

## Tentamens

### Algemene klinische chemie - 2004

#### Vraag 1

Een 90-jarige man heeft sinds kort ontkleurde ontlasting en theekleurige urine bemerkt. Verder heeft hij jeuk. Het gewicht is stabiel. Hij heeft geen koorts en een goede eetlust. Hij heeft geen pijn in de buik gehad. Medicatie: o.a. captopril (een ACE-remmer) 3 dd 12,5 mg. Lichamelijk onderzoek: icterische man. Abdomen: geen abnormale weerstanden palpabel, lever niet palpabel. Er is geen oedeem. De uitslagen van klinisch-chemisch laboratoriumonderzoek zijn als volgt:

bepaling	dag 0	dag 12	dag 19	dag 26	dag 33	eenheid
Albumine	28	24	22	23	19	g/l
Creatinine	98	103		100		µmol/l
Ureum	6,7					mmol/l
Bilirubine	399	551	340	251	231	µmol/l
Bili geconj.	375			198	157	µmol/l
AF	333	358	331	291	242	U/l
g-GT	140	73	65	74	74	U/l
ASAT	46	48	59	66	46	U/l
ALAT	78	47	60	71	51	U/l
LD	353	356	377	338	285	U/l
Amylase	139					U/l
Ammonium			10	10		µmol/l
IgG			2,6			g/l
IgA			3100			mg/l
IgM			2100			mg/l

Het betreft hier een patiënt met pijnloze icterus. Aanvankelijk werd gedacht aan een obstructie-icterus bijv. door een pancreaskopcarcinoom of een cholangiocarcinoom. Op de echo werden hiervoor geen aanwijzingen gevonden. Op dag 12 stelt de internist de volgende differentiaaldiagnose op:

- Cholestase veroorzaakt door captopril
- Primaire biliaire cirrose

Captopril kan volgens de literatuur hepatocellulaire schade geven met cholestase. Op dag 12 werd daarom de captopril gestaakt.

Bij onderzoek op dag 19 naar virusserologie worden de volgende uitslagen gevonden:

IgM-anti-HAV	negatief	IgG-anti-HAV	positief
HBsAg	negatief		
Anti-HBc totaal	negatief		
Anti-HCV	negatief		
IgM-anti-CMV	negatief	IgG-anti-CMV	positief
IgM-anti-EBV	negatief	IgG-anti-EBV	positief

Overig serologisch onderzoek op dag 19 geeft de volgende resultaten:

Anti-nucleaire antistoffen (ANA)	negatief
Gladspier-antistoffen	negatief
Mitochondriën-antistoffen	negatief

- A. Welke laboratoriumuitslagen passen bij hepatocellulaire schade met cholestase?
- B. Hoe interpreteert u de uitslagen van het onderzoek naar virusserologie?
- C. Met welke van bovenstaande laboratoriumonderzoeken kunt u primaire biliaire cirrose en met welke een auto-immunhepatitis aannemelijk maken of verwerpen?
- D. Welke van de voorgestelde differentiaaldiagnoses acht u het meest waarschijnlijk? Licht uw antwoord toe.
- E. Noem minstens 3 essentiële (pre)analytische voorwaarden (denk aan monsterafname, monstertransport, monstervoorbewerking en analyse) voor een juiste ammoniumbepaling.

#### Antwoorden vraag 1

- A. De licht tot matig verhoogde ASAT en ALAT wijzen op leverparenchymcelschade. De matig tot sterk verhoogde AF en g-GT wijzen op cholestase. Het sterk verhoogde bilirubine met een conjugatiepercentage hoger dan 50% wijst op een intra- of posthepatische cholestase. Een conjugatiepercentage lager dan 20% wordt gezien bij een verhoogd aanbod (bijvoorbeeld t.g.v. hemolyse) of een transport- of conjugatiedefect in de hepatocyt.
- B. De IgM-antistoffen tegen hepatitis A, CMV en EBV zijn negatief, de IgG-antistoffen zijn positief. Dit wijst op een in het verleden doorge maakte infectie. Het HBsAg en de antistoffen tegen hepatitis B en C zijn negatief. Dit maakt een hepatitis B of C onwaarschijnlijk.
- C. Antistoffen tegen mitochondriën hebben een hoge sensitiviteit en specificiteit voor primaire biliaire cirrose. Antistoffen tegen gladspierweefsel en anti-nucleaire antistoffen (ANA) in combinatie met verhoogde gammaglobulinen wijzen op een auto-immunhepatitis.
- D. Cholestase veroorzaakt door captopril. Op dag 12 was de captopril gestopt, daarna zijn de bilirubine en de AF gaan dalen. De negatieve uitslag van de bepaling van antistoffen tegen mitochondriën maakt de diagnose primaire biliaire cirrose onwaarschijnlijk.

