



Preanalytisk inverkan vid klinisk analys av joniserat kalcium, glukos, laktat samt zink i blodprover

Mattias Ström



Institutionen för Klinisk Kemi
Biomedicinsk laboratorievetenskap
Biomedicinska analytikerprogrammet
Examensarbete, 15 hp
Kursansvarige lärare: Ylva Hedberg Fransson ylva.hedberg.fransson@climi.umu.se

Examensarbetets engelska titel:

Impact of Pre-Analytic Factors at Clinical Analysis of Ionized Calcium, Glucose, Lactate, and Zinc in Blood Samples

Handledare: Kjell Grankvist och Göran Brattsand, Klinisk kemi, Institutionen för medicinsk biovetenskap, Umeå Universitet

Läroproponent: Ylva Hedberg Fransson

Examinator: Mari Norgren

Datum för godkännande: 2014 – 06 - 17

Abstrakt

Kalcium, glukos, laktat och zink är ämnen som mäts i plasma eller serum, men i samband med provtagning samlas in i rör med olika tillsatser. Kalcium, glukos, laktat och zink har viktiga funktioner i kroppen, och det finns ett stort medicinskt värde i att mäta koncentrationerna av dessa för att fastställa diagnos eller brist på respektive ämne. Syftet med studien var att se hur de preanalytiska faktorerna tid mellan provtagning och analys påverkade halten av de olika ämnena i rören, samt att testa hur olika typer av provtagningsrör påverkade mätresultatet. I studien användes blod från 12 frivilliga givare. Efter att blodproverna utsatts för de olika preanalytiska faktorerna mättes koncentrationen av de olika analyserade ämnena. Resultaten visade att de rör som används rutinmässigt inom vården oftast gav en bestående koncentration och svar även efter en längre tids förvaring. Slutsatsen var att det behövdes fler studier för att säkerställa om dessa rör kan invänta analys under en längre tid, samt om andra rör än de som idag brukas inom vården kan användas med likvärdiga resultat. Det ser även ut som att man kan förlänga tiden till analys, öka centrifughastigheten eller behöva byta de rör som används.

Nyckelord

Kalcium, zink, laktat, glukos, pH, preanalytiska faktorer, blodprov.

Introduktion

Cirka 99% av kroppens kalcium lagras i skelettet (1). Kalcium har en mängd viktiga uppgifter i kroppen. Kalcium behövs för att behålla skelettets rigiditet. Låga nivåer av kalcium kan leda till låg skelettväxt(2). Kalcium behövs för att kontrahera musklerna, men i hjärtmuskeln spelar kalcium en ännu större roll. Vid brist på kalcium kan man få rubbningar i hjärtrytmen, som i värsta fall kan leda till döden(1). Kalcium fungerar även som en nervtransmittor och den behövs även vid vaskulär kontraktion/dilatation (2). Kalciumnivån i blodet är hårt reglerad. Om nivån sjunker kan kalcium frisättas ut i blodet ifrån skelettet, detta leder till att skelettet blir mer poröst och leda till benskörhet.

I nuläget accepteras inte kapillärt tagna prov eftersom de anses ge missvisande resultat på grund av gasdiffusion som ger pH-förändringar. Detta pH-skifte ger i sin tur förändrad uppbindning av kalcium då kalciumjoner tävlar mot vätejoner i bindning olika proteiner, till störst del proteinet albumin (3). Vid ett lägre pH binder en mindre mängd kalcium till proteiner och en högre koncentration joniserat kalcium erhålls, medan en större mängd kalcium binder till proteiner vid ett högre pH och en minskad mängd joniserat kalcium ses (3). Förändringar i pH efter provtagning kan således ge förändringar i mängden joniserat kalcium och ett missvisande resultat. Mängden totalkalcium är dock oförändrad, då även den uppbundna mängden kalcium mäts när en totalkalciumanalys genomförs. Totalkalcium mäts i serum eller plasma vid frågeställningar som exempelvis om upptaget från tarmkanalen fungerar, om parathyreoideas funktion är korrekt och flera andra frågeställningar. Dock har den fria kalciumjon-koncentrationen ett större kliniskt värde då den är närmare relaterad till hälsan, och bör därför mätas i stället för totalkalcium. Denna analys kan göras från ett venöst blodprov i litium-heparin-rör (PST-rör) som centrifugeras snarast efter provtagning och analyseras inom sju timmar enligt befintliga riktlinjer, eller inom fyra timmar om prover är taget med ett serumrör (SST-rör).

Det finns sparsamt med information om hur preanalytiska parametrar såsom tiden före analys och hur länge ett centrifugerat prov kan invänta analys påverkar koncentrationen av joniserat kalcium och eventuellt leda till en kliniskt signifikant skillnad i koncentration för joniserat kalcium, vilket inträffar vid en skillnad avrundat till större än 0,02 mmol/L vid två separata mätningar av samma prov (4).

Zink är livsviktigt då det upprätthåller en mängd olika funktioner i människokroppen. Zink är bland annat en co-faktor hos runt 300 olika enzymer, vilket har till uppgift att bevara en mängd organ-funktioner (5). Studier visar att det främst är de mentala och metabola funktionerna som är beroende av att zink är närvarande (6). I en jämförelse mellan friska och deprimerade patienter fanns en signifikant skillnad i antal personer som led av zinkbrist, där de deprimerade var överrepresenterade (7). Detta pekar på ett samband mellan zinkbrist och mental ohälsa.

