

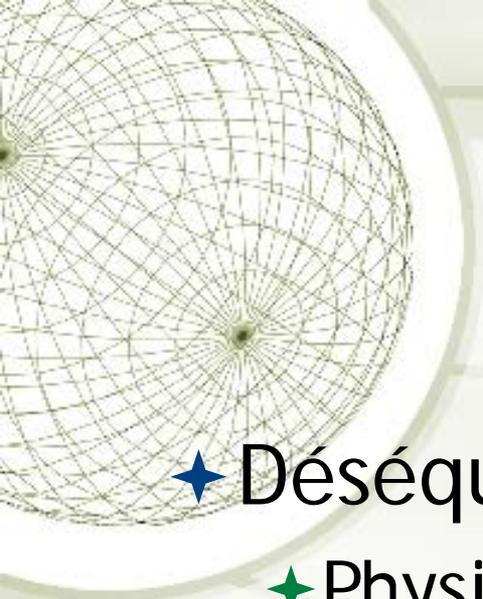
Équilibre acido-basique et désordres électrolytiques

Dr Martin Girard

Anesthésiologiste-intensiviste

Hôpital Notre-Dame du CHUM

Plan



- ★ Déséquilibre acido-basique

- ◆ Physiologie

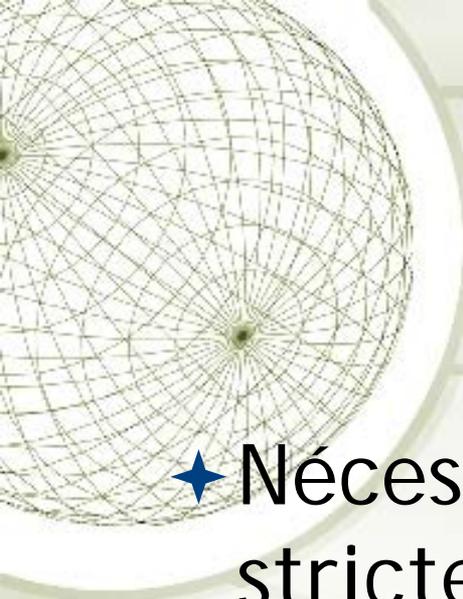
- ◆ Interprétations

- ★ Désordres électrolytiques

- ◆ Sodium

- ◆ Potassium

- ◆ Calcium



Physiologie acide-base

- ★ Nécessité de garder pH sous contrôle stricte
 - ◆ pH 7,36 - 7,44 ($\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$)
 - ◆ Concentration 1 million de fois plus faible que Na^+
 - ◆ Influence fonction des protéines



Acides et bases

★ Selon Bronsted

★ Un acide est une molécule qui peut donner un ion H^+

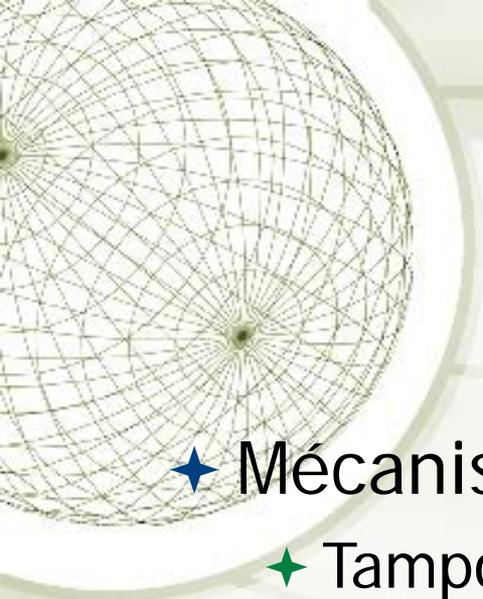
★ P. ex. H_2CO_3 , HCl , NH_4^+ , $H_2PO_4^-$

★ Une base est une molécule qui peut accepter un ion H^+

★ Physiologiquement, 2 catégories importantes

★ Acides carboniques (H_2CO_3)

★ Autres (p. ex. H_2SO_4 , NaH_2PO_4/Na_2HPO_4)



