

Bacheloroppgave

BI301305 Bacheloroppgave

**Påvirker de følgende tre preanalytiske faktorene analysen
av ionisert kalsium:**

holdbarhet, fyllingsgrad av glasset og luft i prøven?

Kandidatnummer: 3,4,7 og 15

Totalt antall sider inkludert forsiden: 83

Innlevert Ålesund, 28/05-2015

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høyskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§30 og 31.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §30	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Willy Sæther og Synnøve Yksnøy

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiÅ med forfatter(ne)s godkjennelse.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Evl. §13](#))

Dato: 28/05-2015

Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet gjennom samarbeid mellom Høgskolen i Ålesund og Ålesund sykehus. Gruppen vår består av fire studenter. Sykehuset har bedt oss om å gjøre en lokal undersøkelse som er av relevans for dem. Undersøkelsen omhandler preanalytiske faktorer og deres innvirkning på analysesvar for prøver til undersøkelse av ionisert kalsium. Vi hadde elleve uker til disposisjon, der to av dem ble brukt til praktisk laboratoriearbeid og resten til forberedelser, skriving og omarbeiding av oppgaven.

Oppgaven er rettet mot bioingeniører som ønsker å fordype seg i de preanalytiske faktorene som kan påvirke analysesvarene til ionisert kalsium. Vi håper funnene våre kan være til hjelp i fremtiden.

Vi vil takke alle som har hjulpet oss i denne prosessen:

- Vår veileder, lærer ved Høgskolen i Ålesund, Willy Sæther
- Førsteamanuensis ved Høgskolen i Ålesund, Frede Frisvold
- Fagbioingeniør ved sykehuset i Ålesund, Synnøve Yksnøy
- Laboratoriespesialist ved Ålesund Sykehus, Lutz Schwettmann
- De frivillige deltakerne

Sammendrag

I denne bacheloroppgaven tok vi for oss kvalitetssikring av tre preanalytiske faktorer til analysering av ionisert kalsium etter ønske fra sykehuset i Ålesund. Vi undersøkte om de forskjellige faktorene kunne påvirke prøveresultatene. Vi samlet inn prøvematerialet ved å ta blodprøve av 40 frivillige deltakere. Prøvetaking og sentrifugering foregikk på laboratoriet på Høgskolen i Ålesund, mens analyseringen foregikk på Ålesund sykehus på maskinen ABL 725.

Oppgaven er delt i tre hoveddeler med en tilleggsanalyse:

- Påvirker fyllingsgrad av glassene prøvesvaret?
- Er prøvene holdbare opp til fem dager om de oppbevares ved romtemperatur?
- Endres prøvesvaret om prøven eksponeres for luft ved å analysere den én gang i timen over åtte timer?
- Tilleggsanalyse: Vil et glass som er halvfullt gi samme resultat om det analyseres på nytt etter syv timer?

I første del av oppgaven sammenlignet vi fulle glass med glass som var halvfulle. Der kom vi fram til at fyllingsgraden ikke påvirker prøvesvarene i så stor grad at dette bør tas hensyn til.

I den andre delen analyserte vi fem glass, et glass per dag i fem dager etter hverandre. Der konkluderte vi med at en prøve er holdbar i minst fem dager i romtemperatur, men kun dersom prøven ikke har vært eksponert for luft.

I den tredje delen av oppgaven analyserte vi referanseglasset en gang i timen over åtte timer. Der kom vi fram til at det ikke er mulig å analysere en prøve etter den er blitt åpnet fire ganger. Når en prøve blir eksponert for luft vil pH endres og til slutt er den ikke lenger analyserbar.

Tilleggsanalysen vår støttet konklusjonen om at antall ganger prøven har blitt eksponert for luft, er det som avgjør hvorvidt prøven er analyserbar.

Innholdsliste

1 Innledning	1
1.1 Problemstilling	2
2 Teori	3
2.1 Kalsium	3
2.2 Regulering av kalsium i plasma	4
2.2.1 PTH og vitamin D3	4
2.2.2 Kalsitonin	5
2.3 Funksjon i kroppen	5
2.3.1 Hemostasen.....	6
2.3.2 Sekundær budbringer.....	7
2.3.3 Kontraksjon i skjelettmuskulatur.....	7
2.4 Patologiske tilstander	8
2.5 Når rekvireres analysen ionisert kalsium kontra totalkalsium?	9
2.6 Preanalyse	10
2.6.1 Prøvekrav.....	10
2.6.2 Preanalytiske feilkilder	11
2.7 Total kalsium	12
2.7.1 Korrigert totalkalsium.....	12
2.8 Ionisert kalsium	13
2.8.1 Kalsiumelektrode	14
2.8.2 Interferens	15
2.9 Radiometer ABL 725	16
2.10 CR 4i Jouan sentrifuge	18
3 Material og metode	19
3.1 Materiale	19
3.1.1 Liste over utstyr og materialer	20
3.2 Metode	20
3.2.1 Prøvetaking.....	20
3.2.2 Sentrifugering	21
3.2.3 Analysering av prøvene på ABL 725	22
3.2.4 Fremgangsmåte for analysering ved ABL 725	22
3.3 Matematiske metoder	23
3.3.1. Hypotesetesting.....	23
3.3.2 T-test i par.....	24
3.3.4 Middelvei.....	25
3.3.5 Standardavvik	25
3.3.6 Forventningsverdi.....	25
3.3.7 Prosentvis endring.....	25
3.3.8 Eksempel.....	26
4 Resultat	28
4.1 Fyllingsgrad	28
4.2 Holdbarhet over fem dager	30
4.3 Åttetimersprøver	33
5. Diskusjon	35
5.1 Fyllingsgrad	36
5.2 Holdbarhet over fem dager	37
5.3 Lufttilførsel over 8 timer	38
6 Konklusjon	40

6.1 Fyllingsgrad	40
6.2 Holdbarhet over fem dager	40
6.3 Lufttilførsel	40
7 Referanseliste	42
8 Vedlegg	45

1 Innledning

Vår bacheloroppgave er utarbeidet gjennom samarbeid mellom Høgskolen i Ålesund og Ålesund sykehus. Oppgaven handler om kvalitetssikring og går ut på å undersøke holdbarheten til ionisert kalsium i serum, i hvor stor grad lufttilførsel virker inn på svaret og viktigheten av å fylle prøverøret helt opp.

De forskjellige laboratoriene i Norge følger sine egne prosedyrer og retningslinjer. Ålesund sykehus har bedt oss om å gjøre en lokal undersøkelse som er av relevans for dem.

I prosedyrer står det at glasset skal fylles helt, men noen ganger kan prøvetakingen være vanskelig. Dette kan medføre at glasset ikke blir helt fullt. I den første delen skal vi se om fyllingsgrad av glasset påvirker analysesvarene. Vi fyller glasset halvveis og sammenligner resultatet med et fullt glass.

Flere av prøvene sykehuset mottar kommer via posten. Noen ganger kan det gå noen dager før de kan analysere prøvene på grunn av leveringstiden. Det kan også skje at prøver kan bli oversett. I den andre undersøkelsen skal vi finne ut om prøven kan analyseres opp til fem dager etter prøvetaking. Dette ved at prøvene oppbevares i romtemperatur og ikke eksponeres for luft. Svaret fra den første dagsprøven til den frivillige deltakeren blir brukt som referanseglass.

Ved for eksempel analytiske problemer må prøven analyseres på nytt etter at den allerede har blitt åpnet. I den tredje undersøkelsen skal vi analysere prøvene én gang i timen over åtte timer. Vi sammenligner svaret med referanseglasset.

Vi valgte å ta med en tilleggsanalyse der vi analyserer de halvfulle glassene igjen etter syv timer for å se om det er noen endringer i analysesvaret.

Ålesund sykehus stiller med utstyr til prøvetaking og analysesmaskin; Radiometer ABL 725. Prøvemateriale til analysering ordner vi selv. Vi begrenser oppgaven til å kun gjelde

friske voksne personer. For å kvalitetssikre arbeidet vårt følger vi aktuelle prosedyrer, er nøyaktige og dobbeltsjekker resultatene våre.

Betegnelsen ionisert kalsium kan være misvisende da det omfatter alt kalsium. Vi vil tydeliggjøre at det korrekte å bruke er fritt kalsium. Begge blir brukt både i artikler og daglig språk, men vi velger å bruke betegnelsen ionisert kalsium.

I oppgaven blir det nevnt ordet ”prøvesett”. Med dette menes alle de seks prøvene til en deltaker.

1.1 Problemstilling

Påvirker de følgende tre preanalytiske faktorene analysen av ionisert kalsium: holdbarhet, fyllingsgrad av glasset og lufttilførsel til prøven?

2 Teori

I denne delen av kvalitetssikringsprosjektet skal vi forklare teorien som ligger til grunn for å forstå og tolke oppgaven.

En voksen person har cirka ett kilo kalsium i kroppen der cirka 99% er bundet til skjelettet. (1, 2) I skjelettet eksisterer kalsiumet hovedsakelig i form av hydroxyapatit, $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$. Dette er en krystallisert struktur sammensatt av kalsiumfosfat, $Ca_3(PO_4)_2$, og kalsiumhydroksid, $Ca(OH)_2$. (2) I beinvev støtter kalsiummineralet vevet og fungerer som et lager. Lageret benyttes konstant da det hele tiden foregår bygging og nedbryting av kalsium fra beinmassen. Det er først og fremst kalsiumfosfat som kan mobiliseres raskt da det er mer løselig enn hydroxyapatit. (1, 2)

Det resterende kalsiumet, som er cirka én prosent, er fordelt til ekstracellulær- og intracellulær væske. I plasma er all kalsium ionisert og finnes både i bundet og fri form. Når det er bundet er det til plasmaproteiner eller til anioner som karbonat og citrat. Denne formen for kalsium er ikke biologisk aktivt. Grunnen til dette er at bindingen gjør kalsiumkomplekset for stort til at det kan diffundere ut av kapillærårene og tas opp av cellene. (3) Det er det frie kalsiumet som er biologisk aktivt, og utgjør cirka 50 % av totalkalsiumet i plasma. (1)

2.1 Kalsium

Noe av kalsiumet en har i kroppen forsvinner gjennom svette, urin, avføring, hud, hår og negler. For å opprettholde balansen må kalsium tilføres gjennom dietten. Det daglige inntaket burde ligge på cirka et gram. Dette får vi for eksempel fra yoghurt, ost, melk, egg, erter, mandler, sesamfrø, fisk, spinat og brokkoli. Kaffe og te derimot, kan redusere opptaket av kalsium. (4)

Kalsiumkonsentrasjonen blir holdt stabil ved hjelp av ulike mekanismer i kroppen slik at kroppen skal fungere optimalt. Om det skjer en reduksjon av den ekstracellulære konsentrasjonen av kalsium med 30% eller mer vil nerve- og muskelcellene bli lettere stimulert, og det vil oppstå kramper. Hvis det motsatte skjer, at konsentrasjonen øker, vil

det blir vanskeligere å stimulere muskelceller. Dette vil føre til muskellammelser og pustevansker. En reduksjon på mer enn 50% av kalsiumkonsentrasjon vil vanligvis føre til døden. Hos friske personer varierer den daglige kalsiumkonsentrasjonen sjelden mer enn 10%.(2)

2.2 Regulering av kalsium i plasma

Kalsium blir holdt stabilt ved hjelp av tre hormoner: PTH, Vitamin D3 og kalsitonin. De tre viktige organene som deltar i reguleringen er nyrene, beinvevet og tarmen. (3)

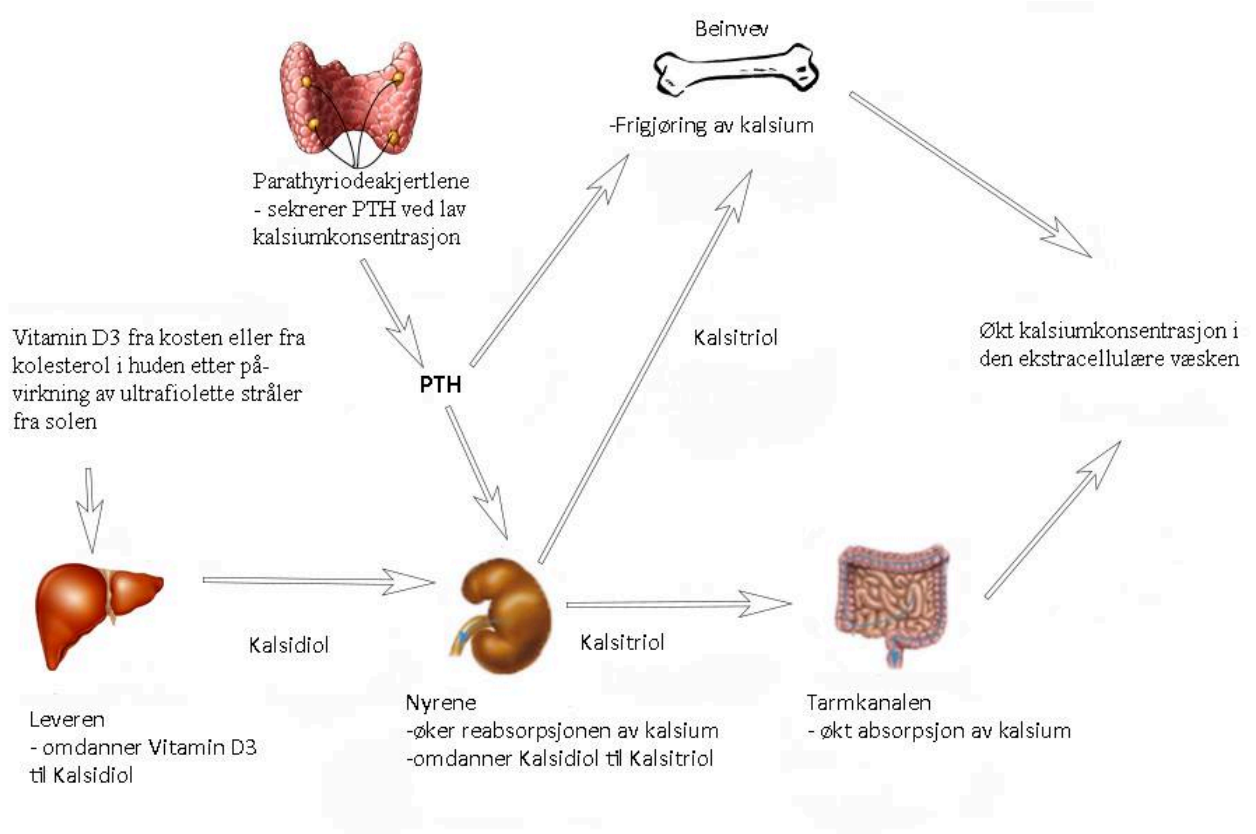
2.2.1 PTH og vitamin D3

PTH er et hormon fra de fire parathyroideakjertlene som regulerer kalsiumkonsentrasjonen i den ekstracellulære væsken. En reduksjon av den frie kalsiumkonsentrasjonen vil få kjertlene til å reagere innen noen sekunder. Da vil det skje en økning i konsentrasjonen av PTH i serum som endrer blant annet nyremetabolismen. Nyrene reabsorberer opptil cirka 98% av kalsiumet i kroppen, og noen av bestanddelene kan bli påvirket eller er avhengig av PTH. Eksempler på dette er det proksimale tubuli som er avhengig av PTH og forbedring av reabsorpsjonen i det distale tubuli.(5)

Vitamin D3, en fellesbetegnelse for en gruppe steroider, får vi fra kosten eller fra huden under påvirkning av solen.(3) Dette transporteres fra blodet til leveren der det omdannes til kalsidiol(vitamin D 25(OH)), og så videre til nyrene der det blir omdannet til kalsitriol (vitamin D 1,25(OH)₂). En av funksjonene til vitamin D3 er at den øker reabsorpsjonen av kalsium i nyrene. PTH har også betydning for nyrene gjennom å påvirke nyrenes enzym, vitamin D 25(OH)-1 α -hydroxylase, til å øke omdanningen av kalsidiol, til kalsitriol. Når kalsitriolkonsentrasjonen i blodet øker vil både absorpsjonen av kalsium i tarmen og kalsiumoverføring fra beinvev til ekstracellulær væske øke. Absorpsjonen reguleres etter den ekstracellulære konsentrasjonen. (3, 5)

Skjelettmetabolismen blir også påvirket av PTH. Ved lav kalsiumkonsentrasjon vil PTH utskilles fra parathyroideakjertlene slik at kalsium frigjøres fra overflaten av skjelettet sammen med fosfat.(3, 5) Høy konsentrasjon av fosfat i ekstracellulær væske vil hindre

nedbrytning av ytterligere beinvev og framtidig frigjøring av kalsium, og det er da viktig at nyrene klarer å skille ut fosfatet.(3)



Figur 1. Regulering ved fall av kalsiumkonsentrasjon i den ekstracellulære væsken.
(6)

2.2.2 Kalsitonin

Kalsitonin er et peptidhormon som reduserer kalsiumkonsentrasjon i blodet ved å hemme nedbryting av beinvev og øke kalsiumutskilling gjennom nyrene.

Ved høy kalsiumkonsentrasjon i blodet vil C-cellene i thyroidea respondere ved å øke sekresjonen av kalsitonin og få ned kalsiumkonsentrasjonen. Når konsentrasjonen er normal, vil sekresjonen av kalsitonin avta.(3)

2.3 Funksjon i kroppen

Kalsium deltar i mange biologiske aktiviteter. Som nevnt i begynnelsen av kapittel to befinner mesteparten av kalsiumet seg i beinvevet.

Kalsium spiller en viktig rolle i hemostasen.

I tillegg til dette er kalsium også en sekundær budbringer som bidrar til forskjellige cellulære responser. Eksempler er muskelkontraksjon, sekresjon av bestemte substanser og celledeling.(7)

2.3.1 Hemostasen

Hemostasen er prosessen fra en karskade oppstår til blødningen blir stoppet. Samspillet mellom blodplatene, koagulasjonsfaktorene og karveggen subendoteliale strukturer betegnes som hemostasen. For at hemostasen skal initiere seg må komponentene i blodet og karveggen komme i kontakt med hverandre. Hemostasen inndeles som oftest i to deler, den primære og den sekundære.

Den primære hemostasen innebærer de første reaksjonene på dannelse av en plateplugg under responsen til en vaskulær skade, for eksempel et skrubbsår der en får små skader på blodkarene.

Den sekundære hemostasen innebærer aktivering av en rekke plasmaproteiner i koagulasjonssystemet for å danne en fibrinplugg. Denne responsen er tregere enn den primære hemostasen og foregår over lengre tid. Denne blir aktivert av store skader på blodkar og det omliggende vevet. Det blir da utskilt vevsfaktor TF, et protein som ligger i membranen til subendoteliale celler. Eksponert TF danner et kompleks med det aktiverte faktor VII, en serine protease, som videre aktiverer andre faktorer som danner sine kompleks. Dette er en kjedereaksjon som til slutt danner et nettverk av fibrin som forsterker den eksisterende platepluggen.

