de analyseresultaten is het van belang dat er rekening wordt gehouden met het monstermateriaal. Tussen capillair bloed en veneus bloed bestaan voor verschillende parameters concentratieverschillen. Zo is de serumconcentratie van totaal eiwit, bilirubine, calcium, natrium en chloride significant lager in capillair bloed vergeleken met veneus bloed.²³

De concentratie van glucose, lactaat en CK in capillair bloed is echter hoger dan in veneus bloed.

²³ Kupke et al.; On the composition of capillary and venous blood serum; Clin Chim Acta. 1981; 112(2): 177–85

5.5 Standaardwaarden

Afhankelijk van de leeftijd van het kind zijn de concentraties van analyten op andere gebieden normaal, vergeleken met volwassenen. Daarom is het belangrijk dat de analyseresultaten altijd worden beoordeeld in relatie tot de referentie-/standaardwaarden²⁴ die bij de betreffende leeftijd horen.

In de volgende tabel worden als voorbeeld enkele parameters genoemd.

²⁴ Kohse et al.; National and international initiatives and approaches for the establishment of reference intervals in pediatric laboratory medicine; J Lab Med 2015; 39(4): 197-212

Analyt	Proefpersoon	SI	Conventioneel	Opmerking
Bilirubine (totaal)		µmol/l	mg/dl	Indirect bilirubine bij pasgeborenen verhoogd o.a. door toegenomen erytrocytenafbraak. Waarde >16–18 mg/dl gevaar voor kernicterus. Bij pasgeborenen directe fotometrische meting mogelijk, direct bilirubine bij gezonde kinderen niet aantoonbaar.
	Pasgeborenen			
	Dag 1	<68	<4	
	Dag 2–3	<154	<9	
	Dag 3–5	<239	<13–14	
	Zuigeling	1,7–14	0,1–0,8	
	Volwassene	1,7–22	0,1–1,3	
Lactaat		mmol/l	mg/dl	Pasgeborenen kunnen op dag 1 hogere waarden hebben. Verhoogd o.a. bij mitochondriopathieën, weefselhypoxieën.
	Kind/volwassene	0,5–2,2	4,5–20	

Analyt	Proefpersoon	SI	Conventioneel	Opmerking
Creatinine	Pasgeborenen	μmol/l	mg/dl	Waarden afhankelijk van de spiermassa; vrouwen hebben lagere waarden. Creatinineconcentratie in het serum stijgt pas wanneer de glomerulaire filtratiesnelheid <50% is.
	Dag 1	37–113	0,41–1,24	
	Week 1	14–86	0,15–0,95	
	Week 4	12–48	0,13–0,53	
	Zuigeling	22–55	0,24–0,61	
	Kleinkind	25–64	0,28–0,70	
	Kinderen	23–106	0,25–1,17	
	Volwassene	74–110	0,81–1,21	
Erytrocyten		Tpt/l (10 ¹² /l)	10 ⁶ /μl	Snelle afbraak na de geboorte. Verhoogd (polycytemie) bij dehydratatie en bij/na langer verblijf op grote hoogtes.
	Pasgeborene week 1	3,9–6,5	3,9–6,5	
	Pasgeborene week 2	3,6–5,8	3,6–5,8	
	Zuigeling	3,0–5,4	3,0–5,4	
	Kleinkind/kind	4,0–5,4	4,0–5,4	
	Volwassene (m)	4,5–5,9	4,5–5,9	
	Volwassene (v)	3,9–5,2	3,9–5,2	
Hematocriet (HCT/HT)		Fractie l/l	%	HT verhoogd bij dehydratatie, verlaagd bij hyperhydratatie.
	Pasgeborenen	0,45–0,65	45–65	
	Zuigeling	0,30–0,55	30–55	
	Kleinkind/kind	0,31–0,48	31–48	
	Volwassene (m)	0,39–0,52	39–52	
	Volwassene (v)	0,35–0,47	35–47	

Analyt	Proefpersoon	SI	Conventioneel	Opmerking
Hemo- globine (HB)		mmol/l	g/dl	
	Pasgeborene week 1	9,3–13,7	15–22	
	Pasgeborene week 2	7,8–12,4	12,5–20	
	Zuigeling	5,9–9,9	9,5–16	
	Kleinkind/kind	6,8–9,9	11–16	
	Volwassene (m)	8,1–11,2	13–18	
	Volwassene (v)	7,5–9,3	12–15	
Trombocy- ten		Gpt/l($10^9/l$)	10^3 cellen/ μ l	Trombocytopenie bijv. door mazelen 30 Gpt/l: versterkte bloedingsneiging.
	Pasgeborenen	100–250	100–250	
	Klein kind	220–500	220–500	
	Kinderen	150–350	150–350	
	Volwassene	150–400	150–400	
Leuko- cyten		Gpt/l	Cellen/ μ l	Veranderingen in het aantal leukocyten tijdens de eerste levensweken/jaar. Verhogingen (leukocytosen) zijn meestal een gevolg van verhoogde neutrofiële granulocyten.
	Pasgeborene dag 1	9–35	9.000–35.000	
	Pasgeborene week 1–4	5–20	5.000–20.000	
	Zuigeling/klein kind/kind	5–18	5.000–18.000	
	Volwassene (m)	4–10	4.000–10.000	

²² Speer et al.; Pädiatrie; 2013

5.6 Hemostase in de pediatris

Sommige componenten van het stollingssysteem veranderen tijdens de kinderleeftijd en met name in het eerste levensjaar dramatisch om zich aan te passen aan de gewijzigde levensomstandigheden.

Als beschermmechanisme kan bij pasgeborenen een verlaagde trombinevorming en tegelijkertijd een gereduceerde trombineremming worden vastgesteld.

In principe zijn bij pasgeborenen de meeste stollingsfactoren duidelijk lager dan bij volwassenen. Oorzaak is meestal de verminderde leversynthesesnelheid van de pasgeborene, maar er wordt ook gesproken over een versnelde omzetting, met name rond de geboorte.

Veel componenten bereiken na het 1e levensjaar de standaardwaarden van de volwassene. Antitrombine is vanaf de 1e levensmaand en verder tijdens de kinderleeftijd 10 % hoger dan op volwassen leeftijd. De aPTT is tijdens de kinderleeftijd algemeen langer dan bij volwassenen. Factor II en VII blijven 10-20% lager.

Denk eraan: *Er is een groot aantal fysiologische bijzonderheden bij kinderen, waarvan men zich bewust moet zijn om deze met zekerheid van pathologische veranderingen te kunnen onderscheiden.*

Leeftijdsafhankelijke referentiewaarden (voorbeeld-referentiewaarde)

Leeftijd	aPTT [s]*	Leeftijd	Antitrombine [%]	D-dimeren [µg/l]
1–3 maanden	39 (28–49)	1 dag	76 (58–90)	1470 (410–2470)
4–6 maanden	36 (31–44)	3 dagen	74 (60–89)	1340 (580–2740)
7–12 maanden	35 (29–42)	1–12 maanden	109 (72–134)	220 (110–420)
T/m 4 jaar	33 (28–41)	1–5 jaar	116 (101–131)	250 (90–530)
5–9 jaar	34 (28–41)	6–10 jaar	114 (95–134)	260 (10–560)
10–18 jaar	34 (29–42)	11–16 jaar	111 (96–126)	270 (160–390)
Volwassenen	31 (26–36)	Volwassenen	96 (66–124)	180 (50–420)

* gemeten met Pathromtin SL
²⁵ Barthels et al.; Das Gerinnungskompendium; 2012

Vanwege fysiologisch hoger hematocriet is het plasmavolume bij pasgeborenen kleiner. Een hematocriecorrectie is hier niet nodig, aangezien de leeftijdsconforme standaardwaarden onder deze omstandigheden bepaald moeten worden en een correctie niet hoeft plaats te vinden. Belangrijk is dat er gelet op de geringe plasmaopbrengst voldoende monstermateriaal voor de vereiste analyses wordt verzameld.