I nuläget görs zinkanalyser från venösa blodprover i ett spårämnesrör som stabiliserar mängden zink jämfört med andra rör. Studier visar att glasrör och vissa korkar kan frisätta zink (8). En signifikant medicinsk skillnad i zinkkoncentration ses efter en förändring av mer än en $\mu\text{mol/L}$ mellan två mätningar av samma prov (4).

Diabetes är en av de största folksjukdomarna i världen idag, sjukdomen växer väldigt snabbt (9). Vid diabetes behöver man noga kontrollera mängden glukos i blodet för att förhindra skador som kan uppstå till följd av hyperglykemi (10). Koncentrationen glukos mäts oftast från ett PST-rör, en medicinskt signifikant skillnad i glukoskoncentration ses vid en skillnad av mer än 5% mellan två analyser av samma prov (11).

Vid utmattande träning omvandlas glukos till laktat, som ackumuleras i muskler och blod (12). Laktatanalyser utförs oftast på prover från elitidrottare som vill kontrollera sina laktatvärden (13). I sjukvården används analysen bland annat som en indirekt markör för metabol acidosis (13). Laktat mäts oftast från ett Na-fluorid/oxalatrör som förhindrar metabolismen och därmed ökningen av laktat och minskningen av glukos, en medicinskt signifikant skillnad i laktatkoncentration ses vid en förändring på mer än 0,32 mmol/L mellan två analyser från samma prov(11).

Syftet med arbetet var att undersöka förlängda transporttidens eventuella inverkan på koncentrationen detekterbart joniserat kalcium, zink, glukos och laktat i patientprover. Även möjligheten att använda andra blodkomponenter, såsom serum, plasma eller kapillärblod, samt annan centrifugeringshastighet än de rutinmässigt använda med avseende på hållbarhet skall undersökas.

Material och metoder

Givare och provtagning

Materialet bestod av venöst blod från 12 frivilliga givare. Inga särskilda kriterier fanns på urvalet, men givarna bestod av kvinnor och män i vuxen ålder. Nio av givarna gav blodprov till kalciummätningarna, medan fyra givare gav blodprov till laktat- och glukosmätningarna. En givare donerade till båda mätningarna. De venösa blodproverna togs vid ett tillfälle per givare med en 0,8 mm x 32 mm nål(#368835, BD vacutainer, Plymouth, England). För de kapillära proverna användes en 2,0 mm x 1,5 mm nål(21g 1-1/4" Contact-Activated Lancet #366594, BD Microtainer, Mannheim, Germany).

Kalciumanalyser

Koncentrationen joniserat kalcium mättes i en 9180 Electrolyte Analyser(Roche Diagnostics, Mannheim, Germany). Fem litium-heparinplasmarrör med gel (LH PST II #367374, BD Vacutainer, Mannheim, Germany), fem serumrör med gel (SST II Advance #367957, BD Vacutainer), ett natrium-heparinrör (NH 68 I.U. #367869, BD Vacutainer), tre litium-heparin kapillärrör (Microtainer PST LH #365953, BD Vacutainer) samt ett serumrör utan gel (CAT #367896, BD Vacutainer) togs från vardera givare. Kapillär- och plasmarrören centrifugerades i tio min vid 2000g(Rotanta 460, Hettich Zentrifugen, Tuttlingen, Germany) direkt efter provtagning. Plain- och serumrören centrifugerades 30 min efter provtagning i tio min. Proverna från givare ett-sex förvarades i rumstemperatur (RT) till 60 min efter provtagning då de sattes i kylskåp, medan proverna från givarna sju-nio förvarades vid RT under hela studien. Na-heparinröret analyserades direkt efter provtagning samt 30 min efter provtagning.

De kapillära rören analyserades 30, 150 samt 420 min efter provtagning, en mätning per rör.

Plainröret analyserades 45 min efter provtagning.

Tre av plasmarrören analyserades efter 7 tim, 30 tim samt 54 tim, en mätning per rör.

De andra delades in i "kork på" och "kork av". "Kork på" analyserades vid 75, 105, 135, 195 samt 420 min efter provtagning. "Kork av" analyserades vid 30, 60, 90, 150 samt 420 min efter provtagning, korken togs av efter första mätningen och läts sen vara av under resterande mätningar.

Tre av serumrören analyserades efter 7, 30 och 54 tim, en mätning per rör. De andra delades in i "kork på" och "kork av". "Kork på" analyserades vid 75, 105, 135, 195 samt 420 min efter provtagning. "Kork av" analyserades vid 45, 75, 105, 165 samt 420 min efter provtagning, korken togs av efter första mätningen och rören förblev avkorkade under resterande mätningar.

Zinkanalyser

Koncentrationen zink mättes med Cobas 8000 modular analyser series (Roche Diagnostics, Indianapolis, USA). Från vardera givare togs tre spårämnesrör (Traceelement #368380, BD Vacutainer), ett litium-heparinplasmarrör med gel samt ett serumrör med gel. Ett av spårämnesrören stod i RT 30 min och centrifugerades sedan vid 1300 g (Rotin 48, Hettich Zentrifugen) i 10 min och analyserades därefter. Det andra spårämnesröret stod i rumstemperatur(RT) i två tim och centrifugerades sedan vid 1300 g i tio min och analyserades därefter. Även det tredje spårämnesröret

stod i RT i två tim, centrifugerades vid 2000 g i tio min och analyserades därefter. Plasman från detta rör flyttades sedan till ett annat spårämnesrör och förvarades liggande i kylskåp till ungefär 30 tim efter provtagning och analyserades därefter.