Frie kalsiumioner er nødvendig på de fleste trinnene i koagulasjonsmekanismen. Hvis de ikke er til stede, vil ikke det kunne bli dannet komplekser, og da vil ikke koagulasjon kunne skje. (8)

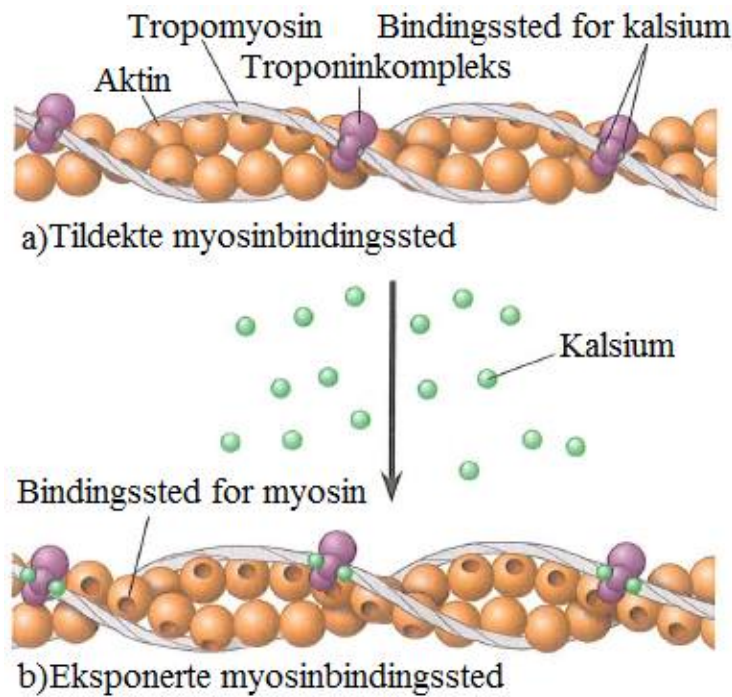
2.3.2 Sekundær budbringer

Sekundære budbringere er signalformidlere som spiller en viktig rolle i de intracellulære signalveiene. Kalsiumioner fungerer som en sekundær budbringer for flere hormoner og transmittere. De er også regulatorer for proteiner i en celle. Kalsium regulerer da for eksempel aktiviteten til proteinet kalmodulin ved å binde seg til det. Dette komplekset fører til aktivering av kalsiumavhengige proteinkinaser som fører til fosforylering av intracellulære proteiner. (9, 10)

For at kalsium skal virke som et intracellulært signal må kalsiumkonsentrasjonen holdes på 1/10 000 av konsentrasjonen som finnes ekstracellulært. Dette gjøres ved hjelp av ionepumper. De finnes i cellenes membran og transporterer kalsium ut av cellen, og i glatt endoplasmatiske retikulum der de transporterer kalsium inn i organeller.(3)

2.3.3 Kontraksjon i skjelettmuskulatur

I cytosol i en hvilende skjelettmuskelcelle er kalsiumkonsentrasjonen lav og bindingsstedene for myosinhodene tildekt med tropomyosin. For at muskelen skal kunne kontrahere må kalsium frigjøres fra sarkoplasmatiske retikulum til cytosol. Ved frigjøring vil kalsiumionene binde seg til troponinkomplekset, som også er bundet til aktinfilamentene, slik at de skifter posisjon. Da blir bindingstedene eksponert. Når dette skjer kan myosinhodene binde seg og danne kryssbroer, som er mekanismen bak en muskelkontraksjon.(11)



Figur 2. a) Bindingsstedene er tildekket med tropomyosin. b) Når kalsiumkonsentrasjonen øker i cytosol eksponeres myosinbindingsstedene (11)

2.4 Patologiske tilstander

En vanlig tilstand ved hyperkalsemi er hyperparathyroidisme. Dette er ofte forårsaket av benign tumor på parathyriodekjertelen. Det kan også komme av kreft som har metastasert til bein der parathyroidealignende hormon frigjør kalsium. Andre patologiske grunner som kan gi forhøyede verdier, hyperkalsemi, er:

- Hyperthyroidisme
- Tuberkulose
- Beinbrudd med lange perioder der en er sengeliggende eller har lite mobilitet
- Stort vitamin-D inntak
- Nyretransplantasjon
- Diuretika

(12)

Symptom ved hyperkalsemi kan være forvirring, muskelverk, hjertearytmi, nyrestein eller forkalkning av mykt vev.(13)

Lave frie kalsiumverdier, hypokalsemi, kan være som følge av:

- Hypothyroidisme
- Lavt kalsiuminntak
- Lavt D-vitamininntak
- Magnesiummangel
- Overskudd av fosfat
- Akutt pankreatitt
- Kronisk nyresykdom
- Alkalose
- Beinsykdom
- Feilernæring
- Alkoholisme
- Blodtransfusjon (14)

(12)

Symptom ved hypokalsemi kan være muskelspasmer, intestinale kramper, langsom hjerterytm, osteoporose eller hjertearytmi.(13)

2.5 Når rekvireres analysen ionisert kalsium kontra totalkalsium?

En studie gjort i India tilsier at ionisert kalsium gir en bedre indikasjon på patologiske tilstander enn totalkalsium. (15)

Måling av ionisert kalsium vil være relevant da totalkalsium kan være misvisende for de pasientene som for eksempel har fått en blodtransfusjon, har syre-base-forstyrrelser, som er kritisk syke eller de som har unormale proteinverdier. (12)

Ionisert kalsium- og totalkalsiumverdier er ikke avhengige av hverandre. En kan for eksempel ha normale ioniserte verdier, men få høy total kalsium eller omvendt. Hvis en måler totalkalsium av pasienter med høye proteinkonsentrasjoner vil en få høye kalsiumverdier, og pasienter med lave proteinverdier vil få lave kalsiumverdier. Ved måling av ionisert kalsium vil ikke denne forskjellen sees.(16)

2.6 Preanalyse

Proteiner og små anioner som binder kalsium blir påvirket med en gang blodet blir tappet fra pasienten. Det er fordi pH i blodet blir påvirket av omgivelsene. Cirka 80 % av det proteinbundne kalsiumet er bundet til albumin. En økning av pH i en prøve in vitro øker ioniseringen og den negative ladningen på albumin og andre proteiner. Dette resulterer i en økning av proteinbundet kalsium og en reduksjon av ionisert kalsium. (17)

En reduksjon av pH in vitro reduserer ioniseringen og den negative ladningen, som igjen reduserer proteinbundet kalsium og øker ionisert kalsium. (16) Ionisert kalsium endrer seg cirka 5% for hver 0,1 forandring i pH. Fordi forholdet mellom ionisert kalsium og pH er inners burde prøvene bli analysert rett etter prøvetaking, mens blodet fremdeles har kroppstemperatur og er minst mulig påvirket av ytre faktorer. Da kan det oppstå et tap av CO₂ og en får en økning i pH. Det samme kan skje dersom kanyler og rør ikke blir fylt helt opp og forseglet.(17)

Om prøvene ikke blir behandlet raskt, burde de bli oppbevart på is for å forhindre anaerob metabolisme, da dannelse av melkesyre reduserer pH. Ved analysing av ionisert kalsium må prøven bli tatt og behandlet anaerobt. Prøven analyseres enten i serum, heparin-fullblod og heparin-plasma.(17)

For å redusere preanalytiske feil, er det viktig å følge prosedyrene nøye. Venøs prøvetaking av ionisert kalsium følges av en gitt prosedyre fra NOKLUS. (Vedlegg 1)

2.6.1 Prøvekrav

Heparin er den eneste akseptable antikoagulanten for bestemmelse av ionisert kalsium. En må passe på forholdet mellom heparin og blod, da for mye heparin i væskeform kan resultere i falsk for lavt ionisert kalsium. Dette på grunn av fortykning av blodet og bindingen av ionisert kalsium til heparin. Citrat, oksalat og EDTA binder kalsium og reduserer den ioniserte kalsiumkonsentrasjonen så mye at det ikke kan aksepteres som tilsetningsstoff. (17)

For rask analyse av ionisert kalsium anbefales heparin-fullblod som reduserer behandlingstiden og prøvevolumet som trengs. Prøven bør da analyseres innen 30 minutter. Med dette unngås endringer i pH som er assosiert med sentrifugering på andre temperaturer enn 37 grader celsius. Ionisert kalsium blir rapportert til å være stabilt i fullblodsprøver i én time i romtemperatur og i fire timer i fire grader celsius. (17)

Lufttette gelrør foretrekkes om prøven ikke skal analyseres innen én time etter prøvetaking. Når prøven er sentrifugert er prøven stabil i noen timer i 25 grader celsius og i noen dager i 4 grader celsius, under forutsetning at røret fremdeles er tett og uåpnet. Ionisert kalsium er mindre stabilt i prøver fra pasienter som lider av uremi med syre-base-forstyrrelser. I tillegg til den frie kalsium-konsentrasjonen, burde den spesifikke pH'en til prøven bli registrert slik at en kan kontrollere om prøven har blitt behandlet riktig.(17)

2.6.2 Preanalytiske feilkilder

Generelt sett er de vanligste feilkildene ved venøs prøvetaking langvarig bruk av stase, mangelfull eller feil pasientforberedelse, ufullstendig fylte prøverør, feil prøverør, for lang tid før sentrifugering, feil prøvehåndtering, lufttilførsel og syre-base-forstyrrelse hos pasienten. (18, 19)

Det er ingen spesifikke pasientforberedelser til prøvetakingen for analysering av ionisert kalsium, men fysiske øvelser bør unngås på grunn av dannelse av melkesyre. Kroppsstillingen til pasienten kan endre konsentrasjonen av celler og store molekyler som albumin og totalkalsium i det vaskulære rommet. Endringen på konsentrasjonen av albumin og andre proteiner kan bli så mye som 10% på grunn av væskeforflytting. Dette er vanlig, og er vanligvis ikke merkbart i prøveresultatene. Endringer i kalsium er derimot merkbart på grunn av det smale referanseintervallet. I stående stilling reduseres intravaskulært vann, og totalkalsiumkonsentrasjonen økes med 0,05-0,2 mmol/l.(17)

Hos noen pasienter vil forlenget immobilisering og sengeleie føre til beinresorpsjon og en økning i total- og ionisert kalsium i blodet. Lave verdier av ionisert kalsium kan ses ved hyperventilering og ved prøver tatt på natten da kalsiumutskillelsen skjer i mindre grad. Inntak av mat og kalsiumsalter kan gi en økning av kalsiumkonsentrasjonen i serum. Hemolyse kan føre til endringer av ionisert kalsium på grunn av diluering og endringer i pH. (17)

2.7 Total kalsium

Metoder som er brukt for å måle den totale serumkonsentrasjonen av kalsium inkluderer spektrofotometri, atomabsorpsjon og ioneselektive elektroder (ISE). (17)

Spektrofotometri bruker metallochromiske indikatorer som forandrer farge når de binder kalsium. Selv om de er mindre nøyaktige enn atomabsorpsjonsmetoder, er de enklere å automatisere. (17)

Atomabsorpsjonsfotometri bygger på et prinsipp om at en bruker lys med den samme bølgelengden som atomet en ønsker å måle kan absorbere. (17)

Med en ioneselektiv elektrode, ISE, blir prøven surgjort for å omgjøre proteinbundet og kompleks kalsium til ionisert kalsium før målingen av totalkalsium. Kalsium ISE blir diskutert mer senere.(17)

2.7.1 Korrigert totalkalsium

Forskjellige kalkuleringer blir brukt for å korrigere totalkalsium for variasjon i proteinkonsentrasjonen. Ligningen “justert totalkalsium (mmol/l) = totalkalsium (mmol/l) + 0,02 (40 - albumin (g/l))” er vanlig i fagbøker. Problemet med denne er at den verken tar hensyn til sammenhengen av albumin og kalsium-metoder eller ulikhetene i pasientpopulasjoner. (17)

Tabell 1: Noen faktorer som innskrenker evnen til total og justert kalsium til å forutsi ionisert kalsium:

<u>Faktorer som endrer proteinbinding av kalsium</u>	<u>Faktorer som endrer kompleks-dannelse</u>
Endrede verdier av albumin eller globuliner	Citrat
Abnormale proteiner	Bikarbonat
Heparin	Laktat
pH	Fosfat
Frie fettsyrer	Pyruvat og β -hydroxybutyrat
Bilirubin	Sulfat
Dop	Anion gap
Temperatur	

Om det er mulig burde en heller bruke direkte bestemmelse av ionisert kalsium i stedet for matematiske justeringer eller korreksjoner.(17)

2.8 Ionisert kalsium

Ioneselektive elektroder (ISE) er mye brukt til rask analysering av ionisert kalsium, elektrolytter og blodgass. Kalsiumelektroden inneholder en kalsium-selektiv membran og en intern referanseelektrode.

Ioneselektive elektroder er potensiometriske elektroder. De består av en målelektrode og en referanselektrode som brukes til kvantitativ bestemmelse av ulike ioner.

Referanselektroden har et kjent potensiale som i teorien ikke skal bli påvirket av analytten, men dette er ikke alltid tilfelle da den er pH-sensitiv og kan få interferens fra andre ioner. Elektrodene er med andre ord ikke helt spesifikke. (20, 21)

Forholdet mellom prøven og signal som genereres av den interne pH-elektroden er logaritmisk og regnes ut av Nernst ligning.

$$E = E^{\circ} - \frac{N}{n} \times \log \frac{a_{\text{Red}}}{a_{\text{Ox}}} = E^{\circ} - \frac{0.0592\text{V}}{n} \times \log \frac{a_{\text{Red}}}{a_{\text{Ox}}}$$

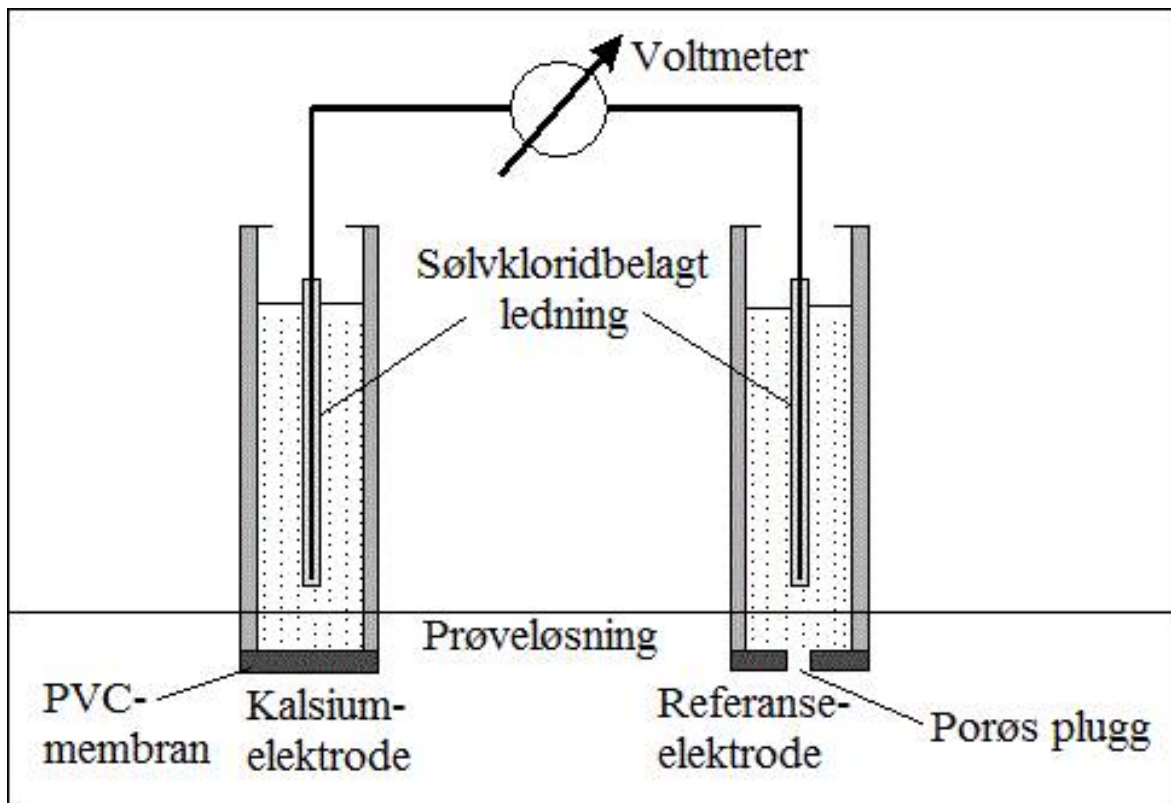
Figur 3. Nernst ligning (22)

2.8.1 Kalsiumelektrode

En kalsiumelektrode har en polyvinylkloridmembran (PVC-membran) som er impregnert med et organisk molekyl som selektivt binder og transporterer kalsiumioner. Den inneholder en intern løsning med en bestemt konsentrasjon av kalsiumklorid. På begge sider av membranen finnes det løsninger hvor de elektriske ladninger er balanserte, altså at de inneholder like mange kationer (positive ladninger) og anioner (negative ladninger). Når prøven kommer i kontakt med løsningen med elektroden vil kalsiumioner begynne å diffundere gjennom membranen fra siden med den høyeste kalsiumkonsentrasjonen til siden med den laveste kalsiumkonsentrasjon. Dette gjør at når elektroden er nedsenket i en prøveløsning som inneholder kalsiumioner, blir potensialforskjellen over membranen null. (23)

Når de positive kalsiumionene er transportert over membranen ved et diffusjonstrykk, er det en oppbygning av kationer på innsiden av membranen og en tilsvarende økning i anioner utenfor. Disse ladningene på membranoverflaten betyr at en elektrisk potensialforskjell etableres over membranen. Denne forskjellen gjør at kalsiumiondiffusjonen går saktere og til slutt stopper opp når diffusjonstrykket, på grunn av forskjellen i konsentrasjon, er nøyaktig balansert med de elektriske felteffektene. Det skjer fordi at tilsvarende ladete partikler frastøter hverandre. Potensialforskjellen ved likevekt er kalt membranpotensialet, og blir målt ved hjelp av voltmeteret. Oppbyggingen av positive ladninger inne i kalsiumelektroden forårsaker at sølvioner i det interne referansesystemet mister ladningen sin ved å motta elektroner fra en sølvkloridbelagt ledning. Elektronene deponeres da på ledningen, og blir trukket gjennom den ytre ledningen og går derfra til den eksterne referanseelektroden. Her blir kloridioner tiltrukket av den sølvkloridbelagte ledningen og gir fra seg elektroner ved å kombinere med sølvatomer i ledningen. Da vil kalsiumioner strømme ut i prøveløsningen gjennom den

porøse pluggen, ofte omtalt som liquid junction, for å kompensere for den positive ladningsmangelen som er forårsaket av tap av kalsium. (23)



Figur 4 Illustrasjon av prinsippet til en kalsiumelektrode. (23)

2.8.2 Interferens

Temperatur påvirker elektroderesponsen og den mengden av kalsium som binder seg til protein og små anioner. De fleste analysene av ionisert kalsium justerer og opprettholder prøver på 37 grader celsius, og forsikrer at resultatene er fysiologisk relevante for majoriteten av pasientene. Ioneselektive elektroder måler ioneaktiviteten, og blir dermed påvirket av ionestyrken til en prøve. Ionisert kalsium-analysatorer og -kalibratorer er optimalisert for prøver av serum, plasma og fullblod. Ionestyrken i disse væskene er primært et resultat av natrium og klor. For å unngå interferens vil kalibratorer bli fremstilt i buffer og natriumklorid med en ionestyrke på 160 mmol/kg. (17)

Moderne elektroder har en høy selektivitet for kalsium over natrium, kalium, magnesium, hydrogen og litium. På fysiologiske konsentrasjoner vil disse kationene ha lite effekt på

målingen av ionisert kalsium. Det som kan påvirke den tilsynelatende konsentrasjonen av ionisert kalsium er store variasjoner i konsentrasjonen av natrium og høye konsentrasjoner av magnesium og litium.(17)

Nyere elektroder bruker en dialysemembran eller nøytral membran for å redusere eller eliminere proteineffekten som er observert ved tidligere elektroder. Vanlig instrumentvedlikehold og proteinfjerning minimerer effekten av interferens. (17)