6 Veiligheid rond de bloedafname

“Informeren, scholen en beschikbaar stellen van veilige arbeidsmiddelen vormen de sleutel tot het vermijden van prikaccidenten en het daarmee gepaard gaande infectierisico.”



Veiligheid – waarom?

De belangrijkste infectieveroorzakers die door naadprikletsels overgebracht kunnen worden, zijn het hepatitis-B-virus, het hepatitis-C-virus en het HI-virus. Door passende beschermende maatregelen zijn zulke ongevallen echter vrijwel volledig te vermijden.²⁶

De EU-Richtlijn 2010/32/EU²⁷ inzake de preventie van scherpe letsels in de ziekenhuis- en gezondheidszorgbranche eist een zo veilig mogelijke werkomgeving voor medewerkers in de gezondheidszorg.

²⁶ Der unterschätzte Arbeitsunfall, Infektionsrisiko durch Nadelstichverletzungen; Initiative SAFETY FIRST!

²⁷ EU-Richtlijn 2010/32/EU van de Raad van de Europese Unie van 10 mei 2010 inzake de preventie van scherpe letsels in de ziekenhuis- en gezondheidszorgbranche

Preventieve en beschermende maatregelen

- Introductie van veilige arbeidsvoorschriften
- Algemene hygiëne naleven
- Beschermende vaccinaties (tegen hepatitis B)
- Geschikte persoonlijke beschermende uitrusting
- Handschoenen dragen
- Snij- en schaafwondjes afdekken met watervaste pleisters
- Onnodig gebruik van scherpe/spitse instrumenten vermijden
- Beschikbaar stellen van medische instrumenten met geïntegreerde veiligheids- en beschermmechanismen
- Verbod op het terugplaatsen van de beschermdop op de gebruikte naald (geen re-capping)

Denk eraan: Meer dan de helft van alle naadprikletsels gebeurt tijdens het weggooien.²⁸

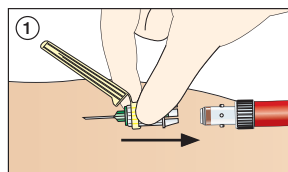
²⁸ SAFETY FIRST, Deutschland - www.nadelstichverletzung.de

6.1 Safety-canule

De Safety-canule is **gebruiksklaar**, omdat de houder (adapter) reeds geïntegreerd is. Daardoor vermindert het mogelijke risico op naadprikletsel aan het achteruiteinde van de canule.

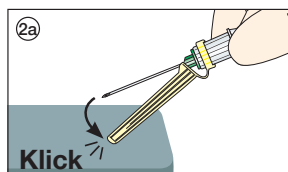


Werkwijze

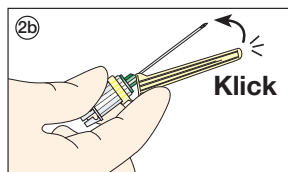


Na de bloedafname:

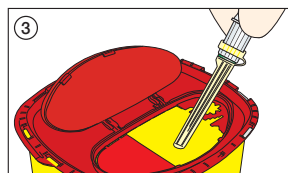
De laatste S-Monovette® uit de Safety-canule losmaken en daarna de Safety-canule uit de ader trekken.



De Safety-canule bij de adapter vastpakken, de naaldbeveiliging op een stabiel, plat oppervlak aanbrengen en de naald naar beneden toe onder lichte druk tot een duidelijk voel- en hoorbare 'klik' in de naaldbeveiliging laten vergrendelen.



Eventueel kunt u de naaldbeveiliging ook met uw wijsvinger activeren. Let er voor een veilige werking op dat dit aan het onderste uiteinde van de beveiliging gebeurt.



Na activering van het beschermmechanisme:

Gooi de beveiligde Safety-canule weg in een afvalcontainer.

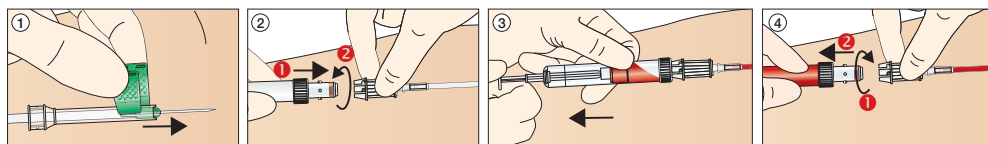
6.2 Safety-Multifly®-canule

De Safety-Multifly®-canule met geïntegreerde houder (adapter) is **gebruiksklaar**.

De eenhandbediening van de naaldbeveiliging van de Safety-Multifly®-canule biedt maximale bescherming.



6.2.1 Uitvoeren van de bloedafname

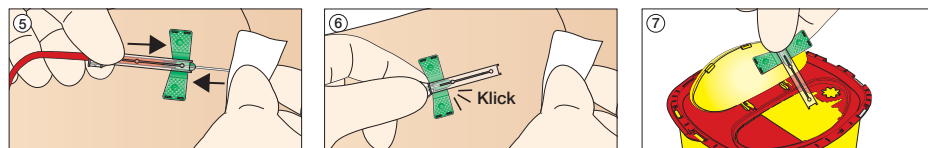


Activering van de naaldbeveiliging...

Veiligheidsactivering **altijd alleen** met **één hand!**

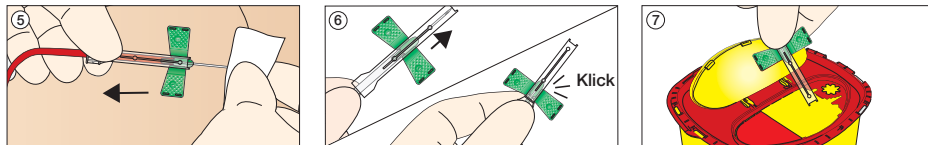
1) ...in de ader:

Activeer de naaldbeveiliging tegelijkertijd als u de Safety-Multifly®-canule uit de ader trekt.



2) ...buiten de ader:

Trek de Safety-Multifly®-canule uit de ader en activeer de naaldbeveiliging.



6.2.2 Toepassing van kortdurende infusie

De Safety-Multifly®-canule zonder geïntegreerde houder (adapter) kan direct worden gebruikt voor de kortdurende infusie en voor de aansluiting op luer-adapters.



6.3 Multi-Safe afvalcontainers

Voor het inzamelen van spitse en scherpe voorwerpen moeten afvalcontainers ter beschikking worden gesteld en gebruikt die aan de geldende voorschriften TRBA 250 (Technische regels voor biologische stoffen - Duits voorschrift) en ISO 23907 voldoen.

In deze voorschriften zijn bijvoorbeeld de volgende punten vastgelegd:

- Vorm en uiterlijk
- Breukbestendige valtests vanaf een bepaalde hoogte
- Perforatieveilige containerwanden tot een druk van 15 N

Indien de afvalcontainers door een afvalbedrijf opgehaald en over de weg vervoerd worden, moet de afvalcontainer verplicht een UN-certificering hebben. De gecertificeerde containers zijn te herkennen aan een UN-code van een aantal cijfers, die zich meestal aan de bovenkant van het deksel bevindt. Afvalcontainers zonder deze code moeten in een container met code worden verwijderd.

Veilig weggooien

Advies:

Multi-Safe tot slechts
ca. $\frac{2}{3}$ van het volume vullen.

Multi-Safe niet te vol doen:

Letselgevaar!