E. Het is van essentieel belang dat het bloedmonster voor de bepaling van ammonium op ijs wordt afgenomen en zo spoedig mogelijk na afname wordt bepaald (in geval van een ammoniumbepaling in volbloed) of zo spoedig mogelijk wordt gecentrifugeerd (in geval van een ammoniumbepaling in plasma). Roken en geneesmiddelen die de patiënt gebruikt kunnen het ammoniumgehalte beïnvloeden. Bij een capillaire afname kan een vals verhoogde ammoniumconcentratie worden gevonden door ammonium uit zweet. Bij de bepaling dient erop gelet te worden dat er geen ammonium in de nabijheid wordt gebruikt, dit kan leiden tot valse verhoging door ammoniumdampen.

### Vraag 2

Bij een patiënt met algemene malaise en rugklachten wordt door de internist oriënterend laboratoriumonderzoek aangevraagd, hetgeen de volgende resultaten in serum oplevert:

Natrium	141	mmol/l
Kalium	5,7	mmol/l
Calcium	2,52	mmol/l
Fosfaat	2,84	mmol/l
Ureum	21,6	mmol/l
Creatinine	380	µmol/l
Eiwit totaal	67	g/l
Albumine	33	g/l
g-GT	45	U/l
AF	113	U/l
ASAT	10	U/l
ALAT	13	U/l
LD	468	U/l

De resultaten in urine zijn:

screening g.b., m.u.v.		
eiwit	++	
eiwituitscheiding	4,1	g/24 uur

- Welke van bovenstaande resultaten steunt/steunen de diagnose multipel myeloom (ziekte van Kahler)? Motiveer uw antwoord.
- Welk aanvullend onderzoek in bloed en/of urine adviseert u om de diagnose multipel myeloom te bevestigen dan wel uit te sluiten? Motiveer uw antwoord.
- Met welke klinisch-chemische technieken kan men een M-proteïne typeren? Welke immuunreagentia gebruikt u hierbij?
- Welke klinisch-chemische onderzoeken zijn zinvol bij het vervolgen van de therapie bij een patiënt met multipel myeloom?
- Uit ringonderzoek van een serummonster met een hoge concentratie M-proteïne valt op dat een groep deelnemers een concentratie M-proteïne rapporteert die significant afwijkt van de consensus. Welke verklaring heeft u hier voor?