Plasma- och serumrören läts stå i RT i två tim efter provtagning, centrifugerades sedan vid 2000 g i tio min och analyserades därefter. Rören förvarades efter detta liggande i kylskåp till ungefär 30 tim efter provtagningen och analyserades därefter.

Glukos och laktatanalyser

Koncentrationen glukos och laktat mättes med Vitros 5,1 FS (Ortho Clinical Diagnostics, NY, USA). Två plasmarör och två fluorid/oxalatrör (FH 20mg 143IU #367764, BD vacutainer) togs från givaren. Ett av plasmarören sattes på is i tio minuter direkt efter provtagning, varefter röret centrifugerades vid 1300 g i tio min och analyserades omgående. Det andra plasmaröret förvarades i RT i två tim efter provtagning och centrifugerades efter detta vid 2000 g i tio min och analyserades direkt, varefter röret förvarades i kylskåp till 30 tim efter provtagning då analyseringen upprepades. Fluorid/oxalatrören fick båda stå i RT i två tim varefter det ena röret centrifugerades vid 1300 g i tio min och det andra vid 2000 g i tio min. Rören analyserades direkt efter centrifugeringen, varefter röret som centrifugerades vid 2000 g ställdes i kylskåp och läts stå till 30 tim efter provtagning då analyseringen upprepades.

Statistik

Ett parat t-test avändes för analys av eventuella signifikanta skillnader mellan olika rörtyper och mättider vid en signifikansnivå på 0,05. Detta utfördes i Microsoft excel.

Etiska överväganden

Denna studie var ett utvecklingsarbete, för vilket de inte behövs ett etiskt tillstånd. Venös och kapillär provtagning anses bringa minimal risk för givaren. Blodet som används vid analyserna kommer från oidentifierade frivilliga givare. Mängden blod som togs för kalciumanalyserna var 10 mL för plainröret, $3 \text{ mL} * 5 = 15 \text{ mL}$ för plasmarören, $3,5 \text{ mL} * 5 = 17,5 \text{ mL}$ för serumrören, 4 mL för natrium-heparinröret samt $3 * 0,6 = 1,8 \text{ ml}$ för kapillärröret, och den sammanlagda mängden blev 48,3 mL. Mängden blod som tas från givaren vid ett och samma tillfälle anses vara riskfritt. Även mängden blod som togs för zink/glukos/laktat-studien anses vara riskfritt, då tre spårämnesrör på $6 \text{ mL} = 18 \text{ mL}$, tre stycken plasmarör på $3 \text{ mL} = 9 \text{ mL}$, två fluorid/oxalatrör på $5 \text{ mL} = 10 \text{ mL}$ och ett serumrör på $3,5 \text{ mL}$ togs, vilket sammanlagt blir 40,5 mL blod.

Resultat

Kalciumanalyser

Koncentrationen joniserat kalcium på samtliga analyser låg mellan 1,02 mmol/L och 1,41 mmol/L (Fig 1). Rören med serum har en genomgående högre koncentration av joniserat kalcium än motsvarande rör med plasma. I de rör som fått stå orörda stiger koncentrationen av joniserat kalcium, men i de rör som mättes flera gånger ses en nedåtgående trend i koncentration. Det fanns ingen signifikant skillnad endast i två fall mellan de grupper som testades, mellan "SST kork av 45 min" och "SST kork på 105" sågs ingen signifikant skillnad, även mellan "PST kork av 30 min" och "PST kork på 75 min" sågs ingen signifikant skillnad. I samtliga andra grupper som testades sågs en signifikant skillnad (Tab 3.).

Glukos/laktat-analyser

Koncentrationen glukos höll sig mellan 4,1 mmol/L och 5,7 mmol/L genom alla analyser (Fig. 2). Glukosnivåerna höll sig relativt konstanta i kylskåp i upp till 30 tim, men att det provet som var förvarat på is innan centrifugering uppvisade en något högre koncentration. Inga stora skillnader i koncentration sågs mellan samtliga analyser av glukos.

Analyssvaren för laktat sträcker sig mellan 0,6 mmol/L och 3,9 mmol/L (Fig 2). Koncentrationen laktat uppvisade en större variation mellan proverna än koncentrationen för glukos. Vid analyserna för laktat observerades en skillnad i koncentration mellan de olika PSTrören. I PSTröret som stod i RT 60 min innan centrifugering ökade laktatvärdet, efter 30 tim hade koncentrationen laktat ökat ytterligare. Ingen förändring eller skillnad i koncentration på provet som stod på is eller de som var i fluorid/oxalatrör sågs.

Zinkanalyser

Mätvärdena för zinkanalyserna låg mellan 10 $\mu\text{mol/L}$ och 29 $\mu\text{mol/L}$ (Fig 2). Koncentrationen zink var likvärdig i samtliga spårämnesrör. Koncentrationen zink i samtliga PST- och SSTrör hade ökat jämfört med spårämnesrören.