Let op de vullijn



- In principe moet bij het weggooien van potentieel geïnfecteerde medische wegwerpartikelen op **hygiënisch correcte verwijdering** worden gelet!



Veiligheidsinstructies

- Alleen containers gebruiken met een formaat dat geschikt is voor opname van de weg te gooien voorwerpen.
- Voordat u de container gaat vullen moet het deksel er goed op zitten en vast zijn geklikt.
- Container op de aanbevolen zelfklevende adapter draaien of in de wandhouder hangen om omvallen te voorkomen.
- Dagdeksel niet gebruiken om de weg te gooien voorwerpen in de container te drukken.
- Wees bijzonder voorzichtig als u scalpels in de container doet. Als u te veel kracht gebruikt bij het inwerpen van afval of als u probeert andere voorwerpen in de container te doen, dan bestaat er gevaar voor vervorming, waardoor de wanden en de bodem van de container beschadigd kunnen raken.
- Weg te gooien voorwerpen alleen recht naar beneden in de container werpen.
- Geen voorwerpen met geweld in de container drukken.
- Geen vloeistoffen in de container doen.
- Niet met de hand of op een andere manier in de container grijpen (gevaar voor verwonding!).
- Container niet naar beneden gooien, niet schudden, niet laten vallen.
- Controleer voordat u de container afsluit of er geen voorwerpen uit de opening steken.
- Controleer voor het weggooien van de container nauwkeurig of het deksel goed is afgesloten.

7 Centrifugering

“Centrifugeren is een natuurkundig scheidingsproces dat op de verschillende dichtheidswaarden van stoffen berust, bijv. bloedcellen en plasma.”

7.1 Juiste werkwijze bij het centrifugeren

Voor de meeste laboratoriumanalyses is het vloeibare bestanddeel van het bloed, het serum of plasma, nodig. Daarvoor wordt het bloed gecentrifugeerd. In een centrifuge draait een rotor met monsterbuisjes met een snelheid van een paar duizend omwentelingen. Deze snelle omwentelingen zorgen ervoor dat er in het monsterbuisje een veelvoud van de aardversnelling (g) ontstaat. Hierdoor worden de vaste en vloeibare bestanddelen van het bloed van elkaar gescheiden. **Belangrijk is hier** om onderscheid te maken tussen toerental en g-getal (gravitatie of zwaartekracht).

Het g-getal is de waarde die relevant is voor een goed centrifugeringsresultaat. Daarom is het g-getal bij het instellen van de centrifuge altijd erg belangrijk.

Het g-getal kan worden berekend met behulp van de radius (cm) en het toerental/ minuut (rpm):

$$g = 11,18 \times r \times \left(\frac{n}{1.000} \right)^2$$

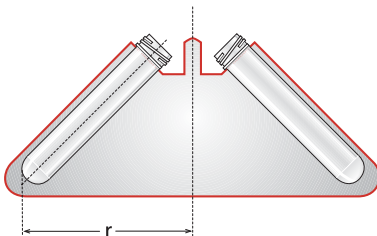
r = radius in cm

n = toerental per min (min⁻¹)

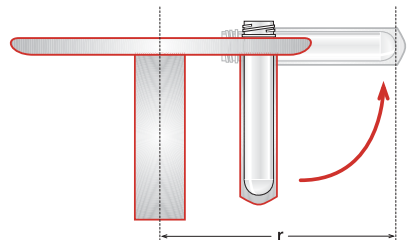
Voor het omrekenen van g-getal naar toerental/minuut [min⁻¹] of andersom kunt u gebruikmaken van de centrifugeringsrekenhulp op www.sarstedt.com/service-beratung/zentrifugationsrechner.

De radius van de centrifuge r is te vinden in de documentatie van de fabrikant van de centrifuge, of u kunt hem bepalen aan de hand van de volgende afbeelding:

Vastehoekrotor



Uitzwaairotor



7.2 Verschil tussen vastehoekrotor en uitzwaairotor

Voor gel-geprepareerde S-Monovetten adviseren wij uitsluitend gebruik te maken van uitzwaairotoren.

Het monsterbuisje in een vastehoekcentrifuge is star in een schuine hoek geplaatst. Het monsterbuisje in een uitzwaairotor beweegt tijdens het centrifugeren van een verticale naar een horizontale positie. Zo kan de kracht tijdens het centrifugeren gelijkmatig van het deksel richting bodem werken.

Een goed gevormde, strak horizontale gellaag is het resultaat.

Vastehoekrotor



Uitzwaairotor



7.3 Serumwinning



S-Monovette® serum-gel met gecoat granulaat voor een snellere stolling

Na de bloedafname moeten serummonsters 30 minuten lang stollen. Dat betekent dat de stollingsfactoren (bijv. fibrine) door het verloop van de stolling opgebruikt worden en de bloedcellen samenklonteren tot een bloedkoek.

De bloedkoek ontstaat in de vorm waarin de bloedcellen zich in het buisje bevinden. Dat betekent dat wanneer de S-Monovette® na de bloedafname plat ligt, de bloedcellen langs het liggende buisje sedimenteren en zo een langwerpige vorm krijgen.

Het zo ontstane geheel kan tijdens het centrifugeren in elkaar worden gedrukt. Na het centrifugeren richt het zich echter weer op als een soort trekharmonica (worstfenomeen).

Het serum uit zo'n monster kan niet automatisch worden gepipetteerd.

Daarom is het belangrijk dat serum-monsters na de bloedafname rechtopstaand worden bewaard.



rechtop staand
gestold monster na
centrifugering



liggend gestold
monster na
centrifugering

7.4 S-Monovette® centrifugeringsvoorwaarden

De centrifugering is een wezenlijk bestanddeel van de pre-analytische fase. De gelijktijdige centrifugering van verschillende S-Monovetten is in het routinelaboratorium voorwaarde om aan de eisen van een snelle patiëntverzorging te voldoen.

Onze geoptimaliseerde centrifugeringsbereiken voor de S-Monovetten bieden u de mogelijkheid de voor u optimale centrifugeringsvoorwaarde te kiezen.

De optimale monsterkwaliteit

Om binnen deze centrifugeringsbereiken een betrouwbare monsterkwaliteit te garanderen, voeren wij omvangrijke en zorgvuldige gevalideerde onderzoeken uit. Voor de beoordeling van de monsterkwaliteit worden bewijskrachtige criteria zoals de intactheid van de gellaag, de hemolyse, het aantal cellen (meestal trombocyten) en de stabiliteit van drie celgevoelige parameters (fosfaat, glucose, LDH) geselecteerd. Voor de S-Monovette® citraat is het aantal trombocyten < 10.000/µl (PPP) volgens DIN 58905-1:2015-12 een criterium.

Minimale centrifugeringstijd

In navolging van BS 4851 (EU-code)	ISO 6710:2017	S-Monovette®	Relatieve centrifugaalversnelling (g)				
			2000 x g	2500 x g	3000 x g*	3500 x g*	4000 x g*
		Serum	10 min	10 min	6 min	4 min	4 min
		Serum-gel	15 min	10 min	4 min	4 min	4 min
		Li-heparine	10 min	10 min	7 min	7 min	7 min
		Li-heparine-gel	15 min	15 min	10 min	7 min	7 min
		Li-heparine-gel+	8 min	7 min	5 min	4 min	4 min
		EDTA	n. v.	n. v.	7 min	6 min	5 min
		EDTA-gel	15 min	10 min	10 min	7 min	7 min
		Citraat	9 min	8 min	7 min	6 min	5 min
		Fluoride	9 min	8 min	7 min	6 min	5 min
		GlucOEXACT	9 min	8 min	7 min	6 min	5 min
		Citraat PBM 1,8 ml Centrifugeradius > 17 cm	9 min	8 min	7 min	6 min	5 min
		Citraat PBM 1,8 ml Centrifugeradius > 9 tot ≤ 17 cm	n.g.	n.g.	10 min	n.g.	n.g.

n.g. = niet gevalideerd
Centrifugering bij 20 °C

* Geldt voor alle S-Monovetten behalve Ø 8 mm (S-Monovetten Pediatrice)

7.5 Omhoog komen van gel tijdens het centrifugeren

Omhoog komen van gel bij de S-Monovette® serum-gel



Bij de S-Monovette® serum-gel is het stollingsproces vóór de centrifugering al afgesloten. Daardoor kan de gel snel, ongehinderd en gelijkmatig compact tussen bloedkoek en buiswand omhoog komen. Daarna zijn serum en bloedkoek van elkaar gescheiden.