Det finnes flere kjemikalier som kan interferere med kalsiumelektrode eller endre frie kalsiumkonsentrasjoner. Anioniske surfaktanter er en substans som reduserer overflatespenningen til en væske som den er oppløst i. Disse surfaktantene og etanol påvirker den kalsium-selektive membranen.(17)

2.9 Radiometer ABL 725

ABL725 er en analysemaskin som blir brukt til rutineanalyser av blodgass, elektrolytter og metabolitter. Maskinen er halvautomatisk, det vil si at en må tilføre prøven manuelt mens maskinen utfører analysene automatisk. Mellom hver analyse og kalibrering vasker maskinen automatisk rørsystemet med en vaskeløsning for å fjerne rester av prøvemateriale og kalibreringsvæske. Proteinfjerner tilføres en gang i uken for å fjerne proteinrester. Ellers vaskes overflater, prøveinntak og klaffer manuelt når det trengs. Maskinen kalibrerer automatisk ut i fra en fast tidsplan, men kalibreringen kan avbrytes om man må analysere en prøve. Kalibreringsfrekvensen kan stilles inn av laboratoriepersonell. (24)

Tabell 2: Faktatabell for analyse av ionisert kalsium

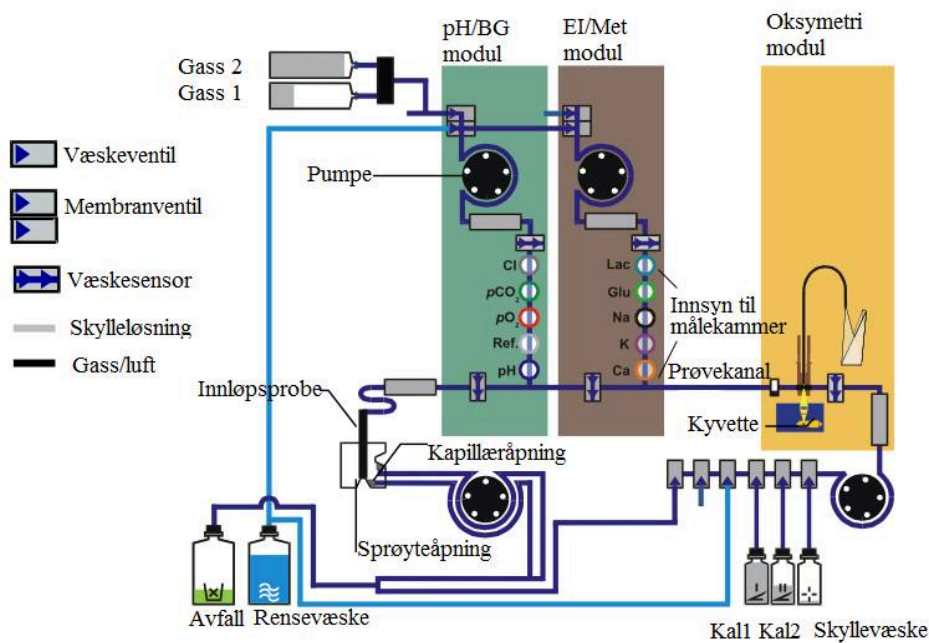
Prøvemateriale	Prøvevolum	Analysetid i sekunder	Sykluslengde i sekunder	Prøver per time	Måleområde
Serum	195µl	80	145	25	0.20 - 9.99 mmol/l

(24)

ABL725 har 3 måleprinsipp:

- Potensimetrisk prinsipp → pH, pCO₂, cK⁺, cNa⁺, cCa²⁺ og cCl⁻
- Amperimetrisk prinsipp → pO₂, cGlukose og cLaktat
- Oksiometrisk prinsipp → Bilirubin, Hb og Fhb

ABL725 aspirerer en bestemt mengde prøvemateriale og varmer den opp til 37 grader celsius. Pumper og ventiler regulerer hvilke elektroder prøven skal ledes over. Ved analysering av ionisert kalsium vil maskinen måle prøvens pH og korrigere denne til 7,4 for å regne ut verdien til ionisert kalsium. Maskinen kan korrigere pH så lenge prøven ligger mellom pH 7,2-7,6.(24, 25)



Figur 5: Figuren viser væsketransportsystemet til ABL 725. Her kan vi se veien prøven går fra aspireringsnålen til avfall. Kalsiumelektroden er i den metabolske modulen. (24)

2.10 CR 4i Jouan sentrifuge

Denne sentrifugen er designet for laboratoriebruk. Den brukes til å separere væskekomponenter lagvis gjennom sentrifugalkraft. Maskinen er utstyrt med et kjølesystem, R134a, som gjør det mulig for brukeren å velge temperatur for sentrifugering i tillegg til å tilpasse fart, G-kraft, og tid. Sentrifugen er ventilert slik at den ikke blir overopphetet. Den drives av en tre-fase usynkronisert motor.

Maskinen sin maksimumskapasitet er 3,6 kilo og kan stilles inn på temperaturer fra -9 grader celsius til +40 grader celsius. Farten kan stilles inn på 500-800rpm og RCF (Relative Centrifugal Force) på 20-10800. Tiden kan velges fra 30 sekunder til 99 minutter. En kan også stille sentrifugen inn slik at den går helt til den blir stoppet manuelt.

(26)

3 Material og metode

I denne delen av kvalitetssikringsprosjektet skal vi beskrive hvordan vi samlet sammen materiale og hvilke metoder som ble brukt. Metodedelen forklarer prøvetaking, sentrifugering, analysering og de matematiske samt statistiske metodene som ble brukt til å tolke resultatene. Vi gir et detaljert eksempel på utregninger for eventuell gjengivelse av prosjektet. Vi har tatt i bruk Excel i utregningene.

3.1 Materiale

Kvalitetssikringsprosjektet ble delt i tre hoveddeler og én tilleggsanalyse. Svarene ble tolket separat, men det ble tatt utgangspunkt i referanseglasset på de tre hoveddelene. Til analysering brukte vi serum tatt i 5ml gelglass.

Prøvene for holdbarhet over fem dager skulle analyseres på samme tidspunkt av døgnet. Analyseringen av prøvene i de halvfulle glassene skulle analyseres én gang og sammenlignes med referanseglasset, mens tilleggsanalysen av det halve glasset etter syv timer skulle sammenlignes med den første målingen av det halve glasset.

Til analysen av lufttilført prøvemateriale brukte vi referanseglasset. Vi begynte denne analysen én time etter første åpning, og deretter analyserte vi prøven én gang i timen over åtte timer.

For å få et godt grunnlag til kvalitetssikringprosjektet vårt valgte vi å bruke 40 deltakere. Vi vurderte først å bruke blod fra blodgivere, men med tanke på at vi skulle ha fem fulle glass og et halvfullt glass, var det bedre å få frivillige deltakere. Det ville blitt vanskelig å bruke blodgivere på grunn av at pre-posen fra tappeposesettet, som blir brukt til ekstra prøvemateriale, ikke har stort nok volum i forhold til det vi trengte. Vi spurte tilfeldige personer om å delta i kvalitetssikringsprosjektet vårt.

Før vi begynte med det praktiske så måtte vi forfatte et samtykkeskjema (Vedlegg 2). Det var på grunn av at det ble brukt humant blod og at prøvetakingen krevde venepunksjon. Vi brukte en mal fra REK, de nasjonale forskningsetiske komiteer, som utgangspunkt når vi

skrev denne. Siden dette er et kvalitetssikringsprosjekt var det ikke nødvendig å sende en forespørsel til denne komiteen om godkjenning av prosjektet.

Før prøvetakingen leste de frivillige deltakerne samtykkeskjemaet, slik at de fikk vite nøyaktig hva blodet deres skulle brukes til. Etter at de hadde lest samtykkeskjemaet skrev de under på skjemaet, som ble makulert etter endt studie. Blodprøvene ble tatt og sentrifugert på Høgskolen i Ålesund og lagret i romtemperatur på Ålesund sykehus frem til analysering. Utstyret vi trengte til prøvetakingen fikk vi av sykehuset.

3.1.1 Liste over utstyr og materialer

- Grønne butterflykanyler med kanyleholder
- 5 ml serumglass til humant blod
- Alkotip
- Stativ til glassene
- Tupfer og teip
- Stase
- Etiketter
- Sentrifuge CR 4i Jouan
- Radiometer ABL 725
- Samtykkeskjema
- Sprøyte og mikrokopp

3.2 Metode

3.2.1 Prøvetaking

Til prøvetaking og analysering fordelte vi det slik at vi tok prøver av ti personer per dag. Prøvene ble tatt mellom klokken 08:30 og 09:30. Av hver person ble det tatt cirka 27,5 ml blod. Dette ble fordelt i seks gelglass på fem ml, der fem glass var fulle og et var halvfullt. Det halve glasset ble markert i forkant. Det ble brukt butterflykanyler for prøvetaking slik at det var enklere å stoppe når vi skulle. På den måten kunne vi standardisere volumet og metoden. For å fjerne luften fra butterflykanylens slange brukte vi et kasteglass. Vi passet

på at det var samme lotnummer på prøveglassene til hvert prøvesett. Vanlige blodprøvetakingsprosedyrer ble fulgt under prøvetaking. (IV)

Siden prøvene var anonyme, ble ikke prøvene identifisert med den frivillige deltakeren sitt navn eller fødselsdato. Glassene ble markert med et egendefinert nummereringssystem. Den viktigste oppgaven når det gjaldt identifikasjon og merking, var at alle glassene som ble tatt fra samme person ble merket med det samme prøvenummeret.

Tabell 3: I forkant av prøvetakingen var etikettene merket med dag, prøvenummer og hvordan analysen skulle utføres. Et eksempel på hvordan etiketten ble oppsatt: 1-9-5. Tallene i parentes viser nummereringsmulighetene.

1 (1-4)	9 (1-40)	5 (1-5 eller H)
Prøvetakingsdag	Prøvenummer, for å skille mellom deltakerne	Hvilken dag prøven skulle analyseres i forhold til prøvetakingsdag. De halvfulle glassene var merket med H i stedet for tall.

Etter hvert som prøvene var tatt, ble de ferdigutfylte etikettene klistret på glassene. Det var tilfeldig hvilket prøvenummer deltakerne fikk. Hvilken rekkefølge glassene ble tappet i fra deltakeren hadde ingen sammenheng med dagen de skulle analyseres. Etikettene ble også merket med dato.

Prøvetakingsdag en og to kom rett etter hverandre. Prøvetakingsdag tre og fire kom også etter hverandre, men ble tatt uken etterpå. Dette fordi vi ikke hadde kapasitet til å analysere alle prøveglassene etter hverandre. Vi valgte derfor å strekke prøvetaking og analysering over to uker.

3.2.2 Sentrifugering

Etter prøvetaking stod prøvene i minimum 30 minutter i oppreist posisjon for å koagulere. Vi forsikret oss at prøvematerialet var skikkelig koagulert, for deretter å sentrifugere prøvene på 2200G i fem minutter. Vi brukte samme hastighet og tid på sentrifugeringen som de ansatte på Ålesund sykehus gjør.

3.2.3 Analysering av prøvene på ABL 725

Til analyse av prøvene våre ble det benyttet ABL 725 som Ålesund sykehus stilte til vår disposisjon. Vi skulle ikke utføre kontroller på maskinen, da dette var de ansattes oppgave. Maskinen utfører automatisk kalibreringer med faste tidspunkter; 1-punktskalibrering hver fjerde time og 2-punktskalibrering hver åttende time. Det er mulig å avbryte kalibreringen, men det bør ikke gjøres da det er nødvendig for å få nøyaktige og pålitelige resultater.

Referanseområdet ved måling av ionisert kalsium på maskinen ved Ålesund sykehus er 1,15 - 1,35 mmol/l. Dette referanseområdet var derimot ikke direkte relevant for prøveresultatene våre.

Av tidsmessige grunner ble det halve glasset, merket med "H", analysert først etterfulgt av referanseprøvene som var markert som prøve "1". De halve glassene ble i tillegg analysert én gang til etter syv timer. Samme dag ble referanseglasset analysert én time etter første åpning og så videre én gang i timen, åtte ganger, eller så lenge prøven var analyserbar.

3.2.4 Fremgangsmåte for analysering ved ABL 725

1. Løft opp den fremste åpningsklaffen
2. Velg «ionisert kalsium» fra touchskjermen
3. Åpne korken på prøven og plasser den fremfor åpningen
4. Trykk på «start» og pass på at aspireringsnålen ikke kommer ned i gelen
5. Lukk igjen klaffen når aspireringsnålen trekkes inn
6. Ta på korken på glasset igjen
7. Registrer prøven manuelt på maskinen
8. Vent på utskriften med analyseresultat

Resultatene ble ført inn manuelt på et ark og utskriftene ble spart i en perm.

3.3 Matematiske metoder

Vår oppgave handlet om å kvalitetssikre preanalytiske faktorer som kan påvirke analysesvar til ionisert kalsium. For å kunne beregne om det var en signifikant forskjell på gjennomsnittsdifferansene mellom de ulike analysene, brukte vi en dobbeltsidig parvis t-test.

Testen ble satt opp slik at vi sammenlignet gjennomsnittsdifferansen mellom referanseprøvene og dagsprøvene, samt de halve glassene. Vi sammenlignet også gjennomsnittsdifferansen mellom den første analyseringen av det halve glasset og det halve glasset etter syv timer. T-testen gir svar på om det finnes en differanse eller ikke. Siden det var til sammen 784 utregninger brukte vi Excel til å utføre alle de matematiske utregningene. Teorien bak utregningene vil bli forklart. (27)

3.3.1. Hypotesetesting

Når en anvender en t-test antar vi at nullhypotesen er sann. Ved å formulere hypotesen slik at H_0 er " $\mu=\mu_0$ " kan vi med T-testen regne ut om denne skal beholdes eller forkastes. Om vi har en teori om verdien eller verdiområdet til middelveien μ så kan vi uttrykke dette som en hypotese. Når vi har formulert hypotesen vi ønsker å vise vil det alltid være en logisk motsats slik at $\mu\neq\mu_0$ står mot $\mu=\mu_0$. Det vi ønsker å vise står i den alternative hypotesen, H_1 , mens den logiske motsatsen kalles nullhypotesen, H_0 .

Vi gjennomfører en hypotesetest ved å late som om H_0 er sann. Sannsynligheten for å forkaste en nullhypotese som er sann kalles signifikansnivået, 2α . Det velger vi selv, for eksempel 10%, 5%, 1% og så videre. Vi bestemte oss for å bruke 5% signifikansnivå.

Mulige beslutninger vi kan få er:

1. Dersom p-verdi $\leq 2\alpha$. Da forkaster vi nullhypotesen og aksepterer H_1
2. Dersom p-verdi $> 2\alpha$. Da beholder vi nullhypotesen

3.3.2 T-test i par

Det brukes t-test for å si noe om differansen mellom to forventningsverdier.

I oppgaven vår ble det vurdert kvantitative observasjoner der standardavviket σ var ukjent.

Når denne parameteren var ukjent ble det regnet ut et estimat s . Når en ”standardiserer”

med bruk av varians S i stedet for σ får vi $T = \frac{|\bar{d} - \mu_{D0}|}{S/\sqrt{n}}$ som er t-fordelt med $m=n-1$

frihetsgrader. En går da ut ifra at utvalget kommer fra en tilnærmet normalfordelt populasjon, og at tallene ikke er avhengig av hverandre.

Når en utfører hypotesetester om μ når σ^2 , varians, er ukjent beregnes observert t-verdi ved

$$t_{\text{obs}} = \frac{|\bar{d} - (\mu_D)_0|}{S_D} \times \sqrt{n}$$

Den kritiske t-verdien $t_{\alpha, m}$ finnes i t-fordelingen med $m=n-1$ frihetsgrader. Den kritiske t-verdien finner en i en tabell (Vedlegg 3). En forkaster H_0 og aksepterer H_1 når $t_{\text{obs}} > t_{\alpha, m}$. I motsatt fall beholder en H_0 .

Når en skal sammenligne to middelveier med t-test må en anta at man har to utvalg som kommer fra tilnærmet normalfordelte populasjoner A og B, der de har hver sitt antall, middelveier og varians S^2 . En forenklet metode er når det ikke er signifikant forskjell mellom variansen, og vi kan da anta $\sigma_A = \sigma_B$, men er ukjent.

T-test i par brukes når en analyserer på samme eksperimentelle enhet før og etter en behandling eller der den samme prøven analyseres flere ganger. Her sammenlignet vi differanser og analyserte samme prøven om igjen flere ganger, så denne testen passet vårt prosjekt.

Dersom det gjøres n målinger i par, X_{Ai} og X_{Bi} , får man n differanser. Populasjonen av differanser D vil ha en forventningsverdi μ_D . $D_i = X_{Ai} - X_{Bi}$. Det antas at X_A og X_B kommer fra tilnærmet normalfordelt populasjoner. Da regner en ut μ_D , altså middelveieren til differansen.

Ved hypotesetester om μ_D beregnes observert t-verdi ved:

$$t_{\text{obs}} = \frac{\bar{d} - (\mu_D)_0}{s_D} \times \sqrt{n}$$

3.3.4 Middelerdi

Middelerdi, eller gjennomsnittsverdi, er et sentermål for målingene. (28)

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}$$

3.3.5 Standardavvik

Standardavvik er et spredningsmål, SD, og en kan også beregne flere ulike spredningsmål for å si noe om variasjon i måleverdiene. (29)

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$$

3.3.6 Forventningsverdi

Forventningsverdien er parameteren μ_D , μ_y , som er en størrelse uten usikkerhet. Denne er som regel ukjent. (28)

3.3.7 Prosentvis endring

For å si noe om prosentvis endring bruker en formelen:

$$\text{Prosentvis endring} = \frac{\text{måling-referanse}}{\text{referanseprøve}} \times 100\%$$

3.3.8 Eksempel

Her tok vi utgangspunkt i de 40 prøvene fra dag 2 og brukte denne som eksempel på hvordan vi regnet ut parvis t-test.

Hypotesene våre var:

$$H_0: \mu_D = 0$$

$$H_1: \mu_D \neq 0$$

For å regne ut observert t-verdi så trengte vi tall på standardavvik og gjennomsnittsdifferanse:

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \bar{d})^2}{n-1}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{40} \frac{(\text{differanse} - |-0,01325|)^2}{40-1}} = 0,014212219$$

$$\bar{d} = \frac{\begin{array}{l} 0,01+0,01+0+0+0+0+0+0+0+0+ \\ (-0,02)+(-0,03)+(-0,03)+(-0,04)+(-0,02)+(-0,04)+(-0,03)+ \\ (-0,03)+(-0,03)+(-0,03)+(-0,03) \\ +(-0,03)+(-0,02)+(-0,02)+(-0,03)+(-0,02)+(-0,02)+ \\ (-0,02)+(-0,02)+(-0,02)+(-0,02)+0+(-0,01)+(-0,01)+0+(-0,01) \\ +0+0+0+0+0 \end{array}}{40} = -0,01325$$

Da fikk vi at den observerte t-verdien var:

$$t_{\text{obs}} = \frac{|\bar{d}|}{SD} \times \sqrt{n} = \frac{|-0,01325|}{0,014212219} \times \sqrt{40} = 5,896$$

For å finne den kritiske verdien måtte vi vite signifikansnivå og om testen var tosidig eller ensidig. Vi benyttet 5% signifikansnivå, og testen vår var tosidig fordi differansen kunne både være positiv og negativ. Vi regnet ut frihetsgrader $m=n-1=39$. Da fikk vi $t_{\alpha,m} = t_{0,025,39} = 2,02269$, ved hjelp av kalkulatoren.