Diskussion

I de rör där joniserat kalcium analyserats och korken varit av observerades en sänkt koncentration jämförst med förslutna rör. Även vid upprepade analyser på ett och samma rör där korken tas av och på för analyserna noterades ett lägre värde. I de flesta kapillära rör observeras en svag ökning i halten joniserat kalcium, där ökningen är större i de rör som stått sju tim än i de som stått 2,5 tim. En annan trend är att de provrör som stått orörda under en längre tid, till exempel 7, 30 eller 54 tim visar en ökad koncentration joniserat kalcium ju längre proven förvarats. Detta kan bero på att pH:t minskat vilket leder till att mer joniserat kalcium frisätts från just albumin vilket binder upp en del av kalciumet i blodet (3). Det observeras inte någon direkt skillnad mellan prover som har förvarats i RT eller kylskåp, enbart rör från tre givare förvarades i RT medan rör från sex givare har förvarats i kylskåp, vilket leder till att standardavvikelsen hos rören som förvarats i RT blir högre. En annan anledning till att standardavvikelsen blev högre kan ha varit att vissa rör (SST 30 och 54 tim samt PST 30 och 54 tim) från givare sju togs bort från studien på grund av felaktig förvaring. Det verkar tveksamt om man kan vänta längre än sju tim efter taget prov med att utföra analysen för joniserat kalcium. Samtliga rör påverkas av förvaringstiden och en säker analys kan därför inte genomföras.

En observation som gjordes för prover tagna i fluorid/oxalatrören är att de verkar stabilisera koncentrationen av glukos. Det enda värde som står ut något är plasmaprovet som legat på is, vilket mest troligt beror på att glykolysen har stannat upp på grund av den låga temperaturen. Av glukosanalyserna så verkar fluorid/oxalatrören ge tillförlitliga resultat i upp till 30 tim, dock vid ett lägre värde än vad som ses vid de rutinmässiga plasmarören.

Hos PSTröret som stod i kylskåp till 30 tim efter provtagning ses en förändring till ett högre laktatvärde, vilket inte kunde observeras hos fluorid/oxalatröret som stod i kylskåp till 30 tim efter provtagning. I fluorid/oxalatröret kunde fortfarande den initiala koncentrationen laktat detekteras vilket indikerar, att fluorid/oxalatrören är att föredra för eftersom dessa ger en mindre förändring i laktat koncentrationen jämfört med PSTrören vid längre förvaringstid.

Zinkanalyserna från spårämnesrören är konstanta i koncentration, nästan ingen förändring sågs mellan dessa rör efter 30 tim. Analyserna som gjordes innan 30 tim för givare 100 och 101 blev samtliga försenade med cirka 6 tim på grund av maskinproblem, och de värden som då erhöles från PST- och SSTrör var förhöjda jämfört med de andra zinkanalyserna vilka tagits innan 30 tim och PST- och SSTrören från givarna 102 och 103 som mättes enligt schemat. Ingen skillnad i koncentration sågs i spårämnesrören trots förseningen. Vid dessa analyser ger spårämnesröret det mest tillförlitliga svaret, särskilt vid lång förvaringstid så som 30 tim.

Som slutsats konstateras att analyser för joniserat kalcium inte verkar kunna mätas säkert efter sju tim. Resultatet tyder på att man kan säkert kan mäta samtliga av glukos, laktat och zink vid så långt efter provtagning som 30 tim. Användning av andra blodkomponenter verkar inte vara aktullet med de resultat som erhöles, då de ofta gav sämre hållbarhet eller var långt ifrån koncentrationen som erhöles från rutinblodkomponenten, serum och plasma verkar vara likvärdiga vid analys för joniserat

kalций med undantaget att plasma ger ett genomgående lägre värde än serum. Koncentrationerna för zink, glukos och laktat skiljde inte sig mellan centrifugeringshastigheterna 1300 g och 2000 g. Det bör beaktas att denna studie är utförd på ett begränsat antal givare och studien bör utvidgas att omfatta fler givare och analyser.

Tack tillägnas

Jag vill tacka samtliga på klinisk kemi för all hjälp gällande provtagning, laborativt arbete eller andra frågor jag har haft under min tid hos er. Jag vill även tacka Göran Brattsand för utmärkt handledning.

Referenser

1. Kopic S, Geibel JP. Gastric acid, calcium absorption, and their impact on bone health. *Physiol Rev.* 2013;93(1):189-268. doi: 10.1152
2. Flynn A. The role of dietary calcium in bone health. *Proc Nutr Soc.* 2003;62(4):851-8.
3. Burtis C, Ashwood E and Bruns D. (2012). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnosis* (5th edition). Elsevier, St. Louis, USA. 1736-1748
4. <http://www.westgard.com/biodatabase1> [2014-06-11]
5. Rink L and Gabriel P. Zinc and the immune system. *Eur J Immunol. Proc Nutr Soc.* 2000;59(4):541-52.
6. Marcellini F et al . Zinc status, psychological and nutritional assessment in old people recruited in five European countries: Zincage study. *Biogerontology.* 2006;7(5-6):339-45.
7. Grønli O et al. Zinc Deficiency Is Common in Several Psychiatric Disorders. *PLoS One.* 2013; 8(12): e82793.
8. Burtis C, Ashwood E and Bruns D. (2012). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnosis* (5th edition). Elsevier, St. Louis, USA. 961-965.
9. Göhring I et al. Chronic high glucose and pyruvate levels differentially affect mitochondrial bioenergetics and fuel-stimulated insulin secretion from clonal INS-1 832/13 cells. *J Biol Chem.* 2014 7;289(6):3786-98. doi: 10.1074.
10. Peng B et al. Evaluation of enzyme-based tear glucose electrochemical sensors over a wide range of blood glucose concentrations. *Biosens Bioelectron.* 2013 15;49:204-9. doi: 10.1016.
11. McPherson R, Pincus M. (2006). *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods* (21th edition). Elsevier, St. Louis, USA. 104.
12. Coco M et al. Brainstem excitability is not influenced by blood lactate levels. *Somatosens Mot Res.* 2013 ;30(2):90-5. doi: 10.3109.
13. Cè E et al. Stretching and deep and superficial massage do not influence blood lactate levels after heavy-intensity cycle exercise. *J Sports Sci.* 2013;31(8):856-66. doi: 10.1080.