Omhoog komen van gel bij de S-Monovette® lithium-heparine-gel



Vóór de centrifugering bevindt zich antige-coaguleerd volbloed in de S-Monovette® lithium-heparine-gel. De corpusculaire bestanddelen van het bloed verdelen zich hier diffuus in het bloedplasma. Tijdens de centrifugering vindt een gefractioneerde opstijging van de gel rondom de corpusculaire bestanddelen vindt. De optimaal gevormde gelbarrière garandeert een veilige scheiding tussen plasma en corpusculaire bestanddelen.

Hercentrifugering

Een herhaalde centrifugering van monsterbuisjes wordt niet aanbevolen.²⁹

Gelyseerde bloedbestanddelen kunnen op deze manier vanuit de weggecentrifugeerde bloedcellen terug in het serum/plasma funderen. Daarna worden bijv. celgevoelige parameters zoals kalium, fosfaat, glucose of LDH veranderd.³⁰

²⁹ CLSI, GP44-A4 2010; § 5.4.3

³⁰ Hue et al.; Observed changes in serum potassium concentration following repeat centrifugation of Sarstedt Serum Gel Safety Monovettes after storage; Ann Clin Biochem 1991; 28: 309-10

Shafi et al.; The Effect of Recentrifugation of Serum Separator Tubes on Concentration of Serum Analytes; Ann Clin Lab Sci 2012 42 (3):318-319

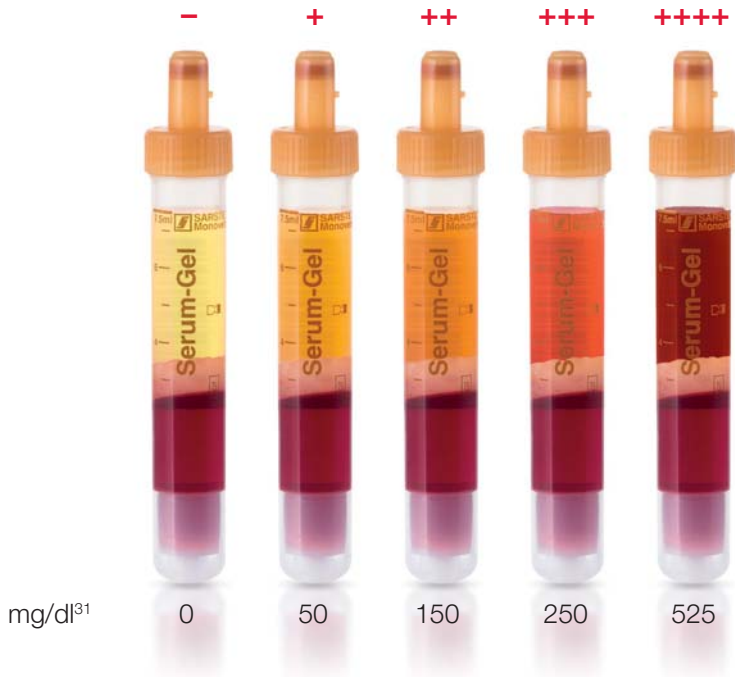
Hira et al.; Pseudohyperkalaemia caused by recentrifugation of blood samples after storage in gel separator tubes; Ann Clin Biochem 2001 38(Pt 4):386-90 Hira et al.; High Serum Potassium Concentrations after Recentrifugation of Stored Blood Specimens; NEJM 2000 343(2):153-154

8 Hemolyse – wat is dat?

“De afbraak van erythrocyten door beschadiging van de celmembraan leidt ertoe dat er hemoglobine in het plasma/serum komt. Er is een roodachtige verkleuring van het serum/plasma te zien.”

Herkenningsskenmerk van een hemolyse

Serum/plasma verkleurt vanaf het moment dat 0,5 % van de erythrocyten kapot is.



Na het centrifugeren is dit te herkennen als een roodachtige verkleuring van het plasma of serum.

Oorzaak is dat er hemoglobine, de rode bloedkleurstof uit de erythrocyten, is vrijgekomen.

Vanaf een concentratie van ca. **20 mg hemoglobine/dl** is een hemolyse in het serum/plasma herkenbaar!

De afwezigheid van een rode kleur betekent niet dat er geen interferentie door hemolyse mogelijk is.

Hemolyse – de afbraak van erythrocyten – wordt afhankelijk van de oorzaak ingedeeld in *in vivo* hemolyse (pathologisch) en *in vitro* hemolyse (fysiologisch).

³¹ CLSI; Hemolysis, Icterus, and Lipemia/Turbidity Indices as Indicators of Interference in Clinical Laboratory Analysis; Approved Guideline; 2012; C56-A

8.1 *In vivo* hemolyse

Als gevolg van ziekte kunnen er **binnen het lichaam** erythrocyten vernietigd worden. In dat geval spreekt men van *in vivo* hemolyse of een hemolytische anemie.

De oorzaak van zo'n ziekte kan erfelijk of verworven zijn.

Erfelijk	Verworven
Hemoglobinopathieën bijv.: sikkelcelanemie, thalassemie	Mycoplasma pneumoniae infectie Koude hemagglutininen Auto-immuun hemolytische anemie (AIHA) Auto-immuunziekten bijv.: lupus erythematoses, chronisch lymfatische leukemie (CLL)
Glucose-6-fosfaat-dehydrogenasegebrek	Infecties (bijv.: malaria, babesiose, clostridium)
Defecten in de erythrocytenmembraan (bijv.: hereditaire sferocytose of hereditaire elliptocytose)	Mechanische belasting in de bloedsomloop bijv.: Diffuse intravasale stolling (DIC) Hemolytisch uremisch syndroom (HUS) Trombotische trombocytopenische purpura (TTP) HELLP-syndroom
Pyruvaatkinase-gebrek = erythrocytaire enzymopathie	Verbrandingen
	Drugs, toxines
	Bloedtransfusie van niet-compatibele bloedgroep

³² Lippi et al; In vitro and in vivo hemolysis, an unresolved dispute in laboratory medicine; 2012

8.2 *In vitro* hemolyse

Deze vorm van hemolyse ontstaat **buiten het lichaam** en is verantwoordelijk voor meer dan 90% van de hemolytische monsters. De oorzaak ligt altijd bij de pre-analyse.