### Antwoorden vraag 2

- De relatief hoge calciumconcentratie steunt de diagnose multipel myeloom met de volgende argumentatie. De patiënt heeft een flinke nierfunctiestoornis (ureum, creatinine, eiwit in urine). De hoge fosfaatconcentratie past bij deze nierfunctiestoornis. Men zou bij een dergelijk hoge fosfaatconcentratie een lage calciumconcentratie verwachten. De calciumconcentratie is echter hoog-normaal, vooral gezien de lage albumineconcentratie. De lage waarde voor AF maakt botmetastasen op basis van andere maligniteiten onwaarschijnlijk. Bij multipel myeloom zijn de bothaarden lytisch, zonder osteoblastactiviteit en daarom zonder AF-stijging. De discrepantie tussen eiwit kwalitatief ++ en eiwituitscheiding 4,1 g/24 uur is suggestief voor de aanwezigheid van andere eiwitten dan albumine (strip is vnl. gevoelig voor albumine), bijvoorbeeld vrije lichte ketens.
- Onderzoek van serum: een elektroforetische scheiding, aangevuld met een immunofixatietechniek, zoals kappa/lambda-screening of pentavalente screening. Kwantificering van de immuunglobulines IgG, IgA en IgM.  
Onderzoek van urine: onderzoek naar vrije lichte ketens middels een gevoelige techniek zoals immunofixatie met anti-(vrije)-kappa en anti-(vrije)-lambda en een gewone kleuring, of middels elektroforese van geconcentreerde urine en een gevoelige eiwitkleuring.
- Immunofixatie en/of immuno-elektroforese met antistoffen tegen de complete immunoglobulines anti-IgG, anti-IgA en anti-IgM en antistoffen tegen de lichte ketens lambda en kappa. Alleen indien geen zware maar wel lichte ketens in monoklonale vorm worden gevonden, is ook onderzoek naar vrije lichte ketens en eventueel IgD en IgE geïndiceerd. In de praktijk zal men analyse met anti-IgD en anti-IgE in eerste instantie achterwege laten, daar M-proteïnen van het type IgD en IgE zeer zeldzaam zijn. Het is aan te bevelen het M-proteïne in serum te kwantificeren door middel van scannen van de M-proteïne fractie in het eiwitspectrum.
- In serum: indien aanwezig, de concentratie van het M-proteïne, de concentratie 'normale' immunoglobulinen (verdringing!), creatinine en beta-2-microglobuline. Eventueel calcium en fosfaat. N.B. Niet fout te rekenen indien genoemd: ijzer, transferrine, ferritine, vitamine B12, en/of folaat. In urine: bij aanwezigheid van vrije lichte ketens: de uitscheiding hiervan per 24 uur. Totaal eiwit in 24-uurs-urine.
- Indien men met een immunochemische techniek het M-proteïne kwantificeert, dan is het resultaat afhankelijk van het type antistof dat gebruikt wordt. De polyklonale antistof zal niet met alle klonen M-proteïne identiek reageren. Om zulke verschillen te voorkomen geldt de aanbeveling om zo veel mogelijk te kwantificeren op basis van densitometrie van de band in het eiwitspectrum.

### Vraag 3

A. Een student van 24 jaar wordt poliklinisch gezien door een internist in verband met vermoeidheidsklachten, die hij al direct bij het opstaan heeft en daarbij af en toe pijn onder de rechter ribbenboog. Hij is lid van de kroegcommissie van een studentenvereniging, maar ook de zoon van een studievriend van u die op vrij jonge leeftijd is overleden aan een hartinfarct. Bij lichamelijk onderzoek worden geen bijzonderheden gevonden. De leverstreek is gevoelig bij palpatie. Het laboratoriumonderzoek geeft de volgende waarden:

Bilirubine	12	umol/l
Geconj. bilirubine	niet bepaald	
ASAT	48	U/l
ALAT	22	U/l
g-GT	84	U/l
AF	124	U/l
Glucose nuchter	2,8	mmol/l
Cholesterol	6,4	mmol/l
Triglyceriden	2,4	mmol/l
HDL-cholesterol	0,8	mmol/l

De internist overweegt de volgende 4 diagnoses.

1. Geen afwijkingen
2. Hepatitis zonder (nog) duidelijke oorzaak
3. Afwijkingen tengevolge van overmatig alcoholgebruik
4. Acute pancreatitis.

- A. Geef als klinisch chemicus een kort commentaar betreffende de waarschijnlijkheid van elke diagnose op basis van de laboratoriumuitslagen.
- B. Geef een beschrijving van de normale vorming, afbraak en uitscheiding van bilirubine. Geef kort aan wat de klinische betekenis is van de aanwezigheid van bilirubine en zijn afbraakproducten in urine en feces.
- C. Noem 2 oorzaken van prehepatische icterus, 3 van posthepatische icterus en 4 van hepatische icterus.
- D. Naast totaal en geconjugeerd bilirubine voeren vele laboratoria de bepaling 'neonataal bilirubine'. Geef een korte beschrijving van de uitvoering van deze bepaling en noem de belangrijkste redenen om bilirubine tijdens de eerste levensdagen op deze wijze te meten.

#### Antwoorden vraag 3

- A. 1. Dit is niet correct, want er zijn afwijkingen van ASAT, g-GT, triglyceriden, glucose en HDL-cholesterol.
2. De afwijkende waarden van de levertests passen niet bij een hepatitis. Daarbij passen een substantieel verhoogd ASAT en ALAT en een minder sterke verhoging van AF en g-GT.
3. De huidige uitslagen passen het beste bij overmatig alcoholgebruik.
4. Een acute pancreatitis is mogelijk en past bij de pijn en de bij palpatie gevoelige leverstreek. Amylase of lipase dient dan alsnog te worden bepaald.