Tabell 1. Rådata för samtliga kalciumanalyser och beskrivande statistik.

Rörnamn	Tid mellan provtagning och analys (min)	Kalciumkoncentration (mmol/L)															
		Prover förvarade i 4°C						Prover förvarade i RT						Givare 1-6		Givare 7-9	
		Givarnummer						Givarnummer									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel	SD	Medel	SD			
Na-Hep	0	1.29	1.27	1.22	1.23	1.29	1.25	1.26	1.27	1.23	1.26	0.03	1.25	0.02			
Na-Hep	30		1.27	1.22	1.23	1.30	1.24	1.24	1.27	1.24	1.25	0.03	1.25	0.02			
Kapillär	30	1.23	1.20	1.14	1.17	1.23	1.16	1.15 ^b	1.20	1.18	1.19	0.04	1.18	0.03			
PST kork av	30	1.25	1.24	1.19	1.22	1.27	1.22	1.25	1.24	1.22	1.23	0.03	1.24	0.02			
SST kork av	45	1.31	1.28	1.26	1.30	1.35	1.30	1.30	1.30	1.28	1.30	0.03	1.29	0.01			
Plain	45	1.32	1.32	1.29	1.32	1.38	1.32	1.33	1.32	1.30	1.33	0.03	1.32	0.02			
PST kork av	60	1.20	1.21	1.16	1.19	1.26	1.19	1.21	1.22	1.19	1.20	0.03	1.21	0.02			
PST kork på	75	1.24	1.24	1.20	1.22	1.28	1.22	1.24	1.24	1.21	1.23	0.03	1.23	0.02			
SST kork på	75	1.30	1.30	1.27	1.31	1.36	1.30	1.31	1.31	1.29	1.31	0.03	1.30	0.01			
SST kork av	75	1.25	1.26	1.24	1.28	1.33	1.28	1.26	1.28	1.27	1.27	0.03	1.27	0.01			
PST kork av	90	1.17	1.17	1.14	1.17	1.24	1.17	1.19	1.19	1.17	1.18	0.03	1.18	0.01			
PST kork på	105	1.22	1.24	1.19	1.21	1.28	1.21	1.22	1.22	1.20	1.23	0.03	1.21	0.01			
SST kork på	105	1.29	1.29	1.26	1.30	1.36	1.28	1.29	1.30	1.23 ^d	1.30	0.03	1.27	0.04			
SST kork av	105	1.23	1.22	1.21	1.27	1.30	1.25	1.22	1.26	1.21	1.25	0.03	1.23	0.03			
PST kork på	135	1.21	1.22	1.19	1.22	1.28	1.21	1.21	1.23	1.19	1.22	0.03	1.21	0.02			
SST kork på	135	1.28	1.27	1.24	1.31	1.33	1.28	1.26	1.28	1.12 ^d	1.29	0.03	1.22	0.09			
Kapillär	150	^a	1.20	1.17	1.19	1.23	1.17	1.11 ^b	1.17	1.19	1.19	0.02	1.16	0.04			
PST kork av	150	1.14	1.14	1.12	1.17	1.23	1.15	1.12	1.17	1.11	1.16	0.04	1.13	0.03			
SST kork av	165	1.18	1.19	1.18	1.24	1.29	1.21	1.12	1.20	1.15	1.22	0.04	1.16	0.04			
PST kork på	195	1.20	1.19	1.19	1.20	1.25	1.17	1.19	1.20	1.20	1.20	0.03	1.20	0.01			
SST kork på	195	1.25	1.25	1.23	1.29	1.32	1.26	1.24	1.26	^d	1.27	0.03	1.25	0.01			
PST kork av	300	^a	1.08	1.08	1.13	1.21	1.11	1.02	1.12	1.03	1.12	0.05	1.06	0.06			
SST kork av	315	^a	1.14	1.13	1.21	1.24	1.18	1.03	1.20	1.07	1.18	0.05	1.10	0.09			
Kapillär	420	^a	1.23	1.20	1.20	1.26	1.23	1.17 ^b	1.18	1.19	1.22	0.03	1.18	0.01			
PST kork på	420	1.21	1.20	1.19	1.19	1.27	1.19	1.18	1.22	1.16	1.21	0.03	1.19	0.03			
PST 7timmars	420	1.30	1.29	1.26	1.25	1.32	1.27	1.28	1.27	1.22	1.28	0.03	1.26	0.03			
SST kork på	420	1.25	1.24	1.23	1.28	1.31	1.25	1.21	1.25	^d	1.26	0.03	1.23	0.03			
SST 7timmars	420	1.35	1.33	1.32	1.35	1.41	1.33	1.32	1.32	1.28	1.35	0.03	1.31	0.02			
PST 30timmars	1800	1.30	1.28	1.26	1.25	1.32	1.28	^c	1.30	1.28	1.28	0.03	1.29	0.01			
SST 30timmars	1800	1.32	1.33	1.31	1.34	1.38	1.34	^c	1.32	1.30	1.34	0.02	1.31	0.01			
PST 54timmars	3240	1.32	1.28	1.27	1.24	1.36	1.28	^c	1.32	1.30	1.29	0.04	1.31	0.01			
SST 54timmars	3240	1.33	1.34	1.29	1.32	1.41	1.32	^c	1.31	1.30	1.34	0.04	1.31	0.01			