Den observerte verdien var da større enn den kritiske, $t_{\text{obs}} > t_{\text{kritisk}}$, og vi forkastet H_0 og aksepterte H_1 . Dette vil si at den gjennomsnittlig verdien endret seg på en statistisk signifikant måte.

Når vi regnet ut den prosentvise endringen fikk vi:

$$\text{Prosentvis endring } \Delta 2, \text{ deltaker 1} = \frac{0,01 \times 100}{1,24} = 0,806 \%$$

Dette gjorde vi med alle 40 deltakerne, og regnet ut gjennomsnittet. Vi fikk da at gjennomsnittsdifferansen i prosent var -1,11%. (Tabell 7)

3.3.9 Metode for tolkning av resultat

For å tolke resultatene våre tok vi utgangspunkt i Labquality sine akseptgrenser på $\pm 3\%$ forandring (Vedlegg 4). Dette gav oss en oversikt på hvor store verdiforandringer av gjennomsnittsdifferansene som klinisk sett var akseptable.

Når vi konkluderte om prøvene var holdbare, så vi på den totale gjennomsnittsforandringen. Vi måtte også se på den kliniske relevansen når vi dro en konklusjon. Dette er en grense som en må bestemme selv. I samarbeid med Ålesund sykehus ble det foreslått en grense for totalfeil der vi kunne godkjenne resultatene hvis 95% av alle individuelle prøvesvar var innenfor $\pm 5\%$.

4 Resultat

Her vil vi beskrive resultatene våre. Vedlegg 5 viser alle våre resultat inklusivt pH på prøvene.

4.1 Fyllingsgrad

Tabell 4 - Her ser vi på resultat og differanse mellom deltakerne. Vi ser også på gjennomsnittsdifferansen, standardavvik og prosentvis endring på de halve glassene og de halve glassene etter syv timer. HΔ betyr differansen mellom det halve glasset og referanseglasset, mens HΔ7 betyr differansen mellom det halve glasset og det halve glasset etter syv timer. Vi ser på deltaker 11 på HΔ7 at prøven ikke gikk igjennom, derfor den store differansen på resultatet.

Person	Referanse	HΔ	HΔ% endring	Halvfullt	HΔ7	HΔ7 % endring
1	1,24	0,01	0,806 %	1,25	0,01	0,800 %
2	1,22	0,01	0,820 %	1,23	0	0,000 %
3	1,21	0	0,000 %	1,21	0	0,000 %
4	1,19	0	0,000 %	1,19	-0,01	-0,840 %
5	1,23	0	0,000 %	1,23	0	0,000 %
6	1,19	-0,01	-0,840 %	1,18	0	0,000 %
7	1,24	0	0,000 %	1,24	-0,01	-0,806 %
8	1,17	0	0,000 %	1,17	-0,01	-0,855 %
9	1,18	0,01	0,847 %	1,19	-0,01	-0,840 %
10	1,21	-0,01	-0,826 %	1,2	0	0,000 %
11	1,15	0	0,000 %	1,15	-1,15	-100,000 %
12	1,24	-0,01	-0,806 %	1,23	0	0,000 %
13	1,21	-0,01	-0,826 %	1,2	0	0,000 %
14	1,25	-0,01	-0,800 %	1,24	0	0,000 %
15	1,18	-0,01	-0,847 %	1,17	0	0,000 %
16	1,22	-0,02	-1,639 %	1,2	0	0,000 %
17	1,21	-0,01	-0,826 %	1,2	0	0,000 %
18	1,23	-0,01	-0,813 %	1,22	0,01	0,820 %
19	1,14	-0,01	-0,877 %	1,13	0	0,000 %
20	1,18	-0,02	-1,695 %	1,16	0	0,000 %
21	1,17	0,01	0,855 %	1,18	0,01	0,847 %
22	1,16	0,01	0,862 %	1,17	0,01	0,855 %
23	1,25	0,02	1,600 %	1,27	0,02	1,575 %
24	1,22	0,01	0,820 %	1,23	0,02	1,626 %
25	1,2	0,01	0,833 %	1,21	0,03	2,479 %
26	1,16	0,01	0,862 %	1,17	0	0,000 %
27	1,2	0,01	0,833 %	1,21	0,01	0,826 %
28	1,14	0,01	0,877 %	1,15	0,01	0,870 %
29	1,2	0,01	0,833 %	1,21	0,02	1,653 %
30	1,26	0,01	0,794 %	1,27	0,02	1,575 %
31	1,16	0,02	1,724 %	1,18	0,03	2,542 %
32	1,18	0,03	2,542 %	1,21	0,02	1,653 %
33	1,17	0,01	0,855 %	1,18	0,03	2,542 %
34	1,13	0,02	1,770 %	1,15	0,02	1,739 %
35	1,2	0,02	1,667 %	1,22	0,03	2,459 %
36	1,12	0,02	1,786 %	1,14	0,03	2,632 %
37	1,16	0,03	2,586 %	1,19	0,02	1,681 %
38	1,16	0,02	1,724 %	1,18	0,02	1,695 %
39	1,19	0,02	1,681 %	1,21	0,02	1,653 %
40	1,12	0,01	0,893 %	1,13	0,03	2,655 %
Gj.snitt	1,191	0,00525	0,452 %	1,19625	-0,01925	-1,704 %
St.avvik	0,03705851	0,01300641	0,01099067	0,03520544	0,18381132	0,15976302

Tabell 5 - Oversikt over utregningene for halve glass og tilleggsanalysen av halve glass etter syv timer.

	HΔ	HΔ7
\bar{d} (gjennomsnittsdifferanse)	0,00525	-0,01925
SD (standardavvik)	0,01300640 9	0,0183811323
t_{obs}	2,553	0,662
Resultat	Forkast H_0 , aksepter H_1	Behold H_0

4.2 Holdbarhet over fem dager

Tabell 6 - Her ser vi differansen fra person til person, fra de ulike dagene. $\Delta 2$ betyr differansen mellom referanseglass til dag to, $\Delta 3$ betyr differansen mellom referanseglass og dag 3 og så videre. Vi ser også på gjennomsnittsdifferanse og standardavvik.

Person	Referanse	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
1	1,24	0,01	-0,01	0	0
2	1,22	0,01	-0,01	0	0
3	1,21	0	-0,02	-0,01	-0,01
4	1,19	0	-0,01	-0,01	-0,01
5	1,23	0	-0,01	-0,01	-0,01
6	1,19	0	-0,03	-0,02	-0,02
7	1,24	0	-0,02	-0,02	-0,01
8	1,17	0	-0,02	-0,01	-0,01
9	1,18	0	-0,02	-0,01	-0,01
10	1,21	0	-0,03	-0,02	-0,01
11	1,15	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01
12	1,24	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01
13	1,21	-0,03	-0,03	-0,03	-0,01
14	1,25	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02
15	1,18	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01
16	1,22	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02
17	1,21	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02
18	1,23	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02
19	1,14	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
20	1,18	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
21	1,17	-0,03	-0,02	0	0
22	1,16	-0,02	-0,02	0,01	0
23	1,25	-0,02	-0,02	0,02	0
24	1,22	-0,03	-0,02	0,01	-0,01
25	1,2	-0,02	-0,01	0,02	-0,01
26	1,16	-0,02	-0,02	0,02	-0,01
27	1,2	-0,02	-0,02	0,02	-0,01
28	1,14	-0,02	-0,02	0,02	-0,01
29	1,2	-0,02	-0,03	0,02	-0,01
30	1,26	-0,02	-0,02	0,04	0
31	1,16	0	0,05	0,02	0,03
32	1,18	-0,01	0,05	0,02	0,03
33	1,17	-0,01	0,05	0,01	0,02
34	1,13	0	0,06	0,01	0,02
35	1,2	-0,01	0,06	0,02	0,02
36	1,12	0	0,06	0,01	0,02
37	1,16	0	0,07	0,02	0,03
38	1,16	0	0,07	0,02	0,02
39	1,19	0	0,07	0,01	0,02
40	1,12	0	0,07	0,01	0,02
Gj. Snitt	1,191	-0,01325	-0,00125	-0,00075	-0,002
St avvik	0,03705851	0,01421222	0,03722334	0,01953137	0,0158842

Tabell 7 - Fremstilling av differanse per person og gjennomsnittsdifferanse i prosent.

Person	Referanse	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
1	1,24	0,806452 %	-0,806452 %	0,000 %	0,000 %
2	1,22	0,819672 %	-0,819672 %	0,000 %	0,000 %
3	1,21	0,000000 %	-1,652893 %	-0,826 %	-0,826 %
4	1,19	0,000000 %	-0,840336 %	-0,840 %	-0,840 %
5	1,23	0,000000 %	-0,813008 %	-0,813 %	-0,813 %
6	1,19	0,000000 %	-2,521008 %	-1,681 %	-1,681 %
7	1,24	0,000000 %	-1,612903 %	-1,613 %	-0,806 %
8	1,17	0,000000 %	-1,709402 %	-0,855 %	-0,855 %
9	1,18	0,000000 %	-1,694915 %	-0,847 %	-0,847 %
10	1,21	0,000000 %	-2,479339 %	-1,653 %	-0,826 %
11	1,15	-1,739130 %	-1,739130 %	-1,739 %	-0,870 %
12	1,24	-2,419355 %	-1,612903 %	-1,613 %	-0,806 %
13	1,21	-2,479339 %	-2,479339 %	-2,479 %	-0,826 %
14	1,25	-3,200000 %	-3,200000 %	-2,400 %	-1,600 %
15	1,18	-1,694915 %	-1,694915 %	-1,695 %	-0,847 %
16	1,22	-3,278689 %	-2,459016 %	-2,459 %	-1,639 %
17	1,21	-2,479339 %	-2,479339 %	-2,479 %	-1,653 %
18	1,23	-2,439024 %	-2,439024 %	-2,439 %	-1,626 %
19	1,14	-2,631579 %	-2,631579 %	-1,754 %	-1,754 %
20	1,18	-2,542373 %	-2,542373 %	-1,695 %	-1,695 %
21	1,17	-2,564103 %	-1,709402 %	0,000 %	0,000 %
22	1,16	-1,724138 %	-1,724138 %	0,862 %	0,000 %
23	1,25	-1,600000 %	-1,600000 %	1,600 %	0,000 %
24	1,22	-2,459016 %	-1,639344 %	0,820 %	-0,820 %
25	1,2	-1,666667 %	-0,833333 %	1,667 %	-0,833 %
26	1,16	-1,724138 %	-1,724138 %	1,724 %	-0,862 %
27	1,2	-1,666667 %	-1,666667 %	1,667 %	-0,833 %
28	1,14	-1,754386 %	-1,754386 %	1,754 %	-0,877 %
29	1,2	-1,666667 %	-2,500000 %	1,667 %	-0,833 %
30	1,26	-1,587302 %	-1,587302 %	3,175 %	0,000 %
31	1,16	0,000000 %	4,310345 %	1,724 %	2,586 %
32	1,18	-0,847458 %	4,237288 %	1,695 %	2,542 %
33	1,17	-0,854701 %	4,273504 %	0,855 %	1,709 %
34	1,13	0,000000 %	5,309735 %	0,885 %	1,770 %
35	1,2	-0,833333 %	5,000000 %	1,667 %	1,667 %
36	1,12	0,000000 %	5,357143 %	0,893 %	1,786 %
37	1,16	0,000000 %	6,034483 %	1,724 %	2,586 %
38	1,16	0,000000 %	6,034483 %	1,724 %	1,724 %
39	1,19	0,000000 %	5,882353 %	0,840 %	1,681 %
40	1,12	0,000000 %	6,250000 %	0,893 %	1,786 %
Gj.snitt %	1,19	-1,105655 %	-0,056923 %	-0,051 %	-0,151 %

Tabell 8 - Oversikt over resultat for femdagersprøve

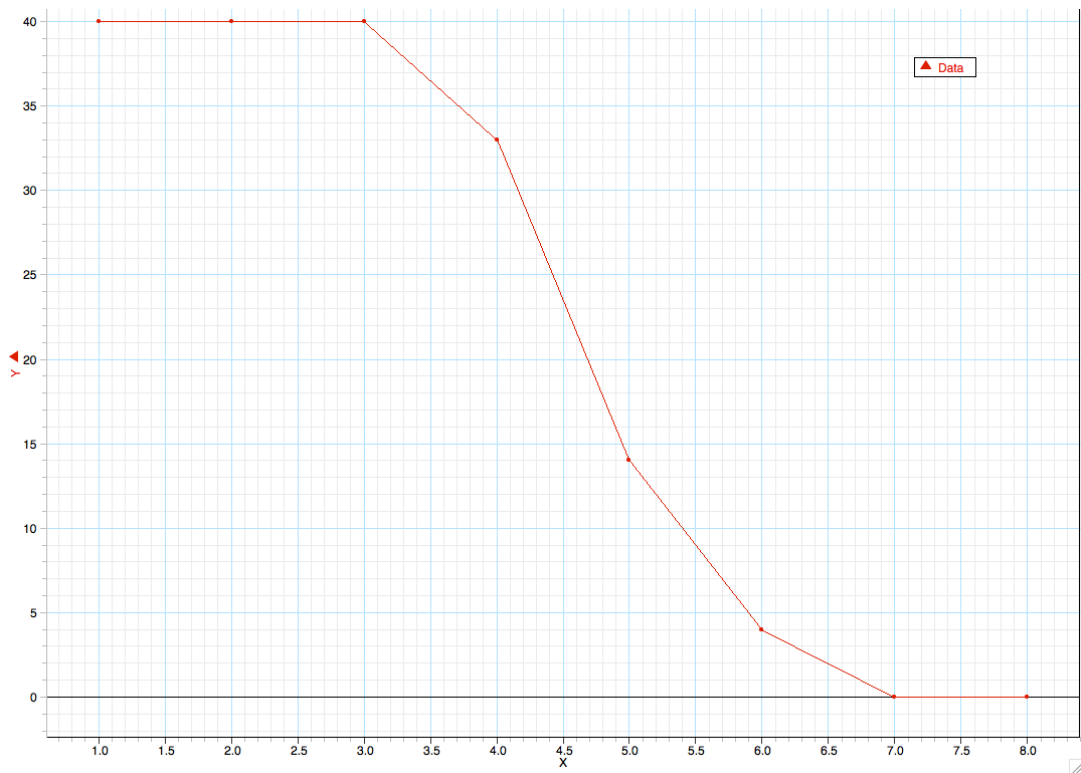
	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
\bar{d} (gjennomsnittsdifferanse)	-0,01325	-0,00125	-0,00075	-0,002
SD (standardavvik)	0,01421 2219	0,0372233 38	0,0195313 69	0,01588 4196
t_{obs}	5,896	0,212	0,243	0,126
Resultat	Forkast H_0 , aksepter H_1	Behold H_0	Behold H_0	Behold H_0

4.3 Åttetimersprøver

Tabell 9 - Fremstilling endring i prosent fra time til time

Person	Referanse	1 time	2 timer	3 timer	4 timer	5 timer	6 timer	7 timer	8 timer
1	1,24	0,00 %	1,61 %	0,81 %	0,81 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
2	1,22	0,82 %	1,64 %	0,82 %	0,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
3	1,21	0,83 %	0,83 %	-0,83 %	-0,83 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
4	1,19	0,00 %	0,00 %	0,00 %	-0,84 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
5	1,23	0,00 %	0,81 %	0,00 %	-0,81 %	1 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
6	1,19	0,00 %	0,00 %	-0,84 %	-0,84 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
7	1,24	0,00 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	0 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
8	1,17	-0,85 %	0,85 %	-0,85 %	0,85 %	0 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
9	1,18	1,69 %	1,69 %	0,85 %	0,00 %	1 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
10	1,21	0,00 %	0,83 %	0,00 %	-0,83 %	1 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
11	1,15	0,00 %	2,61 %	1,74 %	1,74 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
12	1,24	0,81 %	2,42 %	1,61 %	-100,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
13	1,21	0,00 %	1,65 %	1,65 %	0,83 %	2 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
14	1,25	-0,80 %	0,80 %	0,80 %	-0,80 %	0 %	-0,80 %	-100 %	-100 %
15	1,18	0,00 %	0,85 %	1,69 %	0,00 %	0 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
16	1,22	-0,82 %	0,82 %	0,00 %	-0,82 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
17	1,21	-0,83 %	0,00 %	0,00 %	-0,83 %	-2 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
18	1,23	0,00 %	0,81 %	0,00 %	0,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
19	1,14	-1,75 %	-1,75 %	-0,88 %	-0,88 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
20	1,18	0,00 %	-0,85 %	0,00 %	-0,85 %	-1 %	-1,69 %	-100 %	-100 %
21	1,17	1,71 %	1,71 %	2,56 %	0,85 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
22	1,16	3,45 %	2,59 %	2,59 %	1,72 %	3 %	1,72 %	-100 %	-100 %
23	1,25	4,00 %	3,20 %	3,20 %	3,20 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
24	1,22	2,46 %	2,46 %	3,28 %	-100,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
25	1,2	4,17 %	3,33 %	4,17 %	-100,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
26	1,16	2,59 %	1,72 %	0,86 %	1,72 %	0 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
27	1,2	2,50 %	2,50 %	3,33 %	1,67 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
28	1,14	2,63 %	2,63 %	1,75 %	1,75 %	2 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
29	1,2	2,50 %	2,50 %	3,33 %	2,50 %	3 %	1,67 %	-100 %	-100 %
30	1,26	2,38 %	3,17 %	3,17 %	3,17 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
31	1,16	4,31 %	5,17 %	6,03 %	5,17 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
32	1,18	5,08 %	5,08 %	5,08 %	4,24 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
33	1,17	4,27 %	4,27 %	4,27 %	-100,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
34	1,13	3,54 %	4,42 %	4,42 %	3,54 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
35	1,2	4,17 %	5,00 %	5,00 %	-100,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
36	1,12	4,46 %	5,36 %	5,36 %	5,36 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
37	1,16	4,31 %	4,31 %	4,31 %	-100,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
38	1,16	4,31 %	4,31 %	4,31 %	4,31 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
39	1,19	4,20 %	4,20 %	4,20 %	-100,00 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
40	1,12	4,46 %	4,46 %	4,46 %	5,36 %	-100 %	-100,00 %	-100 %	-100 %
Gj. Snitt %	1,191	1,77 %	2,22 %	2,08 %	-16,47 %	-64,79 %	-89,98 %	-100 %	-100 %

Figur 6 - Grafisk fremstilling av hvor mange prøver som ABL 725 ville analysere time for time. X-aksen fremstiller antall timer, mens Y-aksen fremstiller antall prøver



Tabell 10 – Viser X- og Y-verdier til figur 7

X	Y
1	40
2	40
3	40
4	33
5	14
6	4
7	0
8	0

5. Diskusjon

Hensikten med denne bacheloroppgaven var å undersøke om visse preanalytiske faktorer påvirker analysesvarene til ionisert kalsium. Her tolker vi funnene i forhold til Labqualitys akseptgrenser og grensene som ble fastsatt i samarbeid med Ålesund sykehus.

I tillegg til de forhåndsbestemte preanalytiske faktorene vi skulle undersøke så bestemte vi oss for å gjøre en tilleggsanalyse av halvfulle glass etter syv timer. Dette ble bestemt etter vi observerte at gjentatt åpning av prøveglassene førte til økt lufteksponering som forringet holdbarheten. På grunnlag av dette ville vi se hvordan holdbarheten var etter én åpning, da dette er mer reelt.