B. Per dag wordt circa 1% van de erythrocyten afgebroken. Het haem molecuul wordt omgezet in bilirubine. Dit bilirubine wordt gebonden aan albumine naar de lever vervoerd. Hier wordt het eiwit-bilirubinecomplex losgekoppeld en geconjugeerd met glucuronzuur. Dit wateroplosbare bilirubine-diglucuronide wordt daarna met de gal via het darmkanaal afgevoerd. In het darmkanaal wordt bilirubine door darmbacteriën omgezet in het kleurloze urobilinogeen en vervolgens in het bruin gekleurde stercobiline dat wordt uitgescheiden met de feces. Een gering deel van dit urobilinogeen wordt door de darm opgenomen en komt in de circulatie terecht (enterohepatische kringloop) en wordt omgezet via urobilinogeen in urobiline.

Per dag wordt er dus een zeer geringe hoeveelheid urobiline via de urine uitgescheiden.

De aanwezigheid van bilirubine in urine wijst op een verhoogde concentratie van geconjugeerd bilirubine in plasma, zoals voorkomt bij intra- en extrahepatische afsluitingsicterus. De verhoogde aanwezigheid van urobiline in urine wijst op een sterk verhoogde afvoer van bilirubine via de darmen zoals voorkomt bij hemolytische anemie. De afwezigheid van stercobiline in feces wijst op obstructie van de normale afvoer van bilirubine zoals voorkomt bij posthepatische icterus.

- C. Prehepatische icterus: 1<sup>e</sup> hemolyse en 2<sup>e</sup> ineffektieve erythropoïese.
- Posthepatische icterus: 1<sup>e</sup> galwegobstructie door galstenen, 2<sup>e</sup> maligniteit van pancreas of galwegen en 3<sup>e</sup> pancreatitis.
- Hepatische icterus: 1<sup>e</sup> hepatitis a.g.v. medicijngebruik of misbruik, 2<sup>e</sup> virale hepatitis, 3<sup>e</sup> Gilbert's syndroom (en andere syndromen die aanleiding geven tot een matig verhoogd bilirubine), 4<sup>e</sup> cirrose, 5<sup>e</sup> levertumor en 6<sup>e</sup> auto-immunhepatitis.
- D. Het meten van neonataal bilirubine kan op de meeste klinisch-chemische analyzers worden uitgevoerd door de extinctie van plasma of serum in een buffer te meten bij de golflengtes waarbij bilirubine (470 nm) en hemoglobine (560 nm) onafhankelijk van elkaar kunnen worden gemeten. De gemeten bilirubineconcentratie kan hierdoor worden gecorrigeerd voor de hemoglobineconcentratie, zodat het aanwezige hemoglobine geen invloed heeft op de gemeten bilirubineconcentratie. Bij pasgeborenen is er vaak enig vrij Hb aanwezig en dit stoort de meestal toegepaste bilirubinebepaling volgens Jendrassik-Grof. Een aantal bloedgasanalyzers is in staat een schatting van de concentratie van het neonataal bilirubine te geven.

### Vraag 4

Een vrouw van 64 jaar wordt opgenomen met tetanie. Ze maakt een verwaarloosde indruk. Navraag leert dat ze de laatste tijd amper at, maar wel 2 liter jenever per week dronk. De alcoholabusus blijkt al vele jaren te bestaan. Screenend laboratoriumonderzoek levert onderstaande resultaten op.

Hb	6,4	mmol/l
MCV	110	fl
g-GT	519	U/l
Kalium	2,7	mmol/l
Calcium	1,34	mmol/l
Albumine	41	g/l
Magnesium	0,14	mmol/l

- A. Bespreek de laboratoriumresultaten in het licht van de tetanie.
- B. Welk aanvullend en vervolgonderzoek in het laboratorium adviseert u? Geef ook aan hoe u tot dit advies komt.
- C. Noem vijf oorzaken van een magnesiumtekort.
- D. Geeft een eventueel te hoog magnesium klinische problemen? Wat zijn de mogelijke oorzaken van hypermagnesemie?
- E. Noem drie meetprincipes voor magnesium. Noem van elk voor- en nadelen.