Veel voorkomende oorzaken bij de bloedafname

- Te lange / te sterke veneuze stuwung
- Fysische afschuifkrachten (canule te dun, canule verbogen)
- Traumatische venapunctie (roeren)
- Bloedafname via vacuümtechniek aan katheters¹⁵
- Intraveneuze katheter in combinatie met te hoge onderdruk^{17, 33-39}
- Infusieoplossingen (verduunning, vervalsing)

¹⁵ Lippi et al.; Prevention of hemolysis in blood samples collected from intravenous catheters Clin Biochem 2013; 46(7-8): 561-64

¹⁷ Millius et al.; The „EPIQ“-Study (Evaluation of preanalytical quality): S-Monovette® in manual aspiration mode drastically reduces hemolytic samples in head-to-head study; 2021 Pract Lab Med 27 e00252

³³ Omar et al.; Reducing blood sample hemolysis in the emergency department using S-Monovette® in aspiration mode; 2023; Pract Lab Med 35 e00315

³⁴ Halm et al.; Obtaining blood samples from peripheral intravenous catheters: best practice? Am J Crit Care 2009;18(5): 474-78

³⁵ Wollowitz et al.; Use of butterfly needles to draw blood is independently associated with marked reduction in hemolysis compared to intravenous catheter. Ac Emerg. Med 2013; 20(11): 1151-55.

³⁶ ENA's Translation Into Practice. Reducing Hemolysis of Peripherally Drawn Blood Samples. 2012 (Emergency Nursing Association)

³⁷ Heyer et al.; Effectiveness of practices to reduce blood sample hemolysis in EDs: A laboratory medicine best practices systematic review and meta-analysis; Clin Biochem 2012; 45(13-14): 1012-32

³⁸ Straszewski et al. J; Use of seprate venipunctures for IV access and laboratory studies decreases hemolysis rates; Intern Emerg Med 2011; 6(4): 357-59

³⁹ Dugan et al.; Factors Affecting Hemolysis Rates in Blood Samples Drawn from Newly Placed IV Sites in the Emergency Department; J Emerg Nurs 2005; 31(4): 338-45

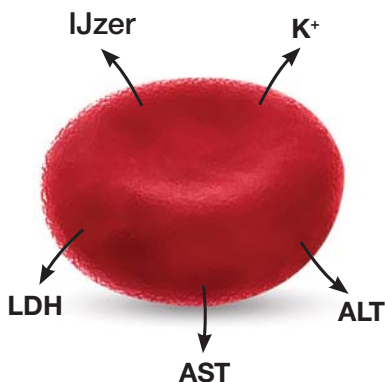
Veel voorkomende oorzaken na de bloedafname

- Te stevig mengen / schudden
- Transportbeïnvloeding (te sterke mechanische belasting, bijv. buizenpost)
- Monster te oud (met de leeftijd van het monster stijgt het hemolyserisico)
- Te sterk koelen / verwarmen / diepvriezen

8.3 Gevolgen van een hemolyse

Vrijkomen van celinhoud – concentratieverschillen

Stoffen die in hogere concentraties in erythrocyten voorkomen (intracellulaire concentratie), komen door het vernietigen van de celmembraan van de erythrocyten bij hemolyse in het serum/plasma (extracellulaire concentratie) terecht. Dit leidt tot vals-hoge meetresultaten.



Vrijkomen van celinhoud – optische verstoring

Bij hemolyse komt ook hemoglobine, de rode bloedkleurstof, vrij in het serum/plasma. Vanwege de eigen extinctie van hemoglobine kan dit bij fotometrische analyses tot valse meetsignalen leiden.

Meetsignaal vals = resultaat vals

Vrijkomen van celinhoud – methodespecifieke verstoring

De afzonderlijke testmethoden kunnen op grond van de uit de cellen vrijgekomen enzymen beïnvloed en verstoord raken.

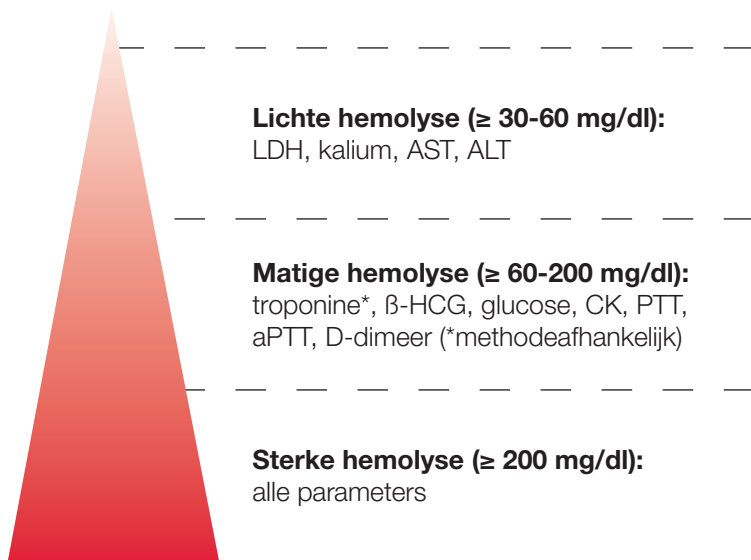
Vrijgekomen celinhoud	Beïnvloede analyse
Vrij hemoglobine	Bilirubine
Adenylaatkinase	CK, CK-MB
Hydrolase	Stolling

Vrijkomen van celinhoud – volumeverschuiving

Bij ernstige / sterke hemolyse komt het binnen het monster tot een volumestijging van het vloeibare aandeel (omdat er bijna of helemaal geen cellen meer aanwezig zijn). Dit leidt tot een verdunning van het serum/plasma.

8.4 Klinische relevantie

De volgende parameters worden beïnvloed:



⁴⁰ Lippi et al.; Hemolyzed specimens: a major challenge for emergency department and clinical laboratories, Crit Rev Clin Lab Sci 2011; 48(3): 143-53

Denk eraan: *De analyseresultaten worden door de hemolyse veranderd, ze weerspiegelen niet de situatie in de patiënt. Dit kan leiden tot onjuiste, ontbrekende of onnodige diagnoses.*

In veel gevallen moet opnieuw bloed worden afgenomen om de juiste analysewaarden te kunnen bepalen.

Dit leidt tot vermijdbare belasting van de patiënt, tijdverlies en extra kosten.^{33,41,42,43}

³³ Omar et al.; Reducing blood sample hemolysis in the emergency department using S-Monovette® in aspiration mode; 2023; Pract Lab Med 35 e00315

⁴¹ Cadamuro et al.; The economic burden of hemolysis; CCLM 2015

⁴² Jacobs et al.; Cost of hemolysis; AnnClinBiochem 2012; 49(Pt 4): 412

⁴³ Jacobs et al.; Haemolysis Analysis; An Audit of Haemolysed Medical Admission Blood Results; AcuteMed 2010; 9(1): 46-47

9 Opslag & transport



“Monsters moeten op zodanige wijze worden getransporteerd en opgeslagen dat de analyseresultaten niet door transport/opslag beïnvloed worden.”

9.1 Monstertransport

Voor een juiste opslag, transport en verzending van de monsters moet rekening worden gehouden met de geldende verzendvoorschriften^{44,45} en met de stabiliteit van de afzonderlijke parameters. Dit vraagt om een optimale organisatie.

Belangrijk: *De verzender is verantwoordelijk voor het verzenden van de monsters en de keuze van het juiste transportsysteem.*

⁴⁴ P650 IATA/ADR

⁴⁵ TRBA 100

Monstertransport conform de verpakkingsinstructie P650 van ADR & IATA

Voor een monstertransport van vloeibare, biologische stoffen uit categorie B in combinatie met transportboxen en -koffers dient u te informeren of de monsters over de weg, per spoor of door de lucht vervoerd gaan worden. Speciaal voor deze verschillende transportwegen geldt verpakkingsvoorschrift P650, dat terug te vinden is in het ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route – weg- & en spoorverkeer) en in de IATA (International Air Transport Association – luchtverkeer). Dit voorschrift zegt dat monsters getransporteerd moeten worden in een 3-componenten-verpakking bestaande uit:

- Primaire verpakking (vloeistofdicht)
- Secundaire verpakking (vloeistofdicht)
- Buitenverpakking (star; met een minimumafmeting van 100 x 100 mm; opschrift “BIOLOGISCHE STOF, CATEGORIE B” met UN-code “UN3373” in een ruit met een minimumafmeting van 50 x 50 mm)

Daarbij moet de primaire of secundaire verpakking bovendien in staat zijn een inwendige druk van 95 kPa te weerstaan zonder vulgoed te verliezen. Daarnaast moet zich tussen de primaire en secundaire verpakking absorberend materiaal bevinden dat het complete vulvolume kan opnemen.