Vi støtte på noen utfordringer med å analysere på faste tider da den automatiske 2-punktskalibreringen ble utført midt mellom analyseringen av prøvene. Vi oppdaget også at etter 2-punktskalibreringen ble alle prøvesvarene merkbart forhøyet, men ikke så mye at vi måtte forkaste de.

Når det var kø på den andre maskinen, Radiometer ABL 800 FLEX, måtte sykehuspersonellet bruke maskinen vi fikk til disposisjon. Dette medførte ytterligere forsinkelser i tillegg til kalibreringen.

Vi ble også forsinket med analysetidene når maskinen gikk tom for vaskeløsning, utskriftrull eller når avfallsflasken ble full og måtte tømmes. Noen ganger kunne maskinen analysere ustabilt eller støte på tekniske problemer slik prøven måtte reanalyseres.

Vi støtte på et problem med sentrifugeringen på prøver som ble tatt tredje dagen. Første sentrifugeringen var ikke optimal og dermed måtte vi sentrifugere prøvene på nytt. Det er fullt mulig å sentrifugere prøvene to ganger innen 2 timer fordi resultater for ionisert kalsium ikke blir påvirket av sentrifugering.

Denne studien er utført av studenter under forhold som ikke alltid har vært optimale og det kan tenkes at det var flere feilkilder som kan ha spilt inn her. Siden vi var fire forskjellige personer var det da vanskelig å få en helt standardisert metode.

5.1 Fyllingsgrad

Ifølge prosedyrer fra sykehuset i Ålesund (Vedlegg 6), Universitetssykehuset i Oslo (30), Haukeland(31) og St. Olavs hospital(32) skal en fylle prøveglasset helt opp når en analyserer ionisert kalsium. Med pasienter som det er vanskelig å ta prøve av vil man kanskje ikke klare å fylle glasset helt. Dette kan føre til problemer om en har vansker med å ta blodprøve av en pasient.

Resultatene viser at gjennomsnittlig prosentvis endring er innenfor akseptgrensene med god margin. Det er med andre ord ikke en medisinsk signifikant forskjell. Til og med den høyeste differansen var innenfor akseptgrensene. Sammenlignet med referanseglassene ser vi at de halvfulle i gjennomsnitt har noe høyere verdier, men ikke en signifikant forskjell. Vi observerte under analyseringen at de halvfulle glassene i gjennomsnitt hadde litt høyere pH enn referanseglassene. Grunnen til dette var at prøven har blitt eksponert for luft, og CO₂ har diffundert ut og endret pH.

Resultatene fra t-testen viste at vi kunne forkaste nullhypotesen og akseptere H₁. Det vil si at differansen var statistisk signifikant.

Vi markerte glasset der vi skulle avslutte fyllingen av prøveglasset, men det ble imidlertid vanskelig å treffe merket på grunn av rask blodgjennomstrømning som skapte en skummet overflate. Dette førte til at blodnivået i glasset noen ganger var over eller under markeringen.

Om det er for lite prøvematerial vil ikke aspireringsnålen nå ned til serumet og aspirerer luft i stedet. På grunn av dette måtte vi aspirere prøven med en sprøyte eller bruke en mikrokopp der vi kunne helle prøvematerial i. Vi har ikke funnet tidligere undersøkelser som kan si noe om at disse verktøyene har innvirkning på analysesvarene. Vi ser imidlertid at nyere versjoner av Radiometer ABL har lengre aspireringsnål.

Vi søkte via internett etter tidligere artikler og studier om fyllingsgrad av ionisert kalsium, men vi lyktes ikke med å finne noe. I Tietz - Fundamentals of Clinical Chemistry står det forklart at glassene skal fylles helt opp.(17)

5.2 Holdbarhet over fem dager

Analysen av holdbarheten til blodprøvene gikk over 5 dager der vi oppbevarte prøvene i romtemperatur. Betegnelsen romtemperatur i henhold til vår oppgave er bred da temperaturen kan variere mye mellom prøvetakningssted, transport og analyseringssted. Vi brukte ikke termometer for å kontrollere temperaturen ettersom vår undersøkelse skulle simulere reelle forhold der det er varierende temperatur. Vi prøvde å analysere prøvene på et fast klokkeslett for å standardisere metoden.

Når vi så på gjennomsnittsforandringen mellom referanseprøve og de forskjellige dagsprøvene observerte vi at forandringen var minimal. Totalt lå gjennomsnittsforandringen for alle dagsprøver innenfor Labquality sine akseptområder på $\pm 3\%$.

Ser vi på prøvesvarene individuelt ser vi at bare noen få ligger litt utenfor akseptområdet. Om minst 95 % av alle de individuelle prøvene ligger innenfor akseptgrensen på $\pm 5\%$ er prøvene innenfor vårt fastsatte mål for totalfeil. Det var 6 prøver av 200 som lå utenfor akseptgrensen på $\pm 5\%$ så det vil si at 97 % ligger innenfor grensen på 95% totalfeil. Resultatene fra de 6 prøvene skyldes antakelig 2-punktskalibreringen som medførte at verdiene etter kalibreringen var høyere enn før kalibreringen. (Vedlegg 7) Vi har ikke funnet noe konkret informasjon om at dette stemmer da vi ikke hadde ekstra prøver til sammenligning som kunne analyseres før og etter 2-punktskalibreringen. Vi observerte derimot at dette skjedde med flere prøver. Forandringer før og etter kalibreringer er imidlertid normalt og endrer ikke maskinens presisjon. Forandringene er ofte såpass små at vi ikke trenger å ta hensyn til de separat.

Utrekningene fra t-testen viste at vi kunne beholde nullhypotesen for alle dagene bortsett fra $\Delta 2$. Forklaringen er at spredningen av gjennomsnittsverdiene mellom disse to dagene var liten og en fikk da mer innsnevrede grenser for at t-testen forkastet nullhypotesen. De andre dagene der vi beholder nullhypotesen var resultatene mer spredt, noe som medførte at grensene var bredere og med dette kreves det større differanser for at nullhypotesen skal forkastes.

Det som er optimalt for denne testen var at alle prøvene ble analysert kun én gang. Her ble prøvematerialet ikke utsatt for lufttilblanding før analysering, så feilkilden med å ikke lukke røret skikkelig mellom analysene er ikke med her.

Det var vanskelig å finne studier fra nyere tider, det vil si nyere enn ti år, men en svensk studie fra 1996 viser at gelglass kan analyseres opp til tre dager. Vår studie støtter dette og vi kan utvide tidsperioden til fem dager. Dette gjelder analysemaskiner som korrigerer pH.
(33)

5.3 Lufttilførsel over 8 timer

I denne delen av studiet arbeidet vi videre med referanseglasset. Denne ble analysert igjen én time etter første åpning og deretter én gang i timen. Det skulle egentlig gjøres over åtte timer, men vi så etter noen timer at dette ikke var mulig i praksis. Når prøven sin pH ble for høy klarte ikke maskinen å korrigere pH'en.

Prøvene hadde ulike forutsetninger fra begynnelsen da pH varierer fra person til person. De prøvene som hadde høyere pH i utgangspunktet kunne ikke analyseres like lenge.

Frem til tredje time etter analysering lå gjennomsnittsdifferanse innenfor Labqualitys akseptområde. Fra fjerde time var gjennomsnittsdifferansene så store at de ikke lenger lå innenfor akseptområdet. Grunnen til dette var at pH'en hadde blitt så høy i flere av prøvene at de ikke lot seg analysere. Etter syv timer lot ingen av prøvene seg analysere. (Graf 1). Se vedlegg 5 for resultater med pH.

T-test ble ikke brukt til utregning av denne analysen.

Vi kom frem til at dess flere ganger en prøve åpnes, desto dårligere holdbarhet hadde den. Når en prøve er åpnet eller på et annet vis vært i kontakt med luft, er prosessen med pH-stigning et faktum og er irreversibelt. Vi ser nytten av en maskin som kan kalkulere svaret ut ifra en korrigert pH-verdi, da dette forlenger holdbarheten av prøven. Om vi ikke satt på korkene skikkelig kan det ha bidratt til at pH'en økte raskere grunnet lufteksponering, og de ville blitt forringet tidligere.

Det var vanskelig å finne studier fra nyere tider, det vil si nyere enn ti år. En eldre studie fra Texas fra 1976 støtter at anaerobe forhold er å foretrekke om en vil ha sikre resultat for

analysering av ionisert kalsium. Studien viser også at pH øker i prøven etter at den har vært eksponert for luft. Dette ble observert under analyseringen, men når maskinen justerte svarene etter korrigering av pH, fikk vi tilnærmet samme svar som referanseprøvene. I denne studien blir det også referert til en annen eldre studie der det blir beskrevet at en kan fryse serum i opptil tre døgn og fremdeles få et noenlunde sikkert svar på ionisert kalsium. (34)

I studien fra 1996 som er referert til i forrige delkapittel fant de ut at etter de hadde tatt av korken på prøverøret i 10 minutt, satt det på igjen og ventet fem timer, så de en signifikant forandring i pH. Dette medførte en redusert ionisert kalsiumkonsentrasjon. Det ble derimot ikke sett noen signifikant forskjell i den korrigerede konsentrasjonen. (33)

6 Konklusjon

Ved hjelp av t-tester, akseptgrenser fra Labquality og akseptområde fra Ålesund sykehus kom vi frem til følgende:

6.1 Fyllingsgrad

Med de tallene vi har kan vi konkludere med at de halvfulle glassene kan bli brukt til analysering av ionisert kalsium, med forbehold om at prøven blir analysert samme dag. Det var ikke signifikant forskjell sammenlignet med referanseprøven, da akseptgrensen var $\pm 3\%$, og gjennomsnittsdifferansen var $0,45\%$. T-testen viser også at differansen var statistisk signifikant, men akseptgrensene viser at resultatene ikke var klinisk signifikant. Vi foreslår videre arbeid på holdbarheten av halve glass over en lengre periode for sikrere resultat.

6.2 Holdbarhet over fem dager

Som nevnt i diskusjonen ligger noen av de individuelle prøvene utenfor akseptområdet, som mest sannsynlig var forårsaket av forandringene etter 2-punktskalibreringen. Alle gjennomsnittsdifferanseprøvene var innenfor Labquality's akseptgrenser.

Ingen av resultatene var klinisk signifikante, og vi kan derfor konkludere med at vi kan analysere prøvene opp til fem dager etter prøvetakning. Dette forutsatt at de blir oppbevart i romtemperatur og ikke blir eksponert for luft.

På grunn av feilkilder ved kalibreringen oppfordrer vi til videre undersøkelser eller kvalitetssikringer av dette.

6.3 Lufttilførsel

På bakgrunn av de tallene vi har, konkluderer vi med at prøvene er holdbare etter å ha blitt åpnet fire ganger. Etter fire timer, etter å ha eksponert prøvene for luft fem ganger hadde pH'en blitt så høy at gjennomsnittlig prosentvis endring av prøvene var langt over akseptgrensen.

Tilleggsanalysen hvor vi analyserte det halvfulle glasset etter syv timer støtter konklusjonen om at hvor mange ganger prøven har blitt eksponert for luft, er det som avgjør hvorvidt prøven er analyserbar.

Vi har ikke grunnlag til å gi en konklusjon på prøver fra pasienter med syre-base-forstyrrelser eller andre tilstander som påvirker pH i blodet og foreslår derfor dette til videre undersøkelser.

7 Referanseliste

1. Peacock M. Calcium metabolism in health and disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2010;5(Supplement 1):S23-S30.
2. Martini FH, Nath JL. Chapter 6 - Osseous Tissue and Bone Structure. *Fundamentals of anatomy & physiology*. 8th ed. ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings; 2009.
3. Sand O, Sjaastad ØV, Haug E, Bjålie JG, Toverud KC. Kapittel 6 - Det endokrine systemet. *Menneskekroppen : fysiologi og anatomi*. 2. utg. ed. Oslo: Gyldendal akademisk; 2006.
4. National Institutes of Health - Office of Dietary Supplements. Calcium - Dietary supplement fact sheet 2013 [26.03.2015]. Available from: <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Calcium-HealthProfessional/>.
5. Tietz NW, Burtis CA, Ashwood ER, Bruns DE. Chapter 38 - Disorders of Bone. *Tietz fundamentals of clinical chemistry*. 6th ed. ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2008.
6. Metabolism JoEa. Mineral Metabolism. In: http://medind.nic.in/icd/t12/i2/IndianJEndocrMetab_2012_16_2_310_93778_f7.jpg, editor. *National Databases of Indian Medical Journals*2010.
7. Reece JB, Campbell NA. Chapter 11 - Cell Communication. *Campbell biology*. 9th ed. ed. Boston, Mass: Pearson; 2011.
8. Rodak BF, Fritsma GA, Keohane EM. Chapter 40 - Normal hemostasis and coagulation. *Hematology : clinical principles and applications*. 4th ed. ed. St. Louis, Mo: Saunders Elsevier; 2012.
9. Fossum S. Signalformidling: SNL - Store Norske Leksikon; [18.05.2015]. Available from: <https://sml.snl.no/signalformidling>.
10. Sand O, Sjaastad ØV, Haug E, Bjålie JG, Toverud KC. Kapittel 3 - Fra celler til kropp. *Menneskekroppen : fysiologi og anatomi*. 2. utg. ed. Oslo: Gyldendal akademisk; 2006.
11. Reece JB, Campbell NA. Chapter 50 - Animal form and Function. 9th ed. ed. Boston, Mass: Pearson; 2011.
12. Chemistry AAfC. Calcium Test: Lab Tests Online UK; [updated 26.03.201526.03.2015]. Available from: <http://labtestsonline.org.uk/understanding/analytes/calcium/tab/test/>.
13. Martini FH, Nath JL. Chapter 27 - Fluid, Electrolyte and Acid-Base Balance. 8th ed. ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings; 2009.
14. Trauma.org. Transfusion for Massive Blood Loss30.03.2015. Available from: <http://www.trauma.org/archive/resus/massive.html>.
15. Sava L, Pillai S, More U, Sontakke A. Serum calcium measurement: total versus free (ionized) calcium. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 2005;20(2):158-61.
16. Goldberg D. Calcium, Ionized27.03.2015. Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/2087469-overview - aw2aab6b2>.

17. Burtis CA, Bruns DE, Tietz NW. Chapter 39 - Disorders of Bone and Mineral Metabolism. Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics. 7th ed. ed. St. Louis, Mo: Elsevier; 2015.
18. Kalsium, fritt [Internet]. Akershus universitetssykehus. 2015 [cited 01.04.2015]. Available from: http://old.ahus.no/eqs/labhbok/docs/doc_1543/index.html.
19. Husøy A-M. Kapittel 1 - Prøvetaking og preanalytiske forhold. Blodprøvetaking i praksis. 2. utg. ed. Oslo: Cappelen Damm akademisk; 2012.
20. Metrohm. Ioneselektive elektroder: Metrohm Nordic; 2009. Available from: <http://www.metrohm.no/Produkter/Electrodes/605.html>.
21. Egeland ES. Ioneselektive Elektroder2009 21.04.2015]. Available from: https://snl.no/ioneselektiv_elektrode
22. Burtis CA, Bruns DE, Tietz NW. Chapter 10 - Electrochemistry and Chemical sensors. Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics. 7th ed. ed. St. Louis, Mo: Elsevier; 2015.
23. 2000 N. How Ion-Selective Electrodes Work2004 20.04.2015]. Available from: <http://www.nico2000.net/datasheets/howiseswork.htm>
24. ApS RM. ABL700 series operator's manual 2008:[424 p.]. Available from: <http://www.radiometeramerica.com/~media/files/radiometercomcloneset/rame/manuals/abl700/989-311w-abl700-operators-manual---english.pdf>.
25. ApS RM. ABL800 FLEX - Electrode measuring principle2004 07.04.2015]:[37 p.]. Available from: http://biowel.com/pdf/Radiometer/ABL800/ABL_measuring_principle.ppt
26. Jouan. General Purpose Centrifuges C4i-CR4i. 2003:32.
27. Frisvold F. Samtale og rådgivning. 2015.
28. Helbæk M, Godejord PA. Kapittel 1 - Eksperimentelt arbeid. Statistikk for kjemikere. Trondheim: Tapir; 2001.
29. Helbæk M, Godejord PA. Kapittel 2 - Sannsynlighet og sannsynlighetsfordelinger. Trondheim: Tapir; 2001.
30. Hormonlaboratoriet. Kalsium, fritt (Ca²⁺) i serum2014 15.05.2015]. Available from: http://www.oslo-universitetssykehus.no/omoss_/avdelinger_/hormonlaboratoriet_/analyser_/Sider/kalsium-fritt-i-serum.aspx.
31. universitetssjukehus HB-H. Kalsium, ionisert2014 15.05.2015]. Available from: <http://www.analyseoversikten.no/-/analysis/262>.
32. Hospital SO. Kalsium, fritt 2004 15.05.2015]. Available from: http://www.helse-midt.no/ftp/stolav/labhandboker/Medisinsk_biokjemi/ambbok.html.
33. Kallner A. Preanalytical Procedures in the Measurement of Ionized Calcium in Serum and Plasma. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine [Internet]. 1996; 34(1):[53-8 pp.]. Available from:

<http://www.degruyter.com/view/j/cclm.1996.34.issue-1/cclm.1996.34.1.53/cclm.1996.34.1.53.xml>.

34. Wybenga D, Ibbott F, Cannon D. Determination of ionized calcium in serum that has been exposed to air. *Clinical chemistry* [Internet]. 1976 18.03.2015]; 22(7):[1009-11 pp.]. Available from:

<http://www.clinchem.org/content/22/7/1009.full.pdf>

8 Vedlegg

Vedleggsnummer er merket nederst i høyre hjørne på arkene.

Sidetall 46 – 48:

Vedlegg 1 – Noklus

Sidetall 49 – 51:

Vedlegg 2 – Samtykkeskjema

Sidetall 52:

Vedlegg 3 – Statistikktabell

Sidetall 53:

Vedlegg 4 – Labquality

Sidetall 54 – 67:

Vedlegg 5 – Resultatene våre

Sidetall 68 – 75:

Vedlegg 6 – Prosedyre Ålesund Sykehus

Sidetall 76:

Vedlegg 7 – 2-punktskalibrering

2.02 Venøs blodprøvetaking

Hensikt Beskrive framgangsmåten ved venøs blodprøvetaking (venepunksjon) med vakuumsrør.

Generelle forhold For å sikre kvaliteten på analyseresultatet, er det avgjørende at prøvematerialet er fremskaffet på en korrekt måte. Prøvetaker må ha kunnskap om forhold som kan påvirke prøvematerialet. Se prosedyren 2.01 Forberedelse til blodprøvetaking i dette kapitlet.

Utstyr

- Desinfeksjonsmiddel f.eks.: Injeksjonstørk, Klorhexidin 5 mg/mL
- Kanyle og kanyleholder, ev. med sikkerhetsutstyr, butterfly (venepreøvetakingssett)
- Vakuumsrør
- Stasebånd med enhåndsjustering
- Tupfer (absorberende papir, celletørk e.l.)
- Plaster
- Avfallsbeholder til stikkende/skjærende avfall
- Stativ til oppbevaring av prøverør
- Ev. hansker

For å redusere risiko for stikkuehell, bruk kanyle eller kanyleholder med sikkerhetsmekanisme.

Kanyler og vakuumsrør skal være sterile og for engangsbruk. Resten av utstyret skal være rent. Vær spesielt oppmerksom på utstyr som gjenbrukes (stasebånd, holdere). Bruk eventuelt engangsutstyr. Bruk aldri prøvetakingsutstyret etter holdbarhetsdato.