#### Antwoorden vraag 4

- A. Een magnesiumtekort als gevolg van alcoholabusus geeft een Ca- en K-tekort. De hypocalciëmie veroorzaakt de tetanie. Macrocytaire (MCV) anemie (Hb) en het verhoogde g-GT passen bij alcoholabusus.
- B. Natuurlijk controle van K, Ca en Mg tot stabilisatie en vanwege mogelijke tekorten bij alcoholabusus: thiamine, vitamine B12. Leverschade a.g.v. alcohol kan worden bestudeerd door analyse van meer leverenzymen. Analyse van ammonium en stollingsbepalingen zouden ernstige cirrose aan het licht kunnen brengen, maar die is bij een normaal albumine niet waarschijnlijk. Amylase of lipase kunnen worden bepaald om acute pancreatitis uit te sluiten als mogelijke oorzaak voor de hypomagnesiëmie (en pancreatitis is bij stevige alcoholabusus niet slechts denkbeeldig).
- C. Verminderde inname: vasten, malnutritie.  
 Verminderde absorptie: malabsorptie.  
 Renaal verlies: alcoholabusus, diuretica, RTA, hyperkaliëmie, hyperthyreoïdie, hyperaldosteronisme, SIADH.  
 Enteraal verlies: langdurig braken, diarree.  
 Endocrien verlies: lactatie.  
 Zeldzaam: acute pancreatitis, multipole bloedtransfusies, idiopathisch.
- D. Hypermagnesemie leidt zelden tot problemen en is vrijwel altijd gevolg van (hyper)suppletie. Boven 5 mmol/l kan spierzwakte optreden, boven 7,5 mmol/l zelfs bradycardie en hypotensie.
- E. Colorimetrisch: simpel en breed beschikbaar, maar minder specifiek.  
 Atomaire absorptiespectrofotometrie: specifiek, maar technisch moeilijk en niet overal beschikbaar.  
 ISE: meet geïoniseerd Mg en is dus onafhankelijk van albumine, maar vereist speciale afnamematerialen.

#### Vraag 5

- A. Noem minstens vijf aannames die u doet indien u de creatinineklaring in 24-uurs-urine bij volwassenen ( $(U \times V) / P$ ) hanteert als maat voor de glomerulaire filtratiesnelheid?
- B. Bij een 62-jarige vrouw worden 6 uur na opname de volgende uitslagen verkregen:

CK	9500	U/l
CK-MB (massa)	81	µg/l
TnI	< 0,25	µg/l
Myoglobine in urine	positief	

Wat zou hiervan een oorzaak kunnen zijn?

- C. Bij de autorisatie van chemie-uitslagen komt de klinisch chemicus 4 opmerkelijke datasets tegen. Welke van de 4 genoemde verklaringen van de resultaten (A t/m D) hoort bij welke set uitslagen (1 t/m 4) en waarom?

	Na	K	Cl	Bicar- bonaat	Glu- cose	AF	Mg
1	138	16,1	105	25	6,0	5	< 0,1
2	140	2,0	99	23	10,0	25	0,4
3	139	7,9	100	25	5,8	53	0,8
4	139	4,0	26	98	5,4	50	0,8

- A. Het monster is door de avonddienst in de koelkast gezet voor analyse op de volgende dag.
- B. De afname is geschied uit dezelfde arm waarin een Na-glucose-infuus inloopt.
- C. Bij het overschrijven van de resultaten zijn de uitslagen van 2 analyten verwisseld.
- D. Afname is geschied in een buis met het verkeerde anti-coagulans.
- E. Geef een oorzaak met een korte uitleg van een hyponatriëmie:  
 1. met een normale osmolaliteit  
 2. met een verhoogde osmolaliteit  
 3. met een verlaagde osmolaliteit
- E. Een 78-jarige vrouw heeft een totaal calcium van 2,81 mmol/l en een albumine van 24 g/l. Bereken de gecorrigeerde concentratie totaal calcium. Noem drie factoren die de relatie tussen het geïoniseerd en het gecorrigeerd totaal calcium beïnvloeden.

#### Antwoorden vraag 5

- A. Geen methodologische beperkingen 'Steady state'  
 Constante productie  
 Geen afbraak en/of verlies  
 Geen overmatige inname van creatinine  
 Voldoende vochtinname  
 Correcte verzameling van de 24-uurs-urine  
 Verwaarloosbare tubulaire secretie.
- B. Een skeletspiertrauma, immers wel spierschade, maar geen hartspierschade, dus skeletspierschade.
- C. 1D. K3-EDTA: K is torenhoog en er is geen Mg meer aanwezig als enzymcofactor.