Monstertransport van 'vrijgestelde medische monsters'

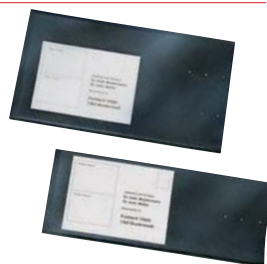
Monsters die niet ingedeeld kunnen worden bij besmettingsgevaarlijke stoffen van categorie A & B, vallen niet onder de voorschriften van ADR/IATA, maar moeten als volgt worden verpakt.

3-componenten-verpakking bestaande uit:

- Primaire verpakking (waterdicht)
- Secundaire verpakking (waterdicht)
- Buitenverpakking (minimumafmeting 100 x 100 mm met het opschrift "VRIJGESTELD MEDISCH MONSTER" of "VRIJGESTELD DIERGENEESKUNDIG MONSTER")

Ook hier moet een absorberend materiaal tussen de primaire en secundaire verpakking worden geplaatst dat het complete vulvolume kan opnemen.

De P650 is meestal bij beide voorschriften identiek.



Uitzondering:

De verzenddozen en transportkoffers die voor het verzenden van monsters van biologische stoffen uit categorie B worden gebruikt, moeten conform de verpakkingsinstructie P650 zijn getest.

In-house-transport / TRBA 100

Voor een veilig bedrijfsintern monstertransport van biologische stoffen en materialen moeten deze in gesloten, vormvaste, onbreekbare, vloeistofdichte en van buiten desinfecteerbare transportverpakkingen vervoerd worden die duurzaam van een opschrift moeten zijn voorzien.

Deze mogen bovendien niet per ongeluk door inwerkingen van buitenaf te openen zijn.⁴⁵



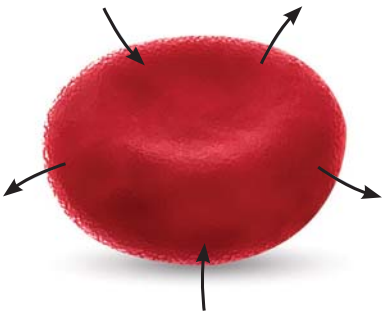
⁴⁵ TRBA 100

10.2 Invloed van temperatuur, tijd & celstofwisseling

Meetresultaten veranderen qua concentratie op grond van de stabiliteit van de afzonderlijke parameter en door de celstofwisseling. Daarnaast kan mechanische of fysieke belasting van de monstermaterialen tot veranderingen leiden.

Celstofwisseling

Bloed is een levend materiaal. Daarom vinden er ook na de bloedafname in het monsterbuisje metabolische processen plaats, ofwel de celstofwisseling.



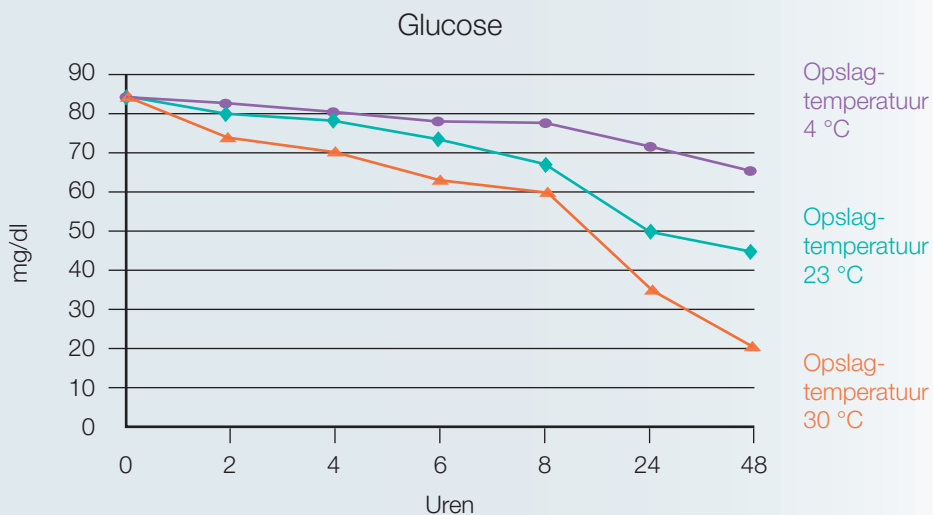
Denk eraan: Bloed leeft!

Invloed van opslag op verschillende meetgrootheden

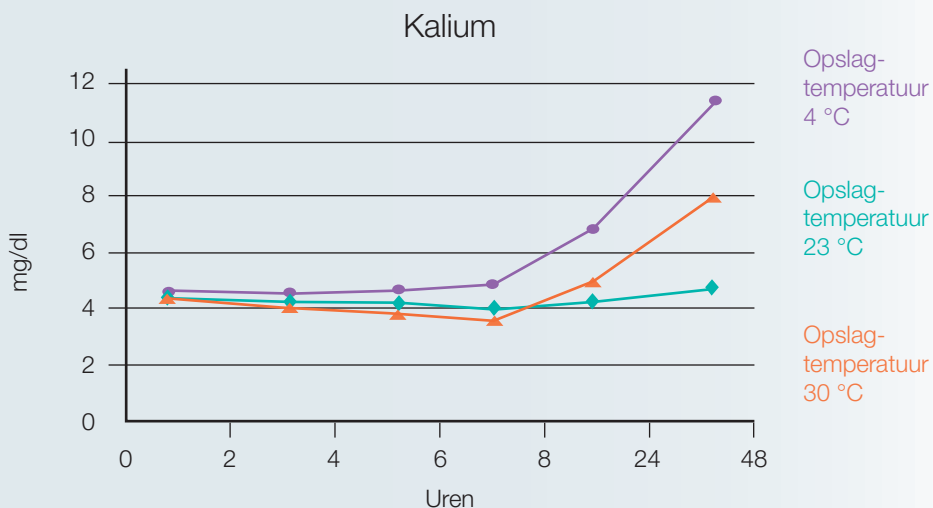
Meetgrootheid	Waarde
Lactaat	Stijgt
Ammoniak	Stijgt
Kalium	Stijgt
Glucose	Daalt
pCO ₂	Daalt

Afhankelijk van de parameter kunnen de waardeveranderingen door speciale stabilisatoren in de diverse preparaten of door fysieke scheiding (gel, Seraplas® filter, maken van aliquots) worden tegengegaan.

Invloed van opslagtemperatuur op glucose en kalium



⁵ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043



⁵ Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043

Denk eraan: *Er is geen ideale temperatuur. Met correct genomen, verse monsters zijn goede resultaten mogelijk.*



- Bloedmonsters zo snel mogelijk naar het laboratorium brengen en analyseren.
- Na centrifugering voorkomen scheidingsgels of filters de diffusie van stoffen uit de erythrocyten in het serum/plasma.

Volbloed zonder serum-/plasmascheiding door middel van gel of filter mag in geen geval worden diepgevroren.

Volledige hemolyse zou het gevolg zijn!