Generelt skal vakuumsrør oppbevares i romtemperatur og beskyttes mot direkte solllys. Rørene skal ha romtemperatur ved bruk. Se for øvrig fabrikantens anbefalinger for oppbevaring og holdbarhet.

Undersøk om det stilles spesielle krav til prøvemateriale og bruk vakuumsrør med riktig tilsetning til aktuell analyse. Serum fra gelrør kan ikke benyttes til alle serumanalyser, som f.eks. til sporelement- og en del medikamentanalyser, konferer samarbeidende laboratorium.

Merking av prøver Merk alle prøverør enten med pasientens navn og fødselsnummer eller benytt rekvisisjonens prøveidentifiseringsnummer. Noter prøvetakingsdato, klokkeslett og prøvetakers initialer på rekvisisjonen. Merk rørene før eller umiddelbart etter prøvetaking.

NB! Prøver til blodtypeserologi skal alltid merkes med fullstendig navn, fødselsnummer (11 siffer) og prøvetakingsdato. Prøverøret og/eller rekvisisjon skal signeres av prøvetaker.

Sørg for at pasienten selv, pårørende eller annen sikker kilde, oppgir navn og fødselsnummer.

Håndhygiene Prøvetakeren må bruke hånddesinfeksjonsmiddel mellom hver prøvetaking. Følg bruksanvisningen for desinfeksjonsmiddelet. Alternativt kan hendene vaskes grundig med såpe og vann. Ved bruk av hansker: Bytt hansker mellom hver pasient. Vask hendene før og etter. Se kap. 5, SMITTEVERN / HYGIENE, 5.01 Basale smittevernrutiner i helsetjenesten.

Desinfeksjon av punksjonssted

I publikasjonen "Basale smittevernrutiner i helsetjenesten" fra Folkehelseinstituttet anbefales desinfeksjon av huden med korttidsvirkende huddesinfeksjonsmiddel (alkoholer) etter føre-var prinsippet.

Punksjonssted bør imidlertid alltid desinfiseres ved prøvetaking på pasienter med nedsatt immunforsvar. Ved venepunksjon av brystkreftopererte bør prøvetaking i armen på den opererte siden unngås på grunn av fare for infeksjon. Hvis likevel armen på den opererte siden må benyttes, bruk minst mulig stase og desinfiser alltid. Desinfeksjon av stikksted skal alltid utføres ved taking av blodkultur.

NB! Desinfeksjonsmiddelet skal lufttørke på huden i 30 sek før prøvetaking.

Rør-rekkefølge

Generell rekkefølge – gjelder Vacutainer, Vacuette og Venosafe/Venoject

1. Blodkultur eller ev. kasterør
2. Citratrør til koagulasjonsanalyser
3. Serumrør med og uten gel – glass og plast
4. Heparinrør
5. EDTA-rør
6. Øvrige rør

Rekkefølge Monovette

1. Blodkultur
2. Serumrør med og uten gel
3. Citratrør til koagulasjon
4. Heparinrør
5. EDTA-rør
6. Øvrige rør

Prosedyre

Ved bruk av Monovette rør: Se 2.09 Vedlegg 1 og 2 i dette kapittelet.

Se prosedyre 2.01 Forberedelse til prøvetaking i dette kapittelet. Forsikre deg om at pasientforberedelse og generelle forhold ved prøvetaking er ivaretatt. Se informasjon om bedøvelseskrem.

Når flere rør skal fylles, påse at rekkefølgen på rørene er i henhold til leverandørens anbefalinger.

1. Sørg for at pasienten sitter/ligger godt.
2. Legg pasientens arm mot et stødig underlag som heller nedover. Dette for å sikre at prøverørene fylles fra bunnen og oppover og gjør det lettere å kontrollere at røret fylles korrekt.
3. Plasser stasebåndet på overarmen, helst utenpå tøyet, ca. 10 cm ovenfor forventet punksjonssted, stram til, lokaliser punksjonsstedet.
4. Løsne stasebåndet når punksjonsstedet er valgt.
5. Desinfiser punksjonsstedet. Se Desinfeksjon av punksjonssted.
6. Sjekk at kanylens papiretikett er ubrutt.
7. Vri av den korte hylsen.
8. Skru kanylen inn i kanyleholderen. Det finnes ulike typer kanyleholdere.

Prosedyre forts.



9. Alt.I: Før vakuurrøret inn i kanyleholderen mot kanylens indre spiss. Pass på at røret ikke føres for langt inn slik at vakuuet forsvinner og røret kan ikke benyttes.

Alt.II: Vent med å føre røret inn i kanyleholderen til etter at kanylen er inne i venen.

10. Vri av den lange hylsen.

11. Stram stasebåndet igjen om nødvendig. Stasingen bør ikke pågå mer enn 1 minutt sammenhengende.

12. Stikk kanylen i venen med jevn bevegelse, og med kanylen i en vinkel på ca. 15 grader. Åpningen på kanylen bør være vendt opp eller til siden.

13. Trykk røret inn i bunnen av kanyleholderen. Korken perforeres og røret fylles. Pasienten må ikke pumpe med hånden. Hvis stasebånd benyttes, løsnes dette når røret begynner å fylles. Røret fylles så lenge det er vakuum tilstede.

14. Fjern røret fra holderen.

15. Vend røret umiddelbart etter at det er tatt ut av holderen. Alle rør skal blandes forsiktig ved å vendes opp/ned 5-10 ganger. Rør til SR bør vendes 10 ganger. Sett røret i stativ.

16. Ta bort det siste røret fra holderen før kanylen fjernes fra stikkstedet. Hold en tupfer løst på stikkstedet og trekk kanylen forsiktig ut. Trykk godt mot venen straks etter at kanylen er trukket ut.

17. Brukt kanyle og holder kastes i avfallsbeholder egnet for stikkende/skjærende avfall. Hvis ikke engangsholdere benyttes, må kanylen fjernes fra holderen på forskriftsmessig måte. Tilbakesetting av beskyttelseshylsen(recapping) er ikke tillatt.

18. Sjekk at blødningen har stanset. Sett plaster stramt over tupferen.

19. Påse at alle rør er merket forskriftsmessig. Se Merking av prøver.

20. Noter på rekvisisjonen dersom prøvetakingen ikke har fulgt gjeldende prosedyre.

Feilkilder

Ved prøvetaking:

- Feil pasient
- Feil type prøvetakingsrør
- Ufullstendig fylling av rør
- Ufullstendig blanding av rør
- Utstyr utgått på dato
- Langvarig stase
- Pasienten pumper med hånden
- Ufullstendig eller feil merking av rør

Ved prøvematerialet:

- Koagel i prøven
- Rør med feil tilsetning
- Hemolyse

Forespørsel om deltakelse i kvalitetssikringsprosjekt

I hvilken grad påvirker preanalytiske variabler ionisert kalsium?

Bakgrunn og hensikt

Dette er informasjon til deg som skal delta i et kvalitetssikringsstudie for sykehuset i Ålesund der vi skal undersøke hvordan ulike preanalytiske faktorer påvirker analysesvar når man analyserer ionisert kalsium i serum. De preanalytiske faktorene som vi skal undersøke er: holdbarhet, fyllingsgrad av glass og lufttilblandet serum. Disse faktorene kan påvirke resultatet, slik at man kan få falske forhøyede eller for lave verdier. Vi vil derfor undersøke i hvor stor grad disse faktorene spiller inn på analyseresultatene.

Hva innebærer studien?

Denne studien er delt i 3 deler. Til dette trenger vi cirka 40 personer.

Del 1: Lufttilførsel

I følge flere prosedyrer skal man unngå lufttilførsel under prøvetaking og analysering av ionisert kalsium. Man skal da analysere prøven direkte etter man har fjernet korken fra prøverøret. I denne delen av studiet skal vi se hvor stor grad lufttilført serum påvirker prøveresultatet i en tidsperiode der vi måler én gang i timen i løpet av åtte timer.

Del 2: Fyllingsgrad

I denne delen skal vi sammenligne et glass vi fyller opp halvveis og et fullt glass for å se om fyllingsgraden påvirker prøveresultatet.

Del 3: Holdbarhet

Holdbarheten på ionisert kalsium er forskjellig fra prosedyre til prosedyre. Vi skal derfor undersøke dette ved å måle fem glass fra samme pasient fordelt på fem døgn. Vi måler da det ene glasset det første døgnet, det andre glasset det andre døgnet, og så videre. Den første prøven som blir målt er betegnet som referanseglasset vårt, som vi sammenligner med de resterende prøvene. På den måten får vi undersøkt hvor lenge prøven er holdbar.

Mulige fordeler og ulemper

Fordelen med å ta del av dette studiet er at du hjelper sykehuset med å lage trygge rutiner som skal sikre korrekte prøveresultater som brukes i pasientbehandling. Ditt blod blir brukt for en bedre forståelse av preanalytiske variabler som kan påvirke prøveresultatet.

Ulempen med å delta på dette studiet kan være at vedkommende som deltar i kvalitetssikringsprosjektet kjenner noe ubehag, får et blåmerke eller et hematom (hevelse) rundt stikkstedet. Blodprøvetaking kan også føre til kvalme, svimmelhet og besvimelse. Vi anbefaler at du spiser en god frokost før du møter opp på laboratoriet for å forminske risikoen for disse ulempene.

Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?

Alle opplysningene om deg og prøvene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenning opplysninger. Alle prøvene som blir tatt blir merket med tilfeldig tall som ikke kan kobles til person eller navn. Samtykkeskjema vil bli makulert etter endt studie. Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når oppgaven er ferdig skrevet.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke. Når prøven er tatt blir den anonymisert, og det blir da ikke mulig å trekke seg. Dersom du har spørsmål til studien, kan du kontakte oss på epost: icamask@hotmail.com

Personvern

Alle opplysninger om deg og dine prøver er anonymisert og kan derfor ikke knyttes til deg personlig. Prøvemateriale og underskrifter vil bli kastet etter analysering.

Økonomi

Høgskolen i Ålesund disponerer 3000 kr til prøvemateriale. Sykehuset i Ålesund disponerer prøvemateriale og tilgang til analysemaskiner.

Forsikring

Deltagelse er på eget ansvar.

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til å delta i studien

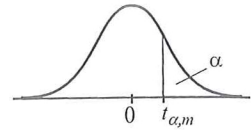
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

(Signert, rolle i studien, dato)

F. Kvantiltabell for t -fordelinger

Tabellen viser α -kvantilen $t_{\alpha,m}$, slik at $P(T > t_{\alpha,m}) = \alpha$
 ($m = n - 1 =$ antall frihetsgrader).



m	α										
	0,4	0,25	0,2	0,1	0,05	0,025	0,02	0,01	0,005	0,0025	0,0005
1	0,325	1,000	1,376	3,078	6,314	12,706	15,895	31,821	63,657	127,32	636,59
2	0,289	0,816	1,061	1,886	2,920	4,303	4,849	6,965	9,925	14,089	31,598
3	0,277	0,765	0,978	1,638	2,353	3,182	3,482	4,541	5,841	7,453	12,924
4	0,271	0,741	0,941	1,533	2,132	2,776	2,999	3,747	4,604	5,598	8,610
5	0,267	0,727	0,920	1,476	2,015	2,571	2,757	3,365	4,032	4,773	6,869
6	0,265	0,718	0,906	1,440	1,943	2,447	2,612	3,143	3,707	4,317	5,959
7	0,263	0,711	0,896	1,415	1,895	2,365	2,517	2,998	3,499	4,029	5,408
8	0,262	0,706	0,889	1,397	1,860	2,306	2,449	2,896	3,355	3,833	5,041
9	0,261	0,703	0,883	1,383	1,833	2,262	2,398	2,821	3,250	3,690	4,781
10	0,260	0,700	0,879	1,372	1,812	2,228	2,359	2,764	3,169	3,581	4,587
11	0,260	0,697	0,876	1,363	1,796	2,201	2,328	2,718	3,106	3,497	4,437
12	0,259	0,695	0,873	1,356	1,782	2,179	2,303	2,681	3,055	3,428	4,318
13	0,259	0,694	0,870	1,350	1,771	2,160	2,282	2,650	3,012	3,372	4,221
14	0,258	0,692	0,868	1,345	1,761	2,145	2,264	2,624	2,977	3,326	4,140
15	0,258	0,691	0,866	1,341	1,753	2,131	2,249	2,602	2,947	3,286	4,073
16	0,258	0,690	0,865	1,337	1,746	2,120	2,235	2,583	2,921	3,252	4,015
17	0,257	0,689	0,863	1,333	1,740	2,110	2,224	2,567	2,898	3,222	3,965
18	0,257	0,688	0,862	1,330	1,734	2,101	2,214	2,552	2,878	3,197	3,922
19	0,257	0,688	0,861	1,328	1,729	2,093	2,205	2,539	2,861	3,174	3,883
20	0,257	0,687	0,860	1,325	1,725	2,086	2,197	2,528	2,845	3,153	3,849
21	0,257	0,686	0,859	1,323	1,721	2,080	2,189	2,518	2,831	3,135	3,819
22	0,256	0,686	0,858	1,321	1,717	2,074	2,183	2,508	2,819	3,119	3,792
23	0,256	0,685	0,858	1,319	1,714	2,069	2,177	2,500	2,807	3,104	3,768
24	0,256	0,685	0,857	1,318	1,711	2,064	2,172	2,492	2,797	3,091	3,745
25	0,256	0,684	0,856	1,316	1,708	2,060	2,167	2,485	2,787	3,078	3,725
26	0,256	0,684	0,856	1,315	1,706	2,056	2,162	2,479	2,779	3,067	3,707
27	0,256	0,684	0,855	1,314	1,703	2,052	2,158	2,473	2,771	3,057	3,690
28	0,256	0,683	0,855	1,313	1,701	2,048	2,154	2,467	2,763	3,047	3,674
29	0,256	0,683	0,854	1,311	1,699	2,045	2,150	2,462	2,756	3,038	3,659
30	0,256	0,683	0,854	1,310	1,697	2,042	2,147	2,457	2,750	3,030	3,646
40	0,255	0,681	0,851	1,303	1,684	2,021	2,123	2,423	2,704	2,971	3,551
50	0,255	0,679	0,849	1,299	1,676	2,009	2,109	2,403	2,678	2,937	3,496
60	0,254	0,679	0,848	1,296	1,671	2,000	2,099	2,390	2,660	2,915	3,460
80	0,254	0,678	0,846	1,292	1,664	1,990	2,088	2,374	2,639	2,887	3,416
120	0,254	0,677	0,845	1,289	1,658	1,980	2,076	2,358	2,617	2,860	3,373
∞	0,253	0,674	0,842	1,282	1,645	1,960	2,054	2,326	2,576	2,807	3,291

Quality specifications by Labquality for the most common clinical chemistry tests

Table 1. Goals for analytical variation in clinical chemistry

Analyte	Goal (CV %)
Alanine aminotransferase	4.0
Albumin	1.8
Alkaline phosphatase	4.0
Amylase	4.0
Aspartate aminotransferase	4.0
Bilirubin	3.4
Calcium	1.3
Calcium Ionized	1.3
Chloride	0.7
Cholesterol	3.0
Cholesterol HDL	3.0
Cortisol	3.6
Creatine phosphokinase	4.0
Creatinine	2.8
Ferritin	5.4
Gamma glutamyltransferase	4.0
Glucose	2.1
Immunoglobulin A	3.2
Immunoglobulin G	2.6
Immunoglobulin M	3.6
Iron	2.4
Lactate dehydrogenase	4.0
Magnesium	2.6
Osmolality	0.7
Phosphorus	2.0
Potassium	1.1
Protein	1.6
Sodium	0.7
Thyrotropin	4.2
Thyroxin	3.0
Thyroxin free	4.8
Transferrin	3.3
Triglycerides	3.0
Triiodothyronin	4.1
Urea	3.0
Uric acid	2.0

Table 2. Goals for total analytical error in clinical chemistry (*target limits*)

Analyte	Goal (%)
Alanine aminotransferase	± 12
Albumin	± 5
Alkaline phosphatase	± 12
Amylase	± 12
Aspartate aminotransferase	± 12
Bilirubin	± 12
Calcium	± 3
Calcium Ionized	± 3
Chloride	± 2
Cholesterol	± 5
Cholesterol HDL	± 10
Cortisol	± 15
Creatine phosphokinase	± 12
Creatinine	± 8
Ferritin	± 15
Gamma glutamyltransferase	± 12
Glucose	± 6
Immunoglobulin A	± 15
Immunoglobulin G	± 8
Immunoglobulin M	± 15
Iron	± 12
Lactate dehydrogenase	± 12
Magnesium	± 6
Osmolality	± 2
Phosphorus	± 6
Potassium	± 4
Protein	± 5
Sodium	± 2
Thyrotropin	± 12
Thyroxin	± 10
Thyroxin free	± 12
Transferrin	± 8
Triglycerides	± 15
Triiodothyronin	± 12
Urea	± 10
Uric acid	± 8

In Finland, the Quality Goal Expert Group of Labquality Ltd. has prepared a proposal for analytical quality goals for the most common clinical chemistry tests. In this proposal, quality goals are presented both for the analytical variation (precision) and for the total error which involves both the precision and the systematic error of the results (bias). These analytical quality goals have been set mainly for two purposes. First, the goals for total error are used in the assessment of individual results of external quality control surveys. Secondly, a laboratory can assess its own performance by comparing the variation of its results with these analytical quality goals when the own method is running normally [Sorto A, Kaihola HL, Törmä A. Quality Assurance in the Clinical Laboratory. Principles of Internal Quality Control. Labquality News 2: 38-56, 1998].