^a. Annat analyschema vid första givaren där dessa värden inte mättes. ^b. Tydlig hemolys hos samtliga kapillärrör hos givare sju. ^c. Provrören hittades i kylskåp andra dagen innan de skulle analyseras när de egentligen skulle vara i RT. ^d. Provröret tappades efter mätningen vid 105 min och endast tillräckligt för en till analys var kvar i röret.

Tabell 2. Mätvärden och beskrivande statistik från analyser av glukos, laktat samt zink.

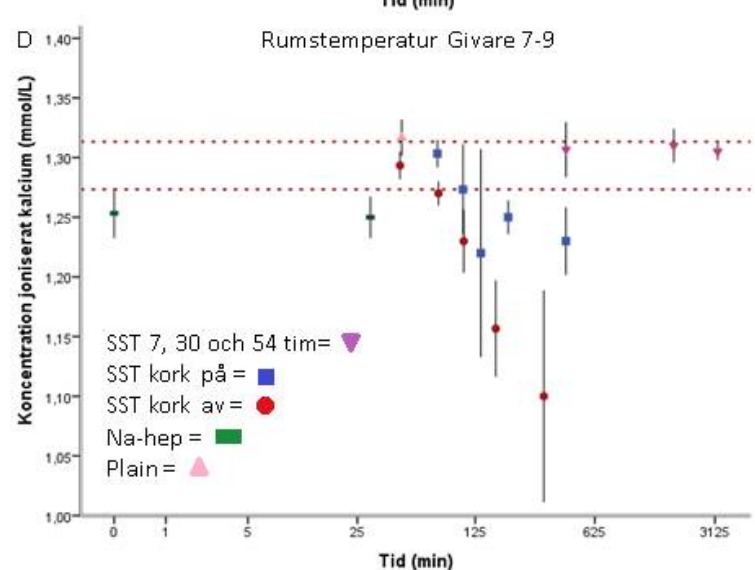
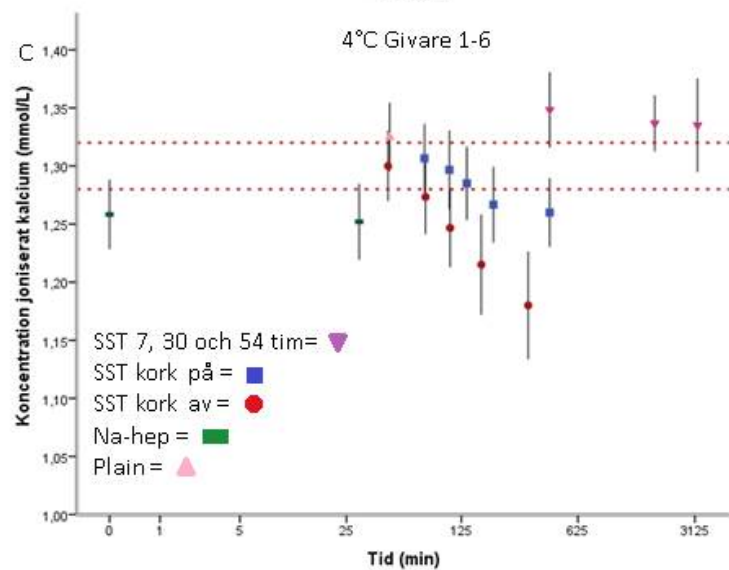
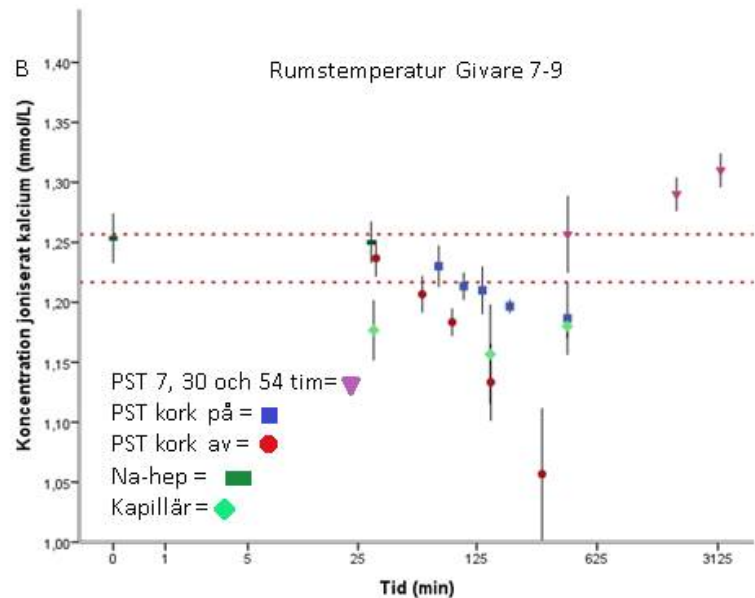
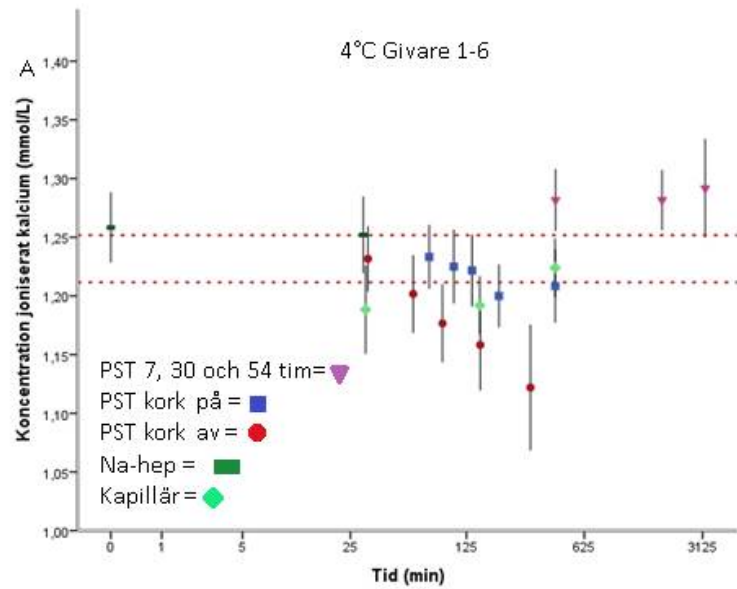
Analys och rör	Givare				Medelvärde
	100	101	102	103	
Glukos(mmol/L)					
Plasma isbad	5,6	5,7	4,7	5,0	5,3
Plasma 60 min RT	5,5	5,3	4,5	4,8	5,0
Fluorid/oxalat 1300g	5,2	5,0	4,2	4,6	4,8
Fluorid/oxalat 2000g	5,2	5,1	4,3	4,4	4,8
30tim Plasma RT	5,4	5,3	4,3	4,6	4,9
30tim F 2000g	5,4	5,2	4,1	4,5	4,8
Laktat (mmol/L)					
Plasma isbad	2,7	0,6	0,8	0,7	1,2
Plasma 60min RT	3,3	1,2	1,2	1,1	1,7
Fluorid/oxalat 1300g	2,8	0,6	0,9	0,8	1,3
Fluorid/oxalat 2000g	2,8	0,6	0,9	0,7	1,3
30tim Plasma RT	3,9	2,0	1,7	1,6	2,3
30tim F 2000g	2,8	0,6	0,9	0,7	1,3
Zink(µmol/L)					
Spårämne 30 min	11 ^a	12 ^a	10	13	11,5
Spårämne 1300g	11 ^a	12 ^a	10	14	11,8
Spårämne 2000g	11 ^a	12 ^a	10	15	12,0
Serum	19 ^a	21 ^a	13	16	17,3
Plasma	14 ^a	15 ^a	11	15	13,8
30 tim Spårämne 2000g	12	12	10	14	12,0
30 tim Serum	27	29	22	26	26,0
30 tim Plasma	14	15	12	17	14,5