Klinische chemie:

- Bij langere opslag moet het serum in gesloten verpakkingen bij 2–4 °C worden bewaard.
- Serum- of plasmamonsters kunnen langere tijd bij –20°C worden bewaard.
- Voor langere transporttrajecten moeten speciale koeltransporthouders worden gebruikt.
- Voor sommige analyses moet het transport snel (bijv. ammoniak) plaatsvinden.

Stollingsdiagnostiek:

- Het monstertransport dient voor de stollingsdiagnostiek in principe bij omgevingstemperatuur (18-25 °C) plaats te vinden.⁶ De meeste richtlijnen (3, 37) adviseren stollingsmonsters binnen één uur na bloedafname te centrifugeren en binnen vier uur te analyseren. In die tijd kunnen de monsters bij omgevingstemperatuur worden bewaard.

Hematologie:

- EDTA-bloed voor een klein bloedbeeld kan tot 24 uur bij omgevingstemperatuur (18–25 °C) worden bewaard.⁴⁶

⁶ Endler et al.; The importance of preanalytics for the coagulation laboratory; Hämostaseologie 2010; 30(2): 63-70

⁴⁶ Tatsumi et al.; Specimen Collection, Storage, and Transmission to the Laboratory for Hematological Tests; International Journal of Hematology 2002; 75(3); 261-68

Checklist voor het transport

- Monsters afsluiten (verdamping)
- Serum/plasma bij 4-8 °C bewaren
- Rechtopstaand bewaren
- EDTA voor klein bloedbeeld bij omgevingstemperatuur bewaren
- Herhaald invriezen en ontdooien vermijden
- Lichtgevoelige meetgrootheden ('zonparameters') beschermen tegen daglicht (bijv. bilirubine)
- Speciale preparaten voor stabilisatie gebruiken (bijv. S-Monovette® HCY-Z-gel voor homocysteïne)



Buizenpost-transport

Buizenpost-transportsystemen kunnen de tijd tussen bloedafname en analyseresultaat aanzienlijk verkorten.⁴⁷ Maar hier geldt niet: hoe sneller, hoe beter. Slecht of verkeerd ingestelde transportsystemen kunnen hemolyse en activering van stolling veroorzaken.^{48,49,50}

Ter controle worden onder andere LDH-waarden, kaliumwaarde, aantal leukocyten, PTT en D-dimeren met en zonder buizenposttransport vergeleken.

Als u zich aan de volgende tips houdt, kunt u monsters via buizenpost transporteren zonder dat de waarden significant beïnvloed worden.^{51,52}

- Snelheid maximaal 5 m/s
- 'Zachte' doorsnedes en profielen
- Voor bochten 'zacht' afremmen
- Dampingselementen in het buizenpostpatroon gebruiken
- Rustige, horizontale uitloopzones
- Serummonsters pas na afloop van de stolling verzenden

⁴⁷ Koessler et al.; The preanalytical influence of two different mechanical transport systems on laboratory analysis; Clin Chem Lab Med; 2011; 49(8): 1379-82

⁴⁸ Kratz et al.; Effects of a pneumatic tube system on routine and novel hematology and coagulation parameters in healthy volunteers; Arch Lab Med; 2007; 131(2): 293-96

⁴⁹ Sodi et al.; Pneumatic tube system induced haemolysis: assessing sample type susceptibility to haemolysis; Ann Clin Biochem; 2004; 41(Pt 3): 237-40

⁵⁰ Steige et al.; Evaluation of pneumatic-tube system for delivery of blood specimens; Clin Chem; 1971; 17(12): 1160-64

⁵¹ Koçak et al.; The effects of transport by pneumatic tube system on blood cell count, erythrocyte sedimentation and coagulation tests; Biochemia Medica; 2013; 23(2): 206-10

⁵² Tiwari et al.; Speed of sample transportation by a pneumatic tube system can influence the degree of hemolysis; Clin Chem Lab Med; 2011; 50(3): 471-74

10 Literatuuroverzicht

1. Guder et al.; Proben zwischen Patient und Labor; 2009
2. Bonini et al.; Errors in Laboratory Medicine; Clin. Chem 2002; 48(5): 691-98
3. Foubister, Vida. Cap Today Bench press: The Technologist/technician shortfall is putting the squeeze on laboratories nationwide September 2000; Datta, P. Resolving Discordant Samples. Advance for the Administrators of Laboratories; 2005: p.60
4. Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043, Hoofdstuk 3.3.3 / 3.3.4 Seelig et al.; Präanalytik; 2008
5. Guder, Narayanan; Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results 2015 DOI:10.1515/9783110334043
6. Endler et al.; The importance of preanalytics for the coagulation laboratory; Hämostaseologie 2010; 30(2): 63-70
7. RILIBÄK § 6.1.7 Teil A5
8. Sulaiman, Effect of order of draw samples during phlebotomy on routine biochemistry results; J Clin Pathol. 2011; 64(11): 1019-20
9. Calam et al.; Recommended "Order of Draw" for Collecting Blood Specimens into Additive-Containing Tubes; Clin. Chem.; 1982; 28(6): 1399
10. Gurr et al.; Musterstandardarbeitsanweisung Präanalytik; J Lab Med 2011
11. CLSI Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture, Approved Standard 2007, 6th edition GP 41-A6 (former H3-A6), 27 (26)
12. Lichtinghagen et al.; Einfluss der Stauzeit auf normalisierte Laborwerte; J Lab Med 2013; 37(3): 131-37
13. Spannagl et al.; Hämostaseologische Globaltests; Hämostaseologi 2006
14. Margo et al.; Obtaining blood samples from peripheral intravenous catheters: best practice; AJCC, 2009; 18(5)
15. Lippi et al.; Prevention of hemolysis in blood samples collected from intravenous catheters; Clin Biochem 2013; 46(7-8): 561-64
16. Heyer et al.; Effectiveness of practices to reduce blood sample hemolysis in EDs: A laboratory medicine best practices systematic review and meta-analysis Clin Biochem 2012; 45(13-14): 1012-32
17. Millius et al.; The „EPIQ“-Study (Evaluation of preanalytical quality): S-Monovette® in manual aspiration mode drastically reduces hemolytic samples in head-to-head study; 2021 Pract Lab Med 27 e00252
18. Benso; Can a blood sample for diagnostic exams be drawn from a peripheral venous catheter?; Assist Inferm Ric; 2015; 34(2): 86-92
19. Pschyrembel 2004
20. Borde et al.; Abnahme von Blutkulturen; Dtsch Med Wochenschr; 2010; 135: 355-58
21. Simon et al.; Blutkulturdiagnostik – Standards und aktuelle Entwicklungen; J Lab Med; 2012; 36(4): 199-207
22. Speer et al.; Pädiatrie; 2013
23. Kupke et al.; On the composition of capillary and venous blood serum; Clin Chim Acta. 1981; 112(2): 177-85
24. Kohse et al.; National and international initiatives and approaches for the establishment of reference intervals in pediatric laboratory medicine; J Lab Med 2015; 39(4): 197–212
25. Barthels et al.; Das Gerinnungskompandium; 2012
26. Der unterschätzte Arbeitsunfall, Infektionsrisiko durch Nadelstichverletzungen; Initiative SAFETY FIRST!
27. EU-Richtlinie 2010/32/EU des Rates der Europäischen Union von 2010 Zur Vermeidung von Verletzungen durch scharfe/spitze Instrumente im Krankenhaus- und Gesundheitssektor
28. SAFETY FIRST, Deutschland - www.nadelstichverletzung.de
29. CLSI, GP44-A4 2010; § 5.4.3
30. Hue et al.; Observed changes in serum potassium concentration following repeat centrifugation of Sarstedt Serum Gel Safety Monovettes after storage; Ann Clin Biochem 1991; 28: 309-10
Shafi et al.; The Effect of Recentrifugation of Serum Separator Tubes on Concentration of Serum Analytes; Ann Clin Lab Sci 2012 42 (3):318-319 Hira et al.; Pseudohyperkalaemia caused by recentrifugation of blood samples after storage in gel separator tubes; Ann Clin Biochem 2001 38(Pt 4):386-90 Hira et al.; High Serum Potassium Concentrations after Recentrifugation of Stored Blood Specimens; NEJM 2000 343(2):153-154

