



Electrolyten en ernstig zieke patiënten

Maaïke Sikma
Intensivist UMC Utrecht
Juni 2016



Electrolytstoornissen

- Meest voorkomende electrolytstoornissen op IC
- Op de IC meest voorkomende oorzaken van electrolytstoornissen
- Behandeling van electrolytstoornissen



Casus 1

Voormelding shockroom:

- Vrouw 19 jaar, comateus thuis aangetroffen
- Hetero-anamnese:
 - Gisteren rave-party
 - Om 7 uur 's ochtends wakker gezien
 - Om 19 uur niet wakbaar aangetroffen in bed
 - Blanco voorgeschiedenis



Casus 1

- Op SEH
 - E1M5V1
 - RR 116/73 mmHg, pols 70/min
 - Temp 37,0 C
 - Saturatie 98%
- Neurologisch onderzoek: geen lateralisatie, normale pupilreactie

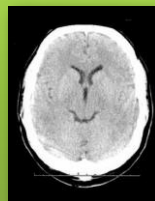


Casus 1: aanvullende diagnostiek

X-thorax: normaal



CT-cerebrum:



Casus 1

- Aanvullende diagnostiek
- Lab:
 - Natrium 121 mol/L
 - K 3.6 mmol/L
 - Kreatinine 47 umol/L
 - Glucose 6.5 mmol/L
 - Osmolaliteit plasma 251 mmol/kg
 - Osmolaliteit urine 658 mmol/kg



Casus 1

- Interpretatie:
 - Natrium 121 mol/L => TE LAAG
 - K 3.6 mmol/L
 - Kreatinine 47 μ mol/L
 - Glucose 6.5 mmol/L
 - Osmolaliteit plasma 251 mmol/kg => TE LAAG
 - Osmolaliteit urine 658 mmol/kg => TE HOOG



Casus 1: Dus...

- Symptomatische hyponatriëmie
- DD/
 - Zout tekort
 - Water teveel
 - Inname
 - Hoog anti-diuretisch hormoon



Casus 1: vervolg

- Hier beide:
 - Water teveel ingenomen
 - Gestoorde remming ADH
- Door??
- MDMA → urinescreen bleek positief en pt vertelt 5 liter water te hebben gedronken



MDMA bijwerkingen

- HypoNa
- Hyperthermie
- Dehydratie
- Rhabdomyolyse evt met AKI
- DIS
- Leverschade
- Hersenschade evt met insulsten



Casus 1: behandeling

- Hyponatriëmie gecorrigeerd met hypertoon zout (NaCl 2.5%) tot
- Patiënte werd wakkerder bij natrium 132 mmol/l na 12 uur
- Correctie dus 11 mmol in 12 uur
- Na staken infuus, weer 12 uur later steeg Na tot 140 mmol/l
- Restloos hersteld



Natrium, wat doet het?

- Handhaven van balans tussen het vocht in en buiten de cellen
- Van belang bij een aantal transport mechanismen over de celmembranen
- Speelt een rol in de vochtbalans van het lichaam
- Belangrijke rol bij het overbrengen van zenuwimpuls, hoofdzakelijk bij het samentrekken van de spieren



Natrium

- o 135-145 mmol/L
- o Regulatie osmolariteit mbv:
 - o ADH
 - o Dorstmechanisme
- o Regulatie van totale hoeveelheid natrium in lichaam door:
 - o Volumesensoren in het hart en de grote bloedvaten (via het atrium-natriuretische peptide)
 - o RAAS (renine-angiotensine-aldosteron systeem)



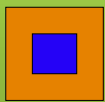
Hyponatriëmie

- o Hyponatriëmie Na <135 mmol/L
- o Bij lage osmolaliteit wordt ADH onderdrukt, waardoor toename wateruitscheiding (270-295 mosmol/kg)
- o Max waterexcretie 10 L/dag
- o Man ca 60% van LG water, vrouw ca 50% van LG water

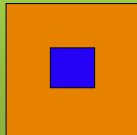


Hyponatriëmie Hoe ontstaat het?

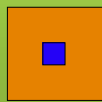
- o Te veel water
- o Te weinig zout



Normaal



Te veel H2O



Te Weinig Na



Hyponatriëmie Symptomen

- o Symptomen?