Prøve: 1-1

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.25	1.23	1.24	1.24
pH	7.380	7.414	7.381	7.383	7.368

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.26	1.25	1.25	-	-	-	-
pH	7.426	7.481	7.552	7.596	7.636	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.25	1.26
pH	7.405	7.537

Prøve: 1-2

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.22	1.23	1.21	1.22	1.22
pH	7.375	7.420	7.414	7.419	7.424

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.24	1.23	1.22	-	-	-	-
pH	7.421	7.485	7.498	7.559	7.619	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.23
pH	7.413	7.537

Prøve: 1-3

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.21	1.19	1.20	1.20
pH	7.310	7.347	7.405	7.375	7.380

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.22	1.22	1.20	1.20	-	-	-	-
pH	7.359	7.441	7.448	7.541	7.615	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.21
pH	7.318	7.443

Prøve: 1-4

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.19	1.18	1.18	1.18
pH	7.345	7.366	7.371	7.354	7.340

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.19	1.19	1.18	-	-	-	-
pH	7.364	7.445	7.495	7.565	7.651	-	-	-

7 t. H	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.18
pH	7.337	7.470

Prøve: 1-5

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.23	1.22	1.22	1.22
pH	7.381	7.417	7.430	7.428	7.423

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.24	1.23	1.22	1.24	-	-	-
pH	7.395	7.453	7.450	7.566	7.594	7.685	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.23
pH	7,397	7.499

Prøve: 1-6

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.19	1.16	1.17	1.17
pH	7.366	7.362	7.402	7.406	7.413

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.19	1.18	1.18	-	-	-	-
pH	7.377	7.420	7.470	7.589	7.612	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.18
pH	7.366	7.463

Prøve: 1-7

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.24	1.22	1.22	1.23
pH	7.353	7.415	7.432	7.425	7.420

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.25	1.25	1.25	1.24	-	-	-
pH	7.359	7.434	7.522	7.590	7.577	7.694	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.23
pH	7.412	7.526

Prøve: 1-8

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.17	1.15	1.16	1.16
pH	7.380	7.419	7.414	7.410	7.406

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.16	1.18	1.16	1.18	1.17	-	-	-
pH	7.416	7.456	7.528	7.582	7.567	7.718	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.16
pH	7.391	7.484

Prøve: 1-9

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.18	1.16	1.17	1.17
pH	7.384	7.418	7.437	7.424	7.418

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.20	1.19	1.18	1.19	-	-	-
pH	7.420	7.44	7.537	7.549	7.591	7.695	-	-

Lite rør	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.18
pH	7.419	7.585

Prøve: 1-10

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.21	1.18	1.19	1.20
pH	7.349	7.379	7.399	7.411	7.405

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.22	1.21	1.20	1.22	-	-	-
pH	7.414	7.428	7.472	7.560	7.574	7.640	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.20
pH	7.341	7.464

Prøve: 2-11

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.15	1.13	1.13	1.13	1.14
pH	7.377	7.422	7.422	7.410	7.408

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.15	1.18	1.17	1.17	-	-	-	-
pH	7.425	4.464	7.531	7.564	7.632	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.15	-
pH	7.385	7.614

Prøve: 2-12

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.21	1.22	1.22	1.23
pH	7.386	7.410	7.439	7.439	7.417

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.25	1.27	1.26	-	-	-	-	-
pH	7.460	7.483	7.545	7.623	-	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.23
pH	7.387	7.506

Prøve: 2-13

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.18	1.18	1.18	1.20
pH	7.353	7.383	7.387	7.401	7.404

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.23	1.23	1.22	1.23	-	-	-
pH	7.428	7.445	7.482	7.532	7.597	7.633	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.20
pH	7.380	7.496

Prøve: 2-14

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.25	1.21	1.21	1.22	1.23
pH	7.351	7.389	7.400	7.402	7.401

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.26	1.26	1.24	1.25	1.24	-	-
pH	7.407	7.443	7.479	7.507	7.580	7.598	7.748	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.24
pH	7.372	7.488

Prøve: 2-15

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.16	1.16	1.16	1.17
pH	7.372	7.402	7.410	7.422	7.401

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.19	1.20	1.18	1.18	-	-	-
pH	7.440	7.449	7.515	7.545	7.586	7.659	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.17
pH	7.405	7.517

Prøve: 2-16

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.22	1.18	1.19	1.19	1.20
pH	7.404	7.412	7.435	7.440	7.427

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.23	1.22	1.21	-	-	-	-
pH	7.471	7.550	7.495	7.573	7.606	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.20
pH	7.429	7.515

Prøve: 2-17

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.18	1.18	1.18	1.19
pH	7.315	7.368	7.348	7.360	7.367

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.21	1.21	1.20	1.19	-	-	-
pH	7.388	7.456	7.449	7.519	7.549	7.641	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.20
pH	7.346	7.444

Prøve: 2-18

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.20	1.20	1.20	1.21
pH	7.347	7.391	7.407	7.399	7.398

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.24	1.23	1.23	-	-	-	-
pH	7.400	7.454	7.505	7.566	7.628	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.22	1.23
pH	7.361	7.472

Prøve: 2-19

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.14	1.11	1.11	1.12	1.12
pH	7.342	7.371	7.361	7.360	7.331

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.12	1.12	1.13	1.13	-	-	-	-
pH	7.396	7.425	7.487	7.535	7.625	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.13	1.13
pH	7.365	7.458

Prøve: 2-20

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.15	1.15	1.16	1.16
pH	7.354	7.389	7.386	7.390	7.378

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.17	1.18	1.17	1.17	1.16	-	-
pH	7.429	7.434	7.467	7.540	7.575	7.581	7.663	-

	Halvfullt	7. timer
Ca ²⁺ (7.4)	1.16	1.16
pH	7.400	7.535

Prøve: 3-21

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.14	1.15	1.17	1.17
pH	7.333	7.360	7.350	7.354	7.354

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.19	1.20	1.18	-	-	-	-
pH	7.392	7.454	7.532	7.571	7.699	-	-	-

	Halvfullt	7. timer
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.19
pH	7.378	7.495

Prøve: 3-22

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.16	1.14	1.14	1.17	1.16
pH	7.355	7.383	7.366	7.359	7.364

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.19	1.19	1.18	1.19	1.18	-	-
pH	7.381	7.434	7.507	7.494	7.560	7.573	7.664	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.18
pH	7.381	7.471

Prøve: 3-23

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.25	1.23	1.23	1.27	1.25
pH	7.381	7.419	7.394	7.414	7.391

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.30	1.29	1.29	1.29	-	-	-	-
pH	7.446	7.492	7.546	7.598	7.667	-	-	-

	Halvfullt	7. timer
Ca ²⁺ (7.4)	1.27	1.29
pH	7.409	7.513

Prøve: 3-24

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.22	1.19	1.20	1.23	1.21
pH	7.376	7.389	7.404	7.386	7.364

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.25	1.25	1.26	-	-	-	-	-
pH	7.433	7.470	7.584	7.617	-	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.25
pH	7.395	7.516

Prøve: 3-25

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.18	1.19	1.22	1.19
pH	7.411	7.424	7.432	7.141	7.387

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.25	1.24	1.25	-	-	-	-	-
pH	7.478	7.505	7.575	7.629	-	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.24
pH	7.439	7.557

Prøve: 3-26

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.16	1.14	1.14	1.18	1.15
pH	7.320	7.333	7.362	7.346	7.365

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.18	1.17	1.18	1.16	-	-	-
pH	7.336	7.424	7.487	7.527	7.572	7.655	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.17
pH	7.355	7.482

Prøve: 3-27

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.18	1.18	1.22	1.19
pH	7.333	7.359	7.367	7.358	7.371

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.23	1.24	1.22	-	-	-	-
pH	7.373	7.438	7.536	7.597	7.689	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.22
pH	7.331	7.468

Prøve: 3-28

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.14	1.12	1.12	1.16	1.13
pH	7.372	7.374	7.383	7.384	7.374

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.17	1.16	1.16	1.16	-	-	-
pH	7.390	7.449	7.482	7.529	7.600	7.646	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.15	1.16
pH	7.375	7.481

Prøve: 3-29

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.18	1.17	1.22	1.19
pH	7.375	7.400	7.383	7.382	7.389

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.23	1.23	1.24	1.23	1.23	1.22	-	-
pH	7.407	7.453	7.505	7.545	7.596	7.594	7.675	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.23
pH	7.398	7.479

Prøve: 3-30

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.26	1.24	1.24	1.30	1.26
pH	7.332	7.367	7.367	7.366	7.374

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.29	1.30	1.30	1.30	-	-	-	-
pH	7.374	7.453	7.533	7.598	7.635	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.27	1.29
pH	7.344	7.482

Prøve: 4-31

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.16	1.16	1.21	1.18	1.19
pH	7.384	7.416	7.409	7.419	7.410

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.22	1.23	1.22	-	-	-	-
pH	7.432	7.483	7.556	7.594	7.633	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.21
pH	7.444	7.583

Prøve: 4-32

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.17	1.23	1.20	1.21
pH	7.375	7.403	7.396	7.414	7.401

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.24	1.24	1.23	-	-	-	-
pH	7.426	7.459	7.534	7.571	7.624	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.23
pH	7.419	7.541

Prøve: 4-33

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.16	1.22	1.18	1.19
pH	7.353	7.353	7.345	7.383	7.359

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.22	1.22	1.22	-	-	-	-	-
pH	7.415	7.470	7.522	7.625	-	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.21
pH	7.367	7.475

Prøve: 4-34

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.13	1.13	1.19	1.14	1.15
pH	7.315	7.355	7.357	7.347	7.353

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.18	1.18	1.17	-	-	-	-
pH	7.377	7.430	7.487	7.521	7.639	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.15	1.17
pH	7.349	7.431

Prøve: 4-35

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.20	1.19	1.26	1.22	1.22
pH	7.386	7.391	7.392	7.418	7.408

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.25	1.26	1.26	-	-	-	-	-
pH	7.427	7.490	7.548	7.613	-	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.22	1.25
pH	7.443	7.538

Prøve: 4-36

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.12	1.12	1.18	1.13	1.14
pH	7.382	7.401	7.390	7.404	7.414

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.17	1.18	1.18	1.18	-	-	-	-
pH	7.426	7.467	7.526	7.553	7.603	-	-	-

	Haalvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.14	1.17
pH	7.418	7.510

Prøve: 4-37

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.16	1.16	1.23	1.18	1.19
pH	7.409	7.438	7.426	7.449	7.446

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.21	1.21	-	-	-	-	-
pH	7.461	7.513	7.576	7.643	-	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.21
pH	7.440	7.512

Prøve: 4-38

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.16	1.16	1.23	1.18	1.18
pH	7.351	7.388	7.361	7.397	7.373

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.21	1.21	1.21	-	-	-	-
pH	7.411	7.458	7.517	7.577	7.641	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.18	1.20
pH	7.422	7.522

Prøve: 4-39

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca ²⁺ (7.4)	1.19	1.19	1.26	1.20	1.21
pH	7.396	7.433	7.433	7.430	7.434

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.24	1.24	1.24	-	-	-	-	-
pH	7.453	7.521	7.562	7.622	-	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca ²⁺ (7.4)	1.21	1.23
pH	7.419	7.494

Prøve: 4-40

	Dag 1 - ref.	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ca²⁺(7.4)	1.12	1.12	1.19	1.13	1.14
pH	7.372	7.404	7.394	7.390	7.397

	1. time	2. time	3. time	4. time	5. time	6. time	7. time	8. time
Ca²⁺(7.4)	1.17	1.17	1.17	1.18	-	-	-	-
pH	7.435	7.501	7.536	7.591	7.657	-	-	-

	Halvfullt	7. time
Ca²⁺(7.4)	1.13	1.16
pH	7.402	7.488

Syre/base-status (blodgass) m/oksymetri

Forfatter: Brit Valaas Viddal (Avdelingssjef), Synnøve Yksnøy (Fagbioingeniør)
 Godkjent av: Iren Anette Hatlehol (Sjefbioingeniør), Svanhild Tranvåg (Klinikksjef), Synnøve Yksnøy (Overbioingeniør)
 Gyldig fra: 23.05.2011

Versjon: 1.6
 ID: 1226
 Revisjonsfrist: 19.05.2014

Analysenavn

Syre/base-status (blodgass) m/oksymetri.

Bakgrunnsinformasjon

Ved metabolismen i kroppen dannes det kontinuerlig forbindelser som er syrer eller baser, og som derfor har tendens til å påvirke pH i kroppsvæskene. Kvantitativt dominerende er CO₂ som gjennom reaksjon med vann danner karbonsyre og derfor er med på å senke pH.



Reaksjonen mellom CO₂ og vann er en likevektsreaksjon og er kroppens viktigste mekanisme for å regulere kroppens pH. CO₂ luftes ut eller holdes tilbake ved normal regulering av lungefunksjonen. I tillegg har nyrene en viktig funksjon i pH-reguleringen. Nyrene har stor kapasitet til å skille ut eller reabsorbere organiske syrer for å opprettholde normal pH.

ABL 725 Radiometer blodgassapp. består i tillegg til vanlig blodgass- og elektrolyttmålinger også av et oximeter, som måler en del Hb-fraksjoner i fullblod, direkte målt eller deriverte.

pH:

Hydrogenioneaktiviteten, også definert som den negative logaritmen til hydrogenionekonsentrasjonen. pH måles vanligvis i arterielt blod eller arterialisert kapillærblod.

pCO₂:

Kalles også karbondioksydtrykk og er partialtrykket av CO₂ i plasma.

pO₂:

Defineres som partialtrykket av oksygen i kroppsvæsker, vanligvis blod. Normalt i arterieblod 12,5±1,5 kPa. Denne viser om oksygenopptaket fra lungene er i orden. For lav pO₂ kan skyldes alveolær hypoventilasjon eller shunting av blod i lungene. Parameteren synker med stigende alder.

HCO₃⁻:

Aktuell bikarbonatkonsentrasjon i plasma, regnes vanligvis ut ved hjelp av Henderson-Hasselbacks ligning ved bruk av verdiene for aktuell pH og pCO₂.

Base Excess (BE)

uttrykker den metabolske komponent i syre-base status. BE er et uttrykk for den mengde syre, respektiv base, som må tilføres pr. liter blod for å gjenopprette normal pH ved pCO₂ = 5,3 kPa og ved den aktuelle oksygenmetning av hemoglobinet.

sO₂:

Dette er oksygenmetningen, dvs O₂Hb i % av {O₂Hb + HHb}. Sammenholdt med pO₂, sier dette noe om hvor fast O₂ sitter på Hb-molekylet, eller sagt på en annen måte - hvor lett O₂ avgis ute i vevene. Angis som prosent. Referanseverdi: 94-100%

ctO₂:

Dette er det aktuelt transporterte volum av O₂ bundet til Hb. Inkluderer både hemoglobinbundet oksygen og fysisk løst oksygen. Referanse verdi 15-23 ml/dl.

O₂Hb:

Oksyhemoglobin; % oksygenert hemoglobin i prøven.

HHb:

Deoksyhemoglobin; er % redusert hemoglobin i prøven.

O₂CAP:

Dette er maksimale volum O₂ som kan transporteres med hemoglobinet i en blodprøve. Her inngår da både O₂Hb og HHb.

tHb:

Dette er total hemoglobin som viser brutto transportevne for O₂. Det er imidlertid flere former for hemoglobin som påvirker netto transportevne.

Hct:

Hematokrittverdien kalkuleres ut fra den målte verdien på totalhemoglobin.

MetHb:

Dette er methemoglobin som kan oppstå dersom pasienten har vært påvirket av visse toksiske substanser. Kan også skyldes arvelige årsaker. MetHb kan ikke transportere O₂.

COHb:

Dette er karboksyHb, eller kullosHb. Det kan ikke transportere oksygen. Det finnes normalt hos røkere.

SulfHb:

Dette er en stabil forbindelse mellom svovel og Hb. Finnes ofte samtidig med MetHb. Oximeteret detekterer og indikerer SulfHb-konsentrasjoner <1,5 %.

p50:

Dette er den pO₂ som oksyhemoglobinet har ute i vevene når oksygen-metningen er 50 %. Er p50 høy, så betyr dette at O₂ avgis lett til vevene. Er p50 lav, så avgis O₂ dårlig. Forhold som øker p50 er lav pH, økt pCO₂ og økt temperatur. Instrumentet beregner p50 når pO₂ er 5,4-12 kPa, og sO₂ er 20-90%.

Ionisert kalsium:

er den fysiologisk aktive del av kalsium. Ionisert kalsium utgjør omtrent 45 % av den totale mengde kalsium i plasma. Ionisert kalsium er pH-avhengig. Ved surgjøring av prøver blir ionisert kalsium høyere. På ABL 725 er det lagt inn en pH-korrigering til pH 7,40. Både ionisert Ca, Na og K måles med ioneselektive elektroder. Referanseverdi: 1,15-1,30 mmol/l

Kalium:

Konsentrasjonen av kaliumioner i plasma.

Natrium:

Konsentrasjonen av natriumioner i plasma.

Klorider:

Konsentrasjonen av kloridioner i plasma

Anion gap:

Differansen mellom P-Na + P-K og (P-Cl + P-HCO₃). Normalt ca 10–20 mmol/l. Brukes ved utredninger av metabolske acidoser. Høyere enn normalt tyder på at det er patologiske anioner til stede (for eksempel laktat el. ketosyreanioner).

Glukose:

Konsentrasjonen av glukose i plasma.

Laktat:

Konsentrasjonen av laktat i plasma.

Oppstartdato

Blodgassapparatene ABL 725 ble tatt i bruk 4. juni og 1. desember 2002. ABL 735 er tatt i bruk 20. oktober 2007. ABL 825 ble tatt i bruk i november 2009.

Utstyr

Laboratorium for medisinsk biokjemi har en ABL 725 og en ABL 825 til måling av blodgass, elektrolytter, metabolitter og oximetri.

Kir. int. avd. har ett ABL 725

Neo.int. har ett ABL 735. Dette apparatet analyserer i tillegg bilirubin. Bilirubin er samkjørt med N-bil på Vitros.

Mottak har ett ABL 725.

Gasser

Lav gass:

Gass 1: Rød farge: CO₂: ca 5 %, O₂: ca 20 %, restluft N₂.

Høy gass:

Gass 2: Grønn farge: CO₂: ca 11 %, O₂: 0 %, restluft N₂.

Gassflaskene skrur på på baksiden av apparatet. Gassene er engangsbeholdere. Kastes ved utskifting. Må ikke utsettes for temperaturer over 50°C. Gass 1 varer ca 3 mnd, gass 2 i ca 4 mnd.

Prøvetakingsutstyr

125 µl rør til kapillær prøvetaking, ekvibrert med Li-heparin, produkt nr. D 957G-70-125-5 Ref.kode 942 –880. I pakningene finnes også magnetpinner og plasthetter.

Blodgasssprøyte QS50 til arteriekran og QS90 til arteriepunksjon med tørrstoff av Li-heparin fra Radiometer. Leveres også fra Bergman Diagnostica AS.

Blodgass-sprøyter Rapidlyte 1 og 3 ml fra Bayer.

Sprøytene inneholder balansert Li-heparin. De MÅ fylles til anbefalt volum for at elektrolytter og ion. Ca kan godkjennes.

Diverse tilleggsutstyr til vedlikehold.

Reagenser

Se

Det er referert til en ugyldig dokument-ID: «1227»

Analyseprinsipp

Se Se

Det er referert til en ugyldig dokument-ID: «1227»

Standardisering

Apparatene standardiseres ved bruk av gass 1 og gass 2 og kalibreringsbufferne levert fra Bergman Diagnostica AS.

Kvalitetskontroll

Automatisk analysering av kontroller 1 gang pr. dag på alle 4 apparat.

Samkjøring av apparatene gjøres ukentlig (mandag). En blodgass-sprøyte analyseres da på alle blodgassapparatene som laboratoriet har ansvar for. Resultatene plottes inn på eget skjema.

LabQuality analyseres også på alle apparatene, men det sendes kun inn resultater fra ett apparat.

Dersom resultatene for samkjøring både på den interne prøven og labQuality er store, skal det vurderes å legges inn faktor for de aktuelle analyser.

Prøvemateriale

Kapillærblod tatt i Li-heparinisert kapillærrør.

Arterieblod ekvibrert med Li-hep. Anaerobe betingelser. NB! For å få korrekte resultat skal blodgass-sprøytene fylles med henholdsvis min 2 ml blod i 3 ml sprøyte og 0,7 ml blod i 1 ml sprøyte. PiCo sprøyten

fra Radiometer må fylles med min. 0,3 ml blod i 1 ml sprøyten.

Tørr Lithium-heparin sikrer korrekte resultater ved måling av elektrolytter og hemoglobin. Skal kun elektrolytter eller ionisert Ca bestemmes, kan dette også gjøres i serum.

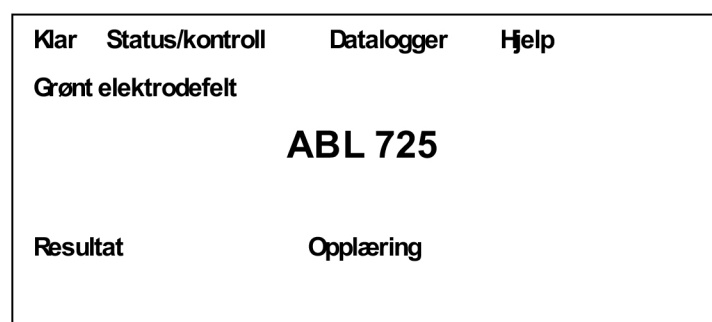
For oximetri:

Prøven må analyseres innen ½ t ved romtemperatur, eller 4 timer på is. Methemoglobin må analyseres innen 24 timer.