^a. Dessa värden mättes senare än planerat då det var problem med instrumentet, de mättes ca 7 timmar efter provtagning, de förvarades i kylskåp och separerade från erythrocyter.

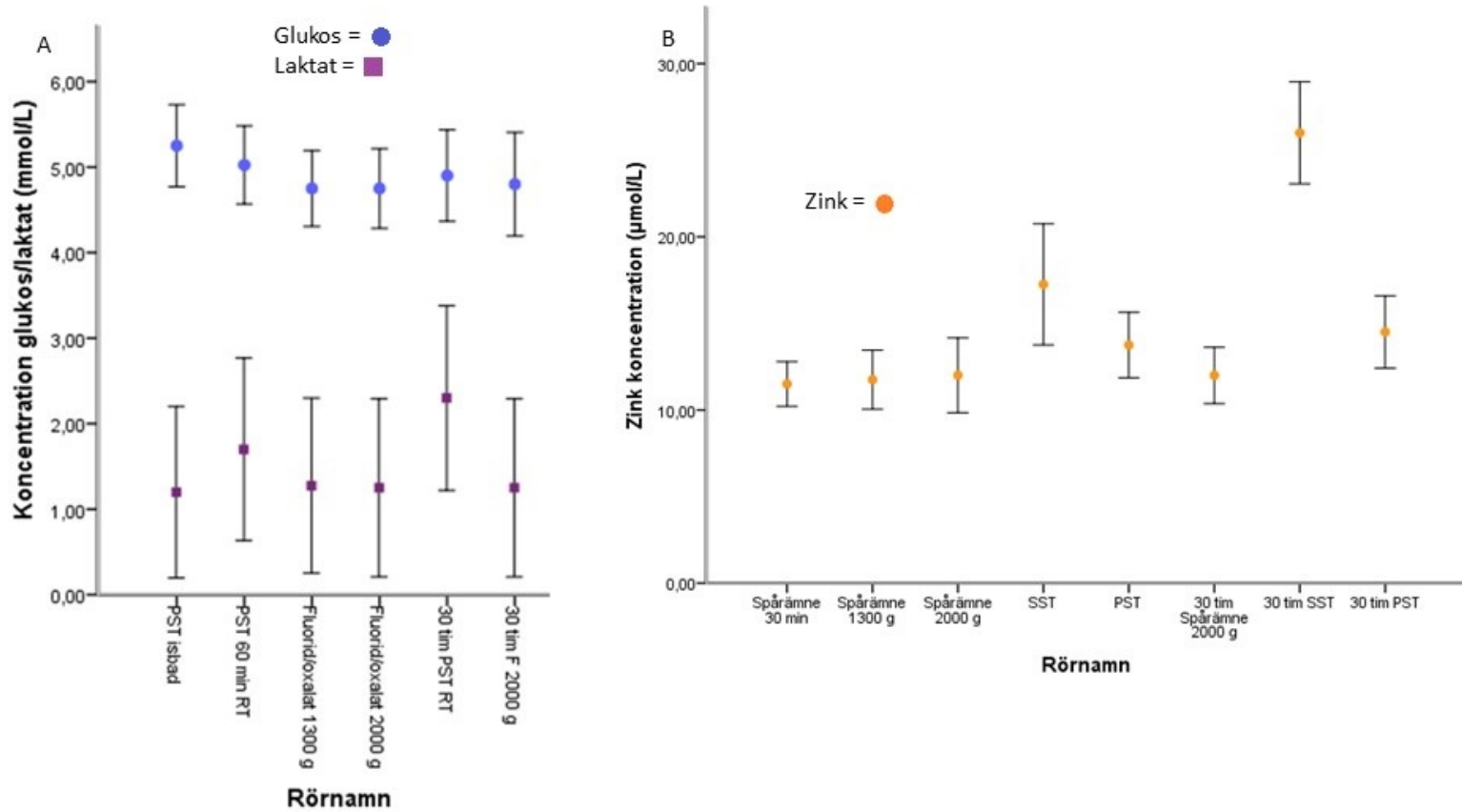
Tabell 3. En jämförelse om det finns en signifikant skillnad mellan tidpunkter för analys och rörtyper.