Hyponatriëmie symptomen

- o Natrium tot 128 mmol/l vaak asymptomatisch
- o Natrium <120 mmol/l, acuut ontstaan: agitatie, misselijkheid, braken, hoofdpijn, fasciculaties, lethargie
- o Natrium <120 mmol/l, chronisch ontstaan: kan zonder symptomen zijn!
- o Natrium <110 mmol/l, ernstige symptomen als epilepsie en coma



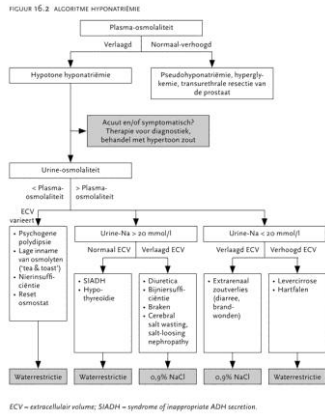
Hyponatriëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- o **Met hoge plasma osmolaliteit:**
 - o Hyperglycemie
 - o Mannitol (Osmol gap > 10mmol)
- o **Met normale plasma osmolaliteit:**
 - o Toediening glucose
 - o Nierfalen
- o **Met lage plasma osmolaliteit:**
 - o Stijging ADH secretie:
 - o Verminderd effectief circulerend volume:
 - o Waar volumeverlies
 - o Hartfalen en leverfalen
 - o Capillary leakage syndroom
 - o Thiazide diuretica
 - o Cerebral salt wasting
 - o Euvolemie:
 - o SIADH
 - o Normale onderdrukking ADH:
 - o Nierfalen



Hyponatriëmie
Werkmethode
diagnostiek



Casus 2: 64 jarige man

- Opname IC ivm shock en respiratoire insufficiëntie
- Beademing
- Vulling en inotropica



Casus 2

- Lab bij binnenkomst:
 - Hb 6,5 mmol/L
 - L 15 X 10⁹/L
 - Na 125 mmol/L
 - K 3,2 mmol/L
 - Gluc 5,5 mmol/L
 - Ur 8
 - Kreat 125 umol/L
 - Bili 10 U/L
 - ALAT 28 U/L
 - LDH 755
 - CRP 345

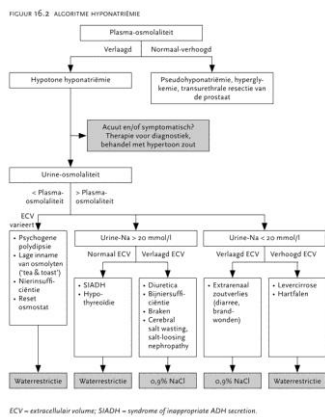


Casus 2

- Hoe gaan we te werk?



Hyponatriëmie
Werkmethode
diagnostiek



Casus 2

- Klinisch hypervolemie
- Plasma osmolaliteit:
 $(2 \times \text{Na} + \text{K}) + \text{gluc} + \text{ur} + (1,25 \times \text{ethanol}) =$
 $(2 \times 125 + 3,2) + 5,5 + 8 =$
 $269,9 \text{ mmol/Kg}$



Casus 2

- Klinisch hypervolemie
- Plasma osmolaliteit:
 $(2 \times \text{Na} + \text{K}) + \text{gluc} + \text{ur} + (1,25 \times \text{ethanol}) =$
 $(2 \times 125 + 3,2) + 5,5 + 8 =$
 $269,9 \text{ mmol/kg}$
- C/ waar zout tekort
- En nu?

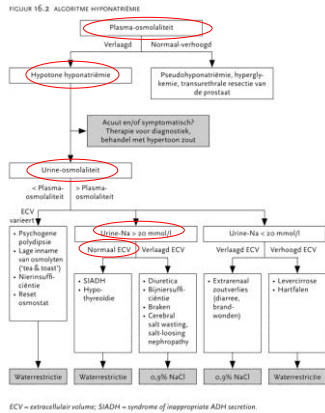


Casus 2

- Plasma osmol = 270 mosmol/kg
- Urine osmol = 450 mosmol/kg
- Urine Na = 50 mmol/L
- Conclusie?



Hyponatriëmie Werkmethode diagnostiek



Casus 2

- Hyponatriëmie op basis van SIADH bij pneumonie



Hyponatriëmie

Aanvullende informatie

- Fractionele Na excretie (FENa) <1% past bij hypovolemie (maar bij normale nierfunctie niet bruikbaar; FENa is <1% bij normaal dieet)
- Plasma urinezuur 0.2 mmol/L past bij hypervolemie (bv SIADH)
- Metabole alkalose en hypoK past bij diuretica
- Metabole acidose en hypoK past bij diarree en laxantia's gebruik
- Metabole acidose en hyperK past bij hypoadosteronisme/ bijnierinsufficiëntie
- NaCl 0.9% toediening kan evt helpen bij diagnose



Correctie hyponatriëmie

Bij asymptomatische patiënten:

- Stop uitlokkende medicatie
- Bij geëxpandeerd ECV: vochtbeperking 500-1000ml/24 uur, waarbij de netto vochtbalans negatief moet zijn
- Bij gecontraheerd ECV: zout- en vocht-suppletie



Correctie hyponatriëmie

Bij symptomatische patiënten:

- Snelle correctie tot 120 mmol/l, bijv met 1-1,5 mmol/l/uur, daarna fragere correctie.
- Snel vochttekort aanvullen met NaCl 0,9%
- Daarna NaCl 1,3% of 3% (eventueel in combinatie met furosemide bij volume-overbelasting)
- Bereken de benodigde hoeveelheid natrium, mbv: $0,6$ of $0,5 \times \text{lean body weight (kg)} \times 140 - [\text{plasma Na}]$ (of via www.internisten.nl)



Behandeling: Rekenvoorbeeld Natriumtekort

- $0,6 \times 70 \times (140 - 110) = 1260$ mmol natrium
- In 0,9% NaCl: 154 mmol/L Na
- In 3% NaCl: 513 mmol/L Na
- In 5% NaCl: 856 mmol/L Na
- Dus: NaCl 3% $1260/513 = \text{ca } 2,5$ L



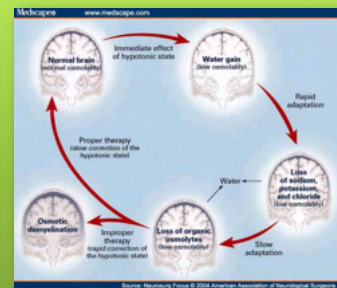
Behandeling: Rekenvoorbeeld Natriumtekort

- Maar let op:
- correctie van plasma Natrium mag niet te snel plaats vinden ivm pontiene demyelinisatie of osmotisch demyelinisatie syndroom



Hersenschadiging?

- Schedelinhoud is beperkt
- Bij toename van hersencelvolume met 10% → neurologische verschijnselen



Casus 3

- Andere electrolyten



Casus 3

- Man 67 jaar
- VG: coloncarcinoom wv 2 weken geleden colon transversum resectie
- Patiënt ligt op de IC



Casus 3

- Spierzwakte
- Heeft nog een laag standje noradrenaline
- Tracheostoma, is aan het weanen, maar lukt niet goed
- Blijft infectieus hangen
- Pus uit de buikwond



Casus 3

- Hb 5,2
- L 8
- CRP 155
- Ur 8,5
- Kreat 54
- Na 144
- K 2,8
- Mg 0,78
- Bili 22
- Alb 12



Casus 3

- Conclusie?



Casus 3

- Hypokaliëmie
- Hypomagnesiëmie
- Hypo-albuminemie

- Oorzaak?



Kalium

Functies:

- Zenuwen; zorgt voor actiepotentiaal
- In hartspier K-kanalen die zorgen voor hyperpolarisatie, waardoor geen spiercontractie
- Osmotische balans tussen cel en interstitiële vloeistof (Na-K-ATPase pomp)
- In lichaam ca 120 g Kalium



Hypokaliëmie

- K < 3,5 mmol/L



Hypokaliëmie

o Oorzaken?



Hypokaliëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- o Te lage intake:
 - o Normale intake 40-120 mEq/dag
- o Te veel transport cel in:
 - o Uitwisseling H+
- o Te veel verlies (urine, zweet):
 - o Nier kan verlies reduceren tot 5-25 mEq/dag



Hypokaliëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- o Verminderde intake
- o Verhoogde influx de cel in:
 - o Stijging extracellulaire pH (bv hyperventilatie)
 - o Toegenomen β -adrenerge activiteit
 - o Toegenomen concentratie insuline
 - o Hypothermie
- o Toename gastrointestinaal verlies:
 - o Verlies maag 5-10 mmol/L en diarree 20-50 mmol/L
 - o Gastro intestinale fistel
- o Toename verlies via urine:
 - o Diuretica
 - o Metabole acidose
 - o Hypomagnesiëmie
 - o Polyurie
 - o Amfo B
- o Sterk transpireren
- o Dialyse/ Plasmaferese



Casus 3

- o Oorzaak: Verlies via gastro intestinale fistel



Hypokaliëmie symptomen

- o Spierzwakte (<2.5 mmol/L) mn extremiteiten, maar ook ademhalingspijlen
- o Spierkrampen, paresthesiën, atrofie/ rhabdomyolyse
- o Anorexie, N/V, ileus
- o Geleidings- en ritmestoornissen:
 - o Premature atriale en ventriculaire slagen
 - o Sinusbradycardie
 - o Atriale en junctionele tachycardie
 - o AV- block
 - o VT en VF
 - o U-golven