- 2B. Na-glucose-infuus: verdunning na afname uit infuusarm. Na stijgt niet want isotoon, glucose is hoger dan fysiologisch. Alle andere waarden zijn verdund.
- 3A. Vrijdagmiddagziekte; ijskast: NaK-ATPase werkt niet, K gaat de cel uit.
- 4C. Overschrijffout van decentraal gemeten bloedgas met elektrolyten: de uitslagen van chloride en bicarbonaat zijn verwisseld.
- D. 1. Pseudohyponatriëmie a.g.v. een verlaagd plasmapwater a.g.v. een verhoogde eiwit- of lipidconcentratie.
2. Hyponatriëmie bij hyperglykemie (of hyperuremie). Een verdunningshyponatriëmie a.g.v. de osmotische aantrekkingskracht van water door het glucose in plasma.
3. Hyponatriëmie a.g.v. SIADH of diureticagebruik. A.g.v. remming van de terugresorptie van natrium en daarom ook van water neemt het ECV af, waardoor ADH toeneemt en water wordt vastgehouden hetgeen in een verdunningshyponatriëmie resulteert.
- E. De gecorrigeerde calciumconcentratie is  $2,81 + 0,02(40-24) = 3,13$  mmol/l.  
1° Bloedtransfusie (citraat), 2° dialyse en 3° een sterk afwijkende pH en/of lichaamstemperatuur.

### Vraag 6

- A. Bij een patiënt wordt om 12:00 en 16:30 uur bloed afgenomen voor bloedgasanalyse (zie tabel). De arts vertrouwt de uitslag van 16:30 uur niet aangezien de klinische toestand van de patiënt ongewijzigd is en geen klinische interventie heeft plaatsgevonden. Hij stuurt een nieuw monster in om 16:45 uur. De uitslagen staan in de tabel vermeld.

Tijd	12:00 uur	16:30 uur	16:45 uur
pH	7,48	7,48	7,50
PO <sub>2</sub> (kPa)	11,1	11,5	10,9
PCO <sub>2</sub> (kPa)	5,7	3,9	5,5
Bicarbonaat	30,9	21,4	31,8
Base-exces	6,8	-1,4	7,9

Geef een verklaring voor de bloedgasuitslagen van 16:30 uur.

- B. Een 45-jarige vrouw komt binnen op de SEH in verband met aanhoudend braken gedurende de afgelopen 6 dagen. De volgende labwaarden zijn verkregen:

Na	140	mmol/l
K	2,2	mmol/l
Cl	86	mmol/l
Ureum	31	mmol/l
Creatinine	168	µmol/l
pH	7,53	
pO <sub>2</sub>	10,0	kPa
pCO <sub>2</sub>	7,1	kPa
Bicarbonaat	42	mmol/l

Beschrijf de zuur-basestoornis. Hoe verklaart u het lage chloride en kalium en het hoge bicarbonaat?

- C. Een patiënt met een acute exacerbatie van de COPD komt binnen met de volgende labwaarden:

pH	7,24	
pCO <sub>2</sub>	7,0	kPa
Bicarbonaat	35	mmol/l
pO <sub>2</sub>	8,0	kPa

Beschrijf de zuur-basestoornis. De artsen besluiten om de patiënt te beademen. Waar moet bij beademing van de patiënt op gelet worden?

- D. De zuurstofverzadiging kan op drie manieren worden weergegeven: FO<sub>2</sub>Hb, sO<sub>2</sub> (gemeten saturatie) en O<sub>2</sub>sat (berekende saturatie). Geef aan hoe de drie verschillende parameters tot stand komen, wat mogelijke beperkingen kunnen zijn en welke bepaling het meest betrouwbaar is.