31. CLSI; Hemolysis, Icterus, and Lipemia/Turbidity Indices as Indicators of Interference in Clinical Laboratory Analysis; Approved Guideline; 2012; C56-A
32. Lippi et al.; In vitro and in vivo hemolysis, an unresolved dispute in laboratory medicine; 2012
33. Omar et al.; Reducing blood sample hemolysis in the emergency department using S-Monovette® in aspiration mode; 2023; Pract Lab Med 35 e00315
34. Halm, et al. Obtaining blood samples from peripheral intravenous catheters: best practice? Am J Crit Care 2009; 18(5): 474-78
35. Wollowitz, et al. Use of butterfly needles to draw blood is independently associated with marked reduction in hemolysis compared to intravenous catheter. Ac Emerg. Med 2013; 20(11): 1151-55
36. ENA's Translation Into Practice. Reducing Hemolysis of Peripherally Drawn Blood Samples. 2012 (Emergency Nursing Association)
37. Heyer et al.; Effectiveness of practices to reduce blood sample hemolysis in EDs: A laboratory medicine best practices systematic review and meta-analysis; Clin Biochem 2012; 45(13-14): 1012-32
38. Straszewski et al. J; Use of seprate veniunctures for IV access and laboratory studies decreases hemolysis rates; Intern Emerg Med 2011; 6(4): 357-59
39. Dugan et al.; Factors Affecting Hemolysis Rates in Blood Samples Drawn from Newly Placed IV Sites in the Emergency Department; J Emerg Nurs 2005; 31(4): 338-45
40. Lippi et al.; Hemolyzed specimens: a major challange for emergency department and clinical laboratories, Crit Rev Clin Lab Sci 2011; 48(3): 143-53
41. Cadamuro et al.; The economic burden of hemolysis; CCLM 2015
42. Jacobs et al.; Cost of hemolysis; AnnClinBiochem 2012; 49(Pt 4): 412
43. Jacobs et al.; Haemolysis Analysis; An Audit of Haemolysed Medical Admission Blood Results; AcuteMed 2010; 9(1): 46-47
44. P650 IATA/ADR
45. TRBA 100
46. Tatsumi et al.; Specimen Collection, Storage, and Transmission to the Laboratory for Hematological Tests; International Journal of Hematology 2002; 75(3): 261-68
47. Koessler et al.; The preanalytical influence of two different mechanical transport systems on laboratory analysis; Clin Chem Lab Med; 2011;49(8):1379-82
48. Kratz et al.; Effects of a pneumatic tube system on routine and novel hematology and coagulation parameters in healthy volunteers; Arch Lab Med; 2007; 131(2): 293-96
49. Sodi et al.; Pneumatic tube system induced haemolysis: assising sample type susceptibility to haemolysis; Ann Clin Biochem; 2004; 41(Pt 3): 237-40
50. Steige et al.; Evaluation of pneumatic-tube system for delivery of blood specimens; Clin Chem; 1971; 17(12): 1160-64
51. Koçak et al.; The effects of transport by pneumatic tube system on blood cell count, erythrocyte sedimentation and coagulation tests; Biochemia Medica; 2013; 23(2): 206-10
52. Tiwari et al.; Speed of sample transportation by a pneumatic tube system can influence the degree of hemolysis; Clin Chem Lab Med; 2011; 50(3): 471-74

11 Juridische informatie

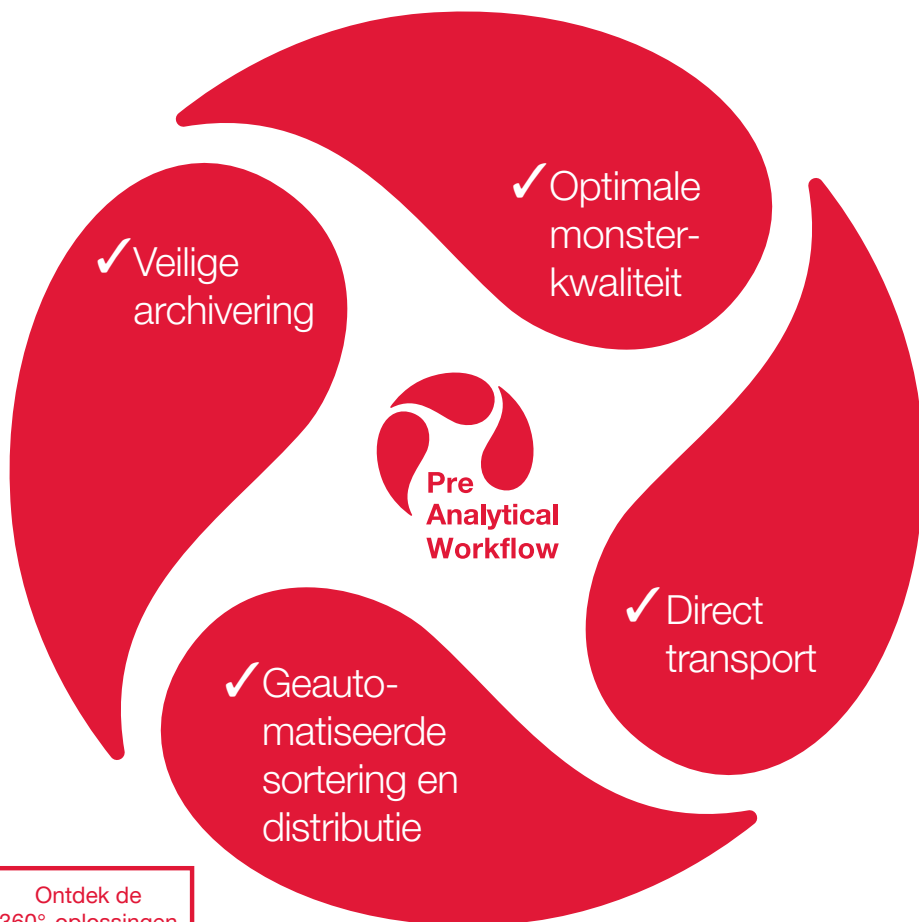
We benadrukken dat de onderwerpen die behandeld worden in "Basisprincipes voor veneuze bloedafname" enkel adviserend zijn op het gebied van veneuze bloedafname. Ze vervangen op geen enkele wijze medisch, wetenschappelijk of technisch advies.

Technische wijzigingen voorbehouden.

Deze publicatie kan informatie bevatten over producten die mogelijk niet in elk land verkrijgbaar zijn.

Preanalytische workflow made by SARSTEDT

Maak gebruik van de synergie van onze op elkaar afgestemde systemen.



Ontdek de
360°-oplossingen
voor uw preanalyse
van SARSTEDT



workflow.sarstedt.com

Als u vragen hebt:
We helpen u graag!

Bezoek ook onze website: www.sarstedt.com

SARSTEDT B.V.

Rithmeesterpark 23 A
4838 GZ Breda

Tel: +31 76 501 75 50

Fax: +31 76 501 76 26

info.nl@sarstedt.com

www.sarstedt.com

SARSTEDT BV

Uitbreidingsstraat 84/3
2600 Berchem

Tel +32 3 541 76 92

Fax +32 3 541 81 03

info.be@sarstedt.com

www.sarstedt.com