Hypokaliëmie



ECG-afwijkingen bij hypokaliëmie:
U-golven mn in V4-6



Hypokaliëmie

- Combinatie met cardiale ischemie, digoxine, hypomagnesiëmie en β -adrenerge activiteit meer ritmestoornissen



Hypokaliëmie

Therapie

- Suppletie via perifeer infuus max 30 mmol in 1 l infusievloeistof
- Suppletie via centrale lijn 30 – 120 mmol/ dag
- Suppletie via maagsonde 3-4 x 10-40 mmol/ dag



Casus 4

- Vrouw 64 jaar
- VG: colitis ulcerosa en hypertensie
- Med thuis: HCT 12,5 mg 1dd, metoprolol 200 mg 1dd
- RvO: val van steiger tijdens schilderen
- SEH: E3M6V4, schedelfractuur
- Op CT: anafylactische shock na contrast



Casus 4: Op IC

- Neur max, morfine 1 mg/uur, 1X midazolam 5mg,
- Hydrocort 200 mg en adrenaline 0,04 ug/kg/min ivm anafylactische shock, MAP 80-100 mmHg, SR 80/min, diurese 10 ml/uur, 2 1/2 L vulling gehad
- PC 10/5, 15 X/min, 7.3, 4.5, 147, 21.4, -5, 99%
- Hb 9, Na 133, K 2.8, Ca²⁺ 1.16, Mg 0.59 (suppl 20 mmol), Fosf 0.96, ur 6, kreat 63, lactaat 2.4
- Inf: gb



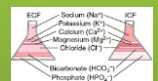
Casus 4

- Conclusie?



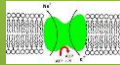
Casus 4

- Ernstige hypoK en ook hypoNa en hypoMg
- Oorzaak?



Casus 4

- Zeer ernstige hypoK
- Oorzaak?



Hypokaliëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- Verminderde intake
- Verhoogde influx de cel in:
 - Stijging extracellulaire pH (bv hyperventilatie)
 - Toegenomen β -adrenerge activiteit
 - Toegenomen concentratie insuline
 - Hypothermie
- Toename gastrointestinaal verlies:
 - Verlies maag 5-10 mmol/L en diarree 20-50 mmol/L
 - Gastro intestinale fistel
- Toename verlies via urine:
 - Diuretica
 - Metabole acidose
 - Hypomagnesiëmie
 - Polyurie
 - Amfo B
- Sterk transpireren
- Dialyse/ Plasmaferese



Hypokaliëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- Verminderde intake
- Verhoogde influx de cel in:
 - Stijging extracellulaire pH (bv hyperventilatie)
 - **Toegenomen β -adrenerge activiteit**
 - Toegenomen concentratie insuline
 - Hypothermie
- Toename gastrointestinaal verlies:
 - Verlies maag 5-10 mmol/L en diarree 20-50 mmol/L
 - Gastro intestinale fistel
- Toename verlies via urine:
 - Diuretica
 - Metabole acidose
 - Hypomagnesiëmie
 - Polyurie
 - Amfo B
- Sterk transpireren
- Dialyse/ Plasmaferese



Casus 4

- Gedurende adrenaline pomp kaliumsuppletie 10 mmol/uur
- Dat is heel veel!
- Na staken, normaliseren van K



Casus 4

- Conclusie: HypoK obv adrenaline



Hyperkaliëmie

- >4.5 mmol/L



Casus 5

- Op SEH gebeld: reanimatie
- Patiënt is een 19-jarige jongen met een chronische nierinsufficiëntie op basis van IgA-nefropathie, waarvoor sinds 2 jaar behandeld met intermitterende hemodialyse.
- Na binnenkomst onwel:



- Snel daarna asystolie → reanimatie



Casus 5

- Hetero-anamnese: algehele malaise en snel ontstane, ernstige spierzwakte van de benen. Patiënt herkende de klachten als passend bij een hyperkaliëmie.
- Daarom tijdens reanimatie:
 - Calciumgluconaat
 - Insuline-glucose
- Externe pacemaker



Casus 5

- Na circa 45 min werd de reanimatie beëindigd en overleed patiënt
- Uit de laboratoriumuitslagen bleek later een kaliumconcentratie van 8,3 mmol/l



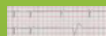
Hyperkaliëmie symptomen

- Spierzwakte mn extremiteiten
- Geleidingstoornissen:
 - Spitse T-top
 - Verlenging PQ-tijd
 - Verlenging QRS-duur
 - Verdwijning p-top
 - R/LBTB
 - AV-blok
- Ritmestoornissen:
 - VF/asystolie

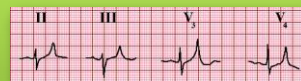


Hyperkaliëmie op het ECG

- K > 5**
 - Spitse T toppen
- K > 6.5**
 - QRS verbreding
 - AV blok
- K > 7**
 - Verdwijnen P top
- K > 10**
 - Flutter



Hyperkaliëmie ECG



Hyperkaliëmie: een symmetrische piekende T-top



Hyperkaliëmie

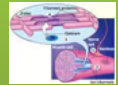
- o Oorzaken?



Hyperkaliëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- o Verhoogd kaliumrelease uit cel
- o Verminderde kaliumexcretie



Hyperkaliëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- o Verhoogde kaliumrelease vanuit de cel:
 - o Metabole acidose
 - o Insulinedeficiëntie
 - o Katabolisme
 - o Digitalis intoxicatie (remming Na/K/ATP-ase pomp)
 - o Succinylcholine
- o Verminderde kaliumexcretie:
 - o Nierfalen
 - o Verminderd effectief circulerend volume



Hyperkaliëmie

Therapie

- o Transcellulaire shift
 - o 10 e actrapid in 50 gram glucose IV in 15 min
 - o Na HCO₃ 50 – 100 mmol in 15 min
 - o Hyperventileren
 - o Vernevelen met ventolin
- o Excretie
 - o Hemodialyse
 - o Resonium 2-3 x 30 gram rectaal of in stoma
- o Acuut bij ritmestoornissen
 - o 5-10 ml Ca Cl 10% (3.4 – 6.8 mmol)



Casus 6

- o Man 20 jaar
- o Hoog energetisch trauma
- o E3M5V2
- o CT-hersenen: kleine contusiehaarden, subarachnoidaal bloed, licht hersenoedeem
- o CT-abdomen: miltruptuurtje, nierruptuur links, bloeding in psoasloge
- o CT-thorax: hematopneumothorax links



Casus 6

- o Behandeling:
 - o Sedatie
 - o Beademing
 - o Thoraxdrain
 - o Buik conservatief



Casus 6

- o Dag 5
 - o Plots wijde lichtstijve pupillen
 - o CT-hersenen: geen nieuwe bevindingen
- o En nu?



Casus 6

- o Maagretentie wv erytromycine
- o Obstipatie wv movicolon en magnesiumsulfaatklysma's
- o Nierfunctiestoornissen obv ATN door shock en ruptuur



Casus 6

- | | |
|-----------|-------------|
| o Lab: | o Ur 11 |
| o Hb 5,4 | o Kreat 326 |
| o L 10 | o pH 7,21 |
| o CRP 155 | o pCO2 38 |
| o Na 148 | o pO2 112 |
| o K 4,8 | o Bic 16 |
| o Cl 118 | o BE -6 |
| o Mg >6 | o SO2 98% |
| o Bili 22 | |



Casus 6

- o C/ Hypermagnesiëmie obv magnesiumsulfaatklysma icm nierfunctiestoornissen
- o B/ dialyse



Magnesium

- o Van levensbelang: in ATP, RNA en DNA
- o Veel enzymen Mg nodig voor functie
- o Ca 24 gram Mg in lichaam



Hypomagnesiëmie

- o Mg < 0,8 mmol/L



Hypomagnesiëmie symptomen

- o Fasciculaties/ spierkrampen
- o Spierzwakte
- o Anorexie
- o Hypokaliëmie
- o Hypocalciëmie
- o Apathie
- o Delier
- o Coma
- o Gegeneraliseerde convulsies
- o Ritmestoornissen; torsade de pointes (mn bij verlengde QT-tijd)



Hypomagnesiëmie

- o Oorzaken?



Hypomagnesiëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- o Gastrointestinaal verlies:
 - o Hogere tr.dig bevat ca 15 mmol/L vs lagere tr.dig ca 1 mmol/L
- o Verlies via nier:
 - o Remming Na-resorptie, met afname passieve terugresorptie van Mg
 - o Primair defect in renale tubulaire terugresorptie van Mg



Hypomagnesiëmie

Meest voorkomende oorzaken op IC

- o Gastrointestinaal verlies:
 - o Braken
 - o Veel maagretentie/ maaghevel
- o Verlies via nier:
 - o Lis-/thiazide diuretica
 - o Volume expansie
 - o Alcohol/ cafeïne
 - o Medicatie:
 - o Gentamycine
 - o Cyclosporine
 - o Amfo B
 - o Herstelfase ATN



Hypomagnesiëmie Therapie

- o Mg Cl 10-20 mmol IV in 5 min



Einde



Dank voor de aandacht!

Vragen?