### Antwoorden vraag 6

- A. Het gaat om een afnamefout (afname uit infuusarm) of laboratoriumfout omdat deze grote veranderingen in bicarbonaat niet kunnen optreden zonder interventie van de arts. Bicarbonaat wordt berekend uit pH en pCO<sub>2</sub>. De pH is stabiel bij deze patiënt terwijl de pCO<sub>2</sub> sterk verandert. Waarschijnlijk is de pCO<sub>2</sub>-meting niet goed waardoor de bicarbonaatwaarde sterk varieert.
- B. Zuur-basestoornis: metabole alkalose gedeeltelijk respiratoir gecompenseerd. Braken leidt tot verlies van chloride en vocht. Omdat geen bicarbonaat verloren gaat ontstaat een alkalose. Bij deze hypochloremische hypovolemie resorbeert de nier preferentieel natrium om het volume te herstellen. Bij een tekort aan chloride wordt bicarbonaat geresorbeerd om elektroneutraliteit te bewaren. Daarnaast wordt H<sup>+</sup> en K<sup>+</sup> uitgescheiden in ruil voor natrium. Dit leidt ertoe dat de alkalose verergert (zgn. contractiealkalose) en een hypokaliëmie ontstaat.
- C. Het gaat hierbij om een respiratoire acidose die gedeeltelijk gecompenseerd is. Bij beademing opletten dat de pCO<sub>2</sub> niet te snel daalt: hierdoor zal de patiënt van een acidose in een alkalose terechtkomen.
- D.  $FO_2Hb = cO_2Hb / ctHb$   
Het totale Hb (O<sub>2</sub>Hb, HHb, COHb, MetHb en SulfHb) wordt meegenomen in de berekening.  
 $sO_2 = cO_2Hb / (cO_2Hb + cHHb)$   
Gemeten waarde waarbij echter geen rekening wordt gehouden met mogelijk aanwezige dysHb's zoals COHb, MetHb of SulfHb zodat een cyanose t.g.v. een CO-vergiftiging niet opgemerkt wordt.  
O<sub>2</sub>-sat = berekende waarde op basis van pH, pO<sub>2</sub> en een aantal vaste standaardparameters zoals Hb en 2,3-DPG. Deze methode is goed bruikbaar bij gezonde personen, maar geeft foutieve uitslagen bij ernstig zieke patiënten omdat hun standaard gedefinieerde parameters anders zijn dan bij gezonde personen. De meest betrouwbare parameter is daarom FO<sub>2</sub>Hb.

## Overzicht referentiewaarden

Bepaling	Referentie- waarden	Eenheid
<i>Bloed (arterieel)</i>		
pH	7,35 - 7,45	
pCO <sub>2</sub>	4,4 - 6,3	kPa
Bicarbonaat	21 - 27	mmol/l
Base-exces	-3 - +3	mmol/l
pO <sub>2</sub>	10,0 - 13,3	kPa
sO <sub>2</sub>	> 95	%
Hemoglobine (mannen)	8,5 - 11,0	mmol/l
Hemoglobine (vrouwen)	7,5 - 10,0	mmol/l
<i>Serum/plasma</i>		
Creatinine (mannen)	70 - 110	µmol/l
Creatinine (vrouwen)	55 - 90	µmol/l
Creatinine (jonge kinderen)	< 50	µmol/l
Ureum	2,5 - 7,5	mmol/l
Fosfaat	0,70 - 1,40	mmol/l
Natrium	135 - 145	mmol/l
Kalium	3,6 - 5,0	mmol/l
Chloride	95 - 108	mmol/l
'Anion gap' (Na <sup>+</sup> - Cl <sup>-</sup> - HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	5 - 11	mmol/l
Calcium	2,25 - 2,65	mmol/l
Magnesium	0,7 - 1,0	mmol/l
Albumine	35 - 55	g/l
Totaal eiwit	60-80	g/l
Glucose (nuchter)	3,5 - 6,0	mmol/l
Glucose ('at random')	3,5 - 7,8	mmol/l
Totaal bilirubine	< 17	µmol/l
Geconjugueerd bilirubine	< 5	µmol/l
Ammoniak	11 - 32	µmol/l
LD	200 - 450	U/l
g-GT	< 35 (vrouw)	U/l
	< 50 (man)	U/l
AF	< 120	U/l
ASAT	< 40	U/l
ALAT	< 45	U/l
Amylase	< 220	U/l
Lipase	< 240	U/l
Lactaat (plasma)	< 2,2	mmol/l
CK (mannen)	< 200	U/l
CK (vrouwen)	< 170	U/l
CK-MB (massa)	< 5	µg/l
Troponine-I	< 0,25	µg/l
CRP	< 10	mg/l
Osmolaliteit	285 - 310	mosmol/kg
Cholesterol	4,0 - 7,0	mmol/l
Triglyceriden	0,5 - 2,2	mmol/l
HDL-cholesterol	0,9 - 2,8	mmol/l
IgG	6 - 16	g/l
IgA	900 - 3600	mg/l
IgM	400 - 2300	mg/l