NB! Alle prøver må blandes godt før analysering. Få bort all luft i prøven.

Framgangsmåte

1. Før analysering må displayet på instrumentet vise:



- Ved gult lys, sjekk **Status/Kontroll og/eller elektrodefeltet** før analysering. Lyser et av elektrodefeltene gult er det drift i elektroden.
- Alle blodgasser bør analyseres så fort som råd. Anbefalt oppbevaringstemperatur er romtemperatur. Prøven **må** analyseres innen 30 minutter. Arterielle prøver må analyseres innen 5 minutter.
- Sprøyta må være ekvibrert med Li-heparin (ikke Na-heparin) for at elektrolyttene og ionisert kalsium skal bli riktige.
- Prøvene må blandes godt. Til kapillærrør hører også rørepinne m/magnet. Sjekk at rørepinnen glir lett fram og tilbake. Før eventuelt magneten sakte fram og tilbake langs kapillærrøret for å få bedre blanding. Ved for kraftig blanding kan blodlegemene sprekke og K+ frigjøres.
- Sjekk at apparatet er klart til analysering ("**Klar**" og grønt elektrodefelt øverst på skjermen). Hvis blodprøven er i en sprøyte, åpne den blå klaffen med bilde av en sprøyte. Hvis blodprøven er i et kapillærrør, åpne den blå klaffen med bilde av et kapillærrør. Normalt står innsugningsvolumet på 195 µl for arteriell prøvetagning.
- Er det lite blod i sprøyta, kan innsugningsvolumet forandres ved å trykke på 95 µl før innsugning. Plasser blodprøven.
- Trykk **Start**. Prøven suges inn. Når det piper, og det står "**Lukk innløpsklaff**", tas prøven vekk og den blå klaffen lukkes. Sugers prøven ikke inn, er det mest sannsynlig koagel i prøven. Ta ny prøve.
- Legg pasient-ID, prøvenr. og navn inn på skjermen. Husk å trykk **Enter** for hver gang. Ved temperaturskifte trykk markøren ned til temp-området. Legg inn ønsket temp. Legg til slutt inn dine initialer på Bruker og trykk Enter.
- Prøveresultatet skrives ut.

Ionisert Ca

Tilsendte prøver må tas på SST-rør og må være sentrifugert innen 2 timer etter prøvetaking. De må ikke være åpnet før analysering.

Prøve på gelrør kan oppbevares i kjøleskap i opptil 2 døgn.

Ionisert kalsium kan måles på alle 5 app.

Ta ikke av korken på vakuumsrøret før like før analysering. Prøven er ustabil i luft.

1. Trekk opp serum fra vakuumglasset med en sprøyte. Fjern evt. luft i sprøyta. Løft blå arm merket med et sprøytesymbol.
2. Sett sprøyta inn i apparatet som ved analysering av arterieprøve. Trykk **Start**
3. Vent på svarutskrift.
NB:
Ionisert Ca i serum: Korrigert til pH 7,40
Ionisert Ca i arterie/kapillær/venøst blod: Den aktuelle verdi gis ut.

Måleområde

pH:	6,300-8,000	Natrium:	7-350 mmol/l
pCO ₂ :	0,67-33,3 kPa	Kalium:	0,5-25,0 mmol/l
pO ₂ :	0,00-107 kPa	Klorider:	7-350 mmol/l
Hb:	0,0 –27,7 g/dl	Glukose:	0,0-60 mmol/l
Ionisert Ca:	0,20-9,99 mmol/l	Laktat:	0,0-30 mmol/l
HHB:	0-100%	tHb:	2,5-25 g/dl
SO ₂ :	0-100%	O ₂ Hb:	0-100%
COHb:	0-100%	O ₂ CAP:	0-44 ml/dl
ctO ₂ :	0-44 ml/dl	MetHb:	0-100%
Hct:	0-100%		
SulfHb:	Kvalitativ indikasjon kun for verdier >1,5%		
P50:	2,0-5,33 kPa (instrumentet beregner P50 når pO ₂ er 5,4-12 kPa, og sO ₂ er 20-90%)		
Bilirubin	0-300 µmol/l (brukerdefinert)		

Analytisk presisjon

Presisjon angitt som VK av dag-til-dag variasjon på samme kontrolløsning:

pH:	VK < 0,5 %
pCO₂:	VK < 1,5 %
pO₂ (i området 10-25 kPa):	VK < 1,5 %
pO₂ (i områdene <10kPa og >25 kPa):	VK < 2,5 %
Ionisert Ca:	VK < 0,5 %
Glukose:	VK < 0,5 %
Laktat:	VK < 0,5 %
Natrium:	VK < 0,5 %
Kalium:	VK < 0,5 %
Klor:	VK < 0,5 %

Feilkilder

Ved kapillær eller åpen venøs prøvetaking kan man risikere å få feil resultat ved for dårlig blødning.

Fingeren, hånd eller hæl bør derfor være varm før blodprøvetaking. Husk det skal blø godt fra stikket. Pass på at det ikke blir luft i kapillærørret (anaerobe betingelser).

Ved arteriepunksjon skal man bruke sprøyter ekvilibrent med tørr Li-heparin. Dette sikrer korrekte

elektrolyttresultater og man unngår fortykning (jfr. Hb). For lite volum blod i forhold til anbefalt volum, vil kunne gi feil resultat på elektrolytter og ion.Ca.

Ved koagel: Dersom det er koagel i prøven, kan dette hindre at alt blodet når alle elektrodene. Dette kan medføre feilmålinger. Kontroller at blodet suges jevnt inn, og at alle elektrodene dekkes av blod før målingen starter.

Lite blod kombinert med luft i sprøyten vil gi feil resultater på grunn av gassutveksling mellom blod og luft. Kan også gi feil resultat på elektrolyttene.

Holdbarhet: Prøver som ikke er analysert innen 30 minutter etter prøvetaking kan ikke brukes. Prøver med høyt O₂-innhold må analyseres innen 5 minutter.

På grunn av lufttilblanding, må ikke samme blodgassprøyte brukes på begge apparatene etter hverandre. Dette kan føre til store avvik i resultatene.

Skal samme pasient følges opp over tid, bør man analysere prøvene på samme apparat.

Hyperlipemi kan forårsake forhøyet methemoglobin.

Ved høye bilirubinverdier kan oxyhemoglobinverdien stige.

Ved bruk av vakuumsrør, skal det kun brukes Na-heparinrør (mørk grønn kork md svart ring).

Bruk av andre antikoagulantia anbefales ikke på grunn av pH-forandringer.

Hemolyserte prøver må ikke brukes.

Det skal være anaerobe betingelser.

Referanseområde

Blodgass m/elektrolytter og metabolitter. Arterielt blod:

pH:	7,37-7,44
pCO ₂ :	Menn: 4,5-6,0 kPa Kvinner: 4,1-5,6 kPa
pO ₂ :	11,0-14,0 kPa
Bikarbonat:	20-26 mmol/l
Base Excess (BE):	Menn: -2,4-2,3 mmol/l Kvinner: -3,3-1,2 mmol/l
Ionisert kalsium (pH 7,40):	1,15-1,30 mmol/l
Aniongap:	10-20 mmol/l
Laktat	0,7-2,1 mmol/l
Glukose	Fast: 3,6-5,8 mmol/l
Natrium	136-146 mmol/l
Kalium	3,5-5,0 mmol/l
Klorider	97-109 mmol/l

Oximetri:

tHb:	12,0-18,0 g/dl
ctO ₂ :	Arterielt blod: 15-23 ml/dl
O ₂ CAP:	Arterielt og venøst blod: 17,6-23,6 ml/dl
O ₂ Hb:	Arterielt blod: 94-97 %
sO ₂ :	Arterielt blod: 92-98,5%
MetHb:	Arterielt og venøst blod: 0-1,5 %
CO-Hb:	Arterielt og venøst blod: Ikke-røykere: 0-1,5% Røykere: 0-5%
HHb:	Arterielt blod: 0 - 5,0%

P50:	I området rundt 26,8 mmHg: 3,56 kPa.
Bilirubin:	Ref.området er avhengig av barnets alder.

Resultatvurdering

Base excess (BE) i ekstracellulærvæsken (ECV) er et mål for den metabolske komponent i syre/base-forstyrrelser. $p\text{CO}_2$ er et mål for den respiratoriske komponent. Generelt kan man regne med at respiratorisk kompensasjon ved metabolsk acidose er maksimalt utviklet inne 12-24 timer, mens renal kompensasjon ved non-renal metabolsk og respiratorisk acidose ikke er maksimal før etter 5-6 døgn. Når BE omtales heretter, er det BE i ECV man mener.

Respiratorisk acidose

pH er lav, $p\text{CO}_2$ er høy. BE er normal ved akutte tilstander, og opp til 15 mmol/l når nyrene har fått tid til maksimal kompensasjon. $p\text{O}_2$ er lav, avhengig av to prinsipielt forskjellige årsaker; hypoventilasjon og ventilasjons/perfusjonsforstyrrelser.

Ved hypoventilasjon sees redusert $p\text{O}_2$ etter ligningen:

$$P\text{O}_2 \text{ alveolært} = P\text{O}_2 \text{ inspirert} - P\text{CO}_2/R, \text{ der } R = \text{mmol avgitt CO}_2/\text{mmol opptatt O}_2.$$

Hvis gassutvekslingen er normal, som ved en ren hypoventilasjon, er $p\text{O}_2$ arterielt bare 1-3 kPa lavere enn $p\text{O}_2$ alveolært.

Ved ventilasjons/perfusjonsforstyrrelser er forskjellen mellom $P\text{O}_2$ alveolært og $P\text{O}_2$ arterielt større.

Årsaker til

hypoventilasjoner er tallrike, alt fra svekket respirasjonssenter til fremmedlegemer i luftveiene. Årsaker til ventilasjons/perfusjonsforstyrrelser kan f.eks. være kronisk obstruktive lungesykdommer eller lungeemboli.

Respiratoriske alkaloser

pH er høy, $p\text{CO}_2$ er lav. BE er normal ved akutte tilstander og ned mot -10 til -15 mmol/l i kompenserte tilfeller. $P\text{O}_2$ er normal eller redusert.

Årsaker: Hyperventilasjon, høyre-til-venstre shunter eller lungesykdommer med diffusjonshinder. Noen tilfeller av ventilasjons/perfusjonsforstyrrelser vil primært gi redusert $p\text{O}_2$, økt ventilasjon og redusert $p\text{CO}_2$, men hvis årsaken er primært økt ventilasjon, vil $p\text{O}_2$ være normal.

Metabolske acidoser

pH er lav, $p\text{CO}_2$ er normal initialt, men lav (ned mot 1-2 kPa) i kompenserte tilfeller. BE er lav, $p\text{O}_2$ er normal.

Årsaker: Primært bikarbonat-tap med normal aniongap, som ved diaré og renal tubulær acidose av proximal type. Økt produksjon eller tilførsel av ikke-flyktig syre, ofte med økt aniongap, som ved ketoacidose og lactacidose. Redusert hydrogenionutskillelse, med økt aniongap ved redusert syreanionutskillelse, som ved nyresvikt, eller med normalt aniongap som ved renal tubulær acidose av distal type og ved hypoaldosteronisme.

Metabolske alkaloser

pH er høy, $p\text{CO}_2$ kan ofte være høy, opp mot 8 kPa. BE er høy, $p\text{O}_2$ er normal.

Årsaker: Tap av syre, som ved oppkast eller drenasje fra ventrikkel, diuretikabruk, hyperaldosteronisme. Uforsiktig tilførsel av bikarbonat, som ved feilbehandling av acidoser, selvmedikasjon og svær citrattilførsel (ved massive blodtransfusjoner; citrat blir omdannet til bikarbonat).

Oximetri

COHb og MetHb kan tolkes direkte ut fra indikasjonen. ctO_2 , O_2Hb og sO_2 undersøkes vanligvis i arterieblod. O_2CAP undersøkes også i venøst blod.

O₂CAP forteller hvilken evne blodet har til å bære O₂ og vil være redusert ved anemi, kullosforgiftning og methemoglobinemi.

P50 er den pO₂ som oksyhemoglobinet har ute i vevene når oksygenmetningen er 50 %. Er P50 høy, så betyr dette blodets evne til å avgis O₂ til vevene øker. Er P50 lav, så avgis O₂ dårlig.

Forhold som øker P50 er lav pH, økt pCO₂ og økt temperatur.

Forhold som reduserer P50 er alkalose, kullosforgiftning og hypotermi.

Kliniske aksjonsgrenser

Blodgasser analyseres vanligvis av den som har tatt prøven. Denne skal vurdere hvorvidt prøveresultatet skal ringes ut fra hvor avvikende svaret er sammenholdt med pasientens kliniske tilstand.

Litteraturliste

Laurell, 1996: Klinisk kemi i praktisk medisin

J. Kofstad: Blodgasser, elektrolytter og hemoglobin - metode og klinikk.

ABL 700-serien. Operators Manual.

Laboratorieavdelinga: Håndbok mars 2005 - utgave 3

Radiometer: The Blood Gas Handbook

Ref. 4

RADIOMETER ABL 700 SERIE

ABL 725 Laboratoriet 03
PASIENTRAPPORT Ionisert Ca - 195uL 11.38.00 PRØVE # 14.04.15 29426

Identifikasjoner	
Pasient ID	4-31-1
Lab. nummer	
Etternavn	
Fornavn	
Prøvemateriale	Venest
temp	37,0 °C
Avdeling	

Blodgassverdier	
pH	7,384 [7,350 - 7,450]
Elektrolyttverdier	
cCa ²⁺	1,17 mmol/L [1,15 - 1,35]
cCa ²⁺ (7.4) _c	1,16 mmol/L [1,15 - 1,35]
Temperaturkorrigerte verdier	
pH(7)	7,384 [- -]

Merknader	
c	Beregnete verdi(er) 0688: ctHb/ceHb for lav for OXI kalkuleringer

Skrevet ut 11.39.29 14.04.15

11

RADIOMETER ABL 700 SERIE

ABL 725 Laboratoriet 03
PASIENTRAPPORT Ionisert Ca - 195uL 12.44.00 PRØVE # 14.04.15 29438

Identifikasjoner	
Pasient ID	4-31-1 ft
Lab. nummer	
Etternavn	
Fornavn	
Prøvemateriale	Venest
temp	37,0 °C
Avdeling	

Blodgassverdier	
pH	7,432 [7,350 - 7,450]
Elektrolyttverdier	
cCa ²⁺	1,19 mmol/L [1,15 - 1,35]
cCa ²⁺ (7.4) _c	1,21 mmol/L [1,15 - 1,35]
Temperaturkorrigerte verdier	
pH(7)	7,432 [- -]

Merknader	
c	Beregnete verdi(er) 0688: ctHb/ceHb for lav for OXI kalkuleringer

Skrevet ut 12.46.17 14.04.15

RADIOMETER ABL 700 SERIE

ABL 725 Laboratoriet 03
KALIBRERINGER
Fra dato: 04.04.15
Til dato: 18.04.15
Type: 2 punkt kalibrering

Tid	Kal.	Type	Status
18.04.15 11.07	129	2 punkt kalibrering	OK
18.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
17.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
17.04.15 11.11	129	2 punkt kalibrering	OK
17.04.15 07.00	129	2 punkt kalibrering	OK
17.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 23.00	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 15.00	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 13.11	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 12.10	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 11.07	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 10.04	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 09.49	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 09.37	129	2 punkt kalibrering	OK
16.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
15.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
15.04.15 13.43	129	2 punkt kalibrering	OK
15.04.15 12.08	129	2 punkt kalibrering	?
15.04.15 11.07	129	2 punkt kalibrering	Stanset
15.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
14.04.15 19.10	129	2 punkt kalibrering	OK
14.04.15 12.19	129	2 punkt kalibrering	OK
14.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
13.04.15 19.15	129	2 punkt kalibrering	OK
13.04.15 11.45	129	2 punkt kalibrering	OK
13.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
12.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
12.04.15 11.10	129	2 punkt kalibrering	OK
12.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
11.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
11.04.15 11.07	129	2 punkt kalibrering	OK
11.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
10.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
10.04.15 12.03	129	2 punkt kalibrering	OK
10.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
09.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
09.04.15 12.08	129	2 punkt kalibrering	OK
09.04.15 03.13	129	2 punkt kalibrering	OK
08.04.15 19.07	129	2 punkt kalibrering	OK
08.04.15 11.02	128	2 punkt kalibrering	OK
08.04.15 07.00	128	2 punkt kalibrering	OK
08.04.15 03.13	128	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 23.00	128	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 19.08	128	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 15.08	128	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 15.00	128	2 punkt kalibrering	?
07.04.15 13.00	126	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 12.00	126	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 11.43	128	2 punkt kalibrering	?
07.04.15 09.54	128	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 09.43	128	2 punkt kalibrering	OK
07.04.15 09.29	128	2 punkt kalibrering	?
07.04.15 03.13	128	2 punkt kalibrering	OK
06.04.15 19.07	128	2 punkt kalibrering	OK
06.04.15 11.07	128	2 punkt kalibrering	OK
06.04.15 03.13	128	2 punkt kalibrering	OK
05.04.15 19.07	128	2 punkt kalibrering	OK
05.04.15 11.07	128	2 punkt kalibrering	OK
05.04.15 03.13	128	2 punkt kalibrering	OK
04.04.15 19.07	128	2 punkt kalibrering	OK
04.04.15 11.07	128	2 punkt kalibrering	OK
04.04.15 03.13	128	2 punkt kalibrering	OK

Skrevet ut 12.10.42 18.04.15

[-[-[-

Ref.

RADIOMETER ABL 700 SERIE

ABL 725 Laboratoriet 03
PASIENTRAPPORT Ionisert Ca - 195uL 11.08.00 PRØVE # 07.04.15 28924

Identifikasjoner	
Pasient ID	1-1-1
Lab. nummer	
Etternavn	7-4-15
Fornavn	
Prøvemateriale	Venest
temp	37,0 °C
Avdeling	

Blodgassverdier	
pH	7,380 [7,350 - 7,450]
Elektrolyttverdier	
cCa ²⁺	1,25 mmol/L [1,15 - 1,35]
cCa ²⁺ (7.4) _c	1,24 mmol/L [1,15 - 1,35]
Temperaturkorrigerte verdier	
pH(7)	7,380 [- -]

Merknader	
c	Beregnete verdi(er) 0688: ctHb/ceHb for lav for OXI kalkuleringer

7-1-1 7. time

RADIOMETER ABL 700 SERIE

ABL 725 Laboratoriet 03
PASIENTRAPPORT Ionisert Ca - 195uL 12.11.00 PRØVE # 07.04.15 28936

Identifikasjoner	
Pasient ID	1-1-1-11
Lab. nummer	
Etternavn	7-4-15
Fornavn	
Prøvemateriale	Venest
temp	37,0 °C
Avdeling	

Blodgassverdier	
pH	7,426 [7,350 - 7,450]
Elektrolyttverdier	
cCa ²⁺	1,23 mmol/L [1,15 - 1,35]
cCa ²⁺ (7.4) _c	1,24 mmol/L [1,15 - 1,35]
Temperaturkorrigerte verdier	
pH(7)	7,426 [- -]

Merknader	
c	Beregnete verdi(er) 0688: ctHb/ceHb for lav for OXI kalkuleringer

Til høyre ser vi tidspunktene kalibreringene skjedde. Øverst er et eksempel hvor vi fikk endring i prøvesvarene etter kalibreringen. Nederst et eksempel hvor vi fikk samme prøvesvar etter kalibreringen.