T-test parad	Prover förvarade i 4°C			Prover förvarade i RT		
	T-kritiskt	T-värde	Medel	T-kritiskt	T-värde	Medel
Testad mot SST kork av 45 min			1.30			1.29
SST kork av 75 min	2.57	4.00	1.27	4.30	2.65 ^a	1.27
SST kork av 105 min	2.57	8.00	1.25	4.30	5.27	1.23
SST kork av 165 min	2.57	8.04	1.22	4.30	5.86	1.16
SST kork av 315 min	2.78	13.72	1.18	4.30	3.88 ^a	1.10
SST kork på 75 min	2.57	1.58 ^a	1.31	4.30	2.00 ^a	1.30
SST kork på 105 min	2.57	0.60 ^a	1.30	4.30	1.31 ^a	1.27
SST kork på 135 min	2.57	2.67	1.29	4.30	1.68 ^a	1.22
SST kork på 195 min	2.57	5.00	1.27	12.71	5.00 ^a	1.25
SST kork på 420 min	2.57	6.93	1.26	12.71	3.50 ^a	1.23
SST 7timmars	2.57	10.13	1.35	4.30	2.00 ^a	1.31
SST 30timmars	2.57	5.97	1.34		1.00	1.31
SST 54timmars	2.57	4.34	1.34	12.71	3.00 ^a	1.31
Plain	2.57	5.84	1.33	4.30	7.00	1.32
Na-hep 0 min	2.57	4.41	1.26	4.30	6.93	1.25
Na-hep 30 min	2.78	4.47	1.25	4.30	4.91	1.25
PST kork av 30 min	2.57	10.45	1.23	4.30	17.00	1.24
PST kork av 30 min	-	-	1.23	-	-	1.24
PST kork av 60 min	2.57	5.81	1.20	4.30	5.20	1.21
PST kork av 90 min	2.57	7.65	1.18	4.30	16.00	1.18
PST kork av 150 min	2.57	6.57	1.16	4.30	5.86	1.13
PST kork av 300 min	2.78	6.50	1.12	4.30	5.60	1.06
PST kork på 75 min	2.57	0.54 ^a	1.23	4.30	2.00 ^a	1.23
PST kork på 105 min	2.57	1.20 ^a	1.23	4.30	7.00	1.21
PST kork på 135 min	2.57	1.37 ^a	1.22	4.30	3.02 ^a	1.21
PST kork på 195 min	2.57	3.63	1.20	4.30	3.46 ^a	1.20
PST kork på 420 min	2.57	3.07	1.21	4.30	3.27 ^a	1.19
PST 7timmars	2.57	9.68	1.28	4.30	2.00 ^a	1.26
PST 30timmars	2.57	8.66	1.28		1.00	1.29
PST 54timmars	2.57	5.64	1.29		1.00	1.31
Plain	2.57	15.19	1.33	4.30	1.05E+08	1.32
Na-hep 0 min	2.57	6.32	1.26	4.30	2.50 ^a	1.25
Na-hep 30 min	2.78	6.00	1.25	4.30	1.11 ^a	1.25

^a . I dessa grupper finns ingen signifikant skillnad mot den jämförda gruppen.



Figur 1. A, B, C, D. Visar medelvärdet samt +/- SD. Prover från givarna ett till sex förvarades i kylskåp medans proverna från givarna sju till nio förvarades i RT. Den streckade linjen motsvarar den medicinskt signifikanta skillnaden 0,02 mmol/L positivt och negativt från referenspunkten "PST kork av" första mätningen och "SST kork av" första mätningen.



Figur 2. Visar medelvärdet för A) glukos och laktat samt B) zink och även +/- SD för varje medelvärde.