★ Mécanismes de régulation

★ Tampons intra- et extracellulaires

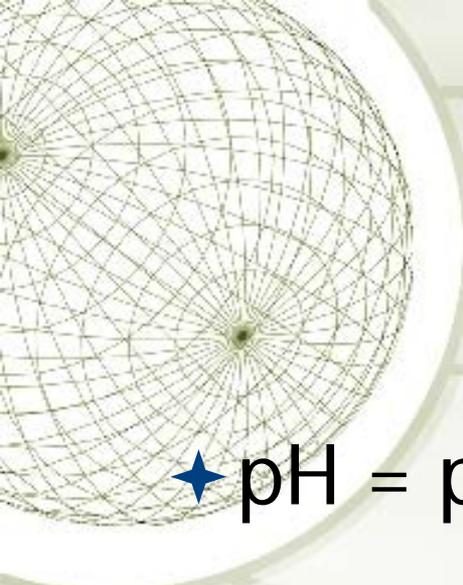
- ★ Immédiat (extracellulaires), 2 - 4h (intracellulaires)

★ Altération de la ventilation minute

- ★ Commence minutes, max à 12 - 24 heures, nul à 5 - 6 jours si compensation métabolique

★ Réabsorption / synthèse de bicarbonates au niveau rénal

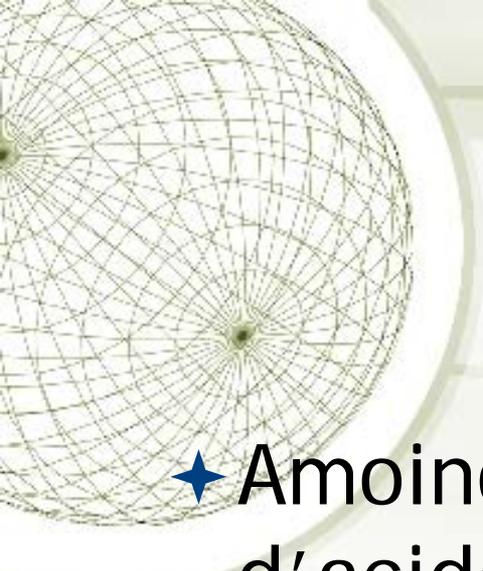
- ★ Commence 2h post, max à 5 - 6 jours



Equation d'Henderson-Hasselbalch

★ $\text{pH} = \text{pK}_a + \log ([\text{base}] / [\text{acide}])$

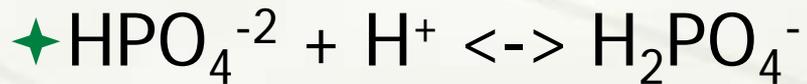
★ $\text{pH} = 6,1 + \log ([\text{HCO}_3^-] / 0,03 \times P_{\text{CO}_2})$



Tampons extra- et intracellulaires

- ★ Amoindrir conséquence d'un ajout d'acide ou de base sur le pH

- ★ Exemple phosphate



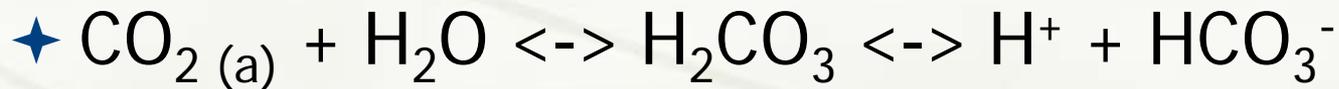
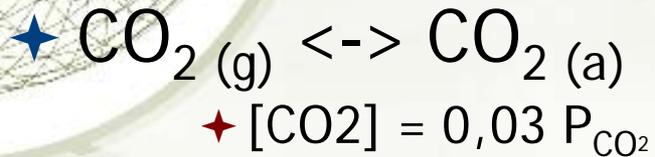
- ◆ Si ajout 2 mmol HCl à partir pH 6,8

- ◆ Si avec tampon phosphate -> pH 6,62

- ◆ Si aucun système tampon -> pH 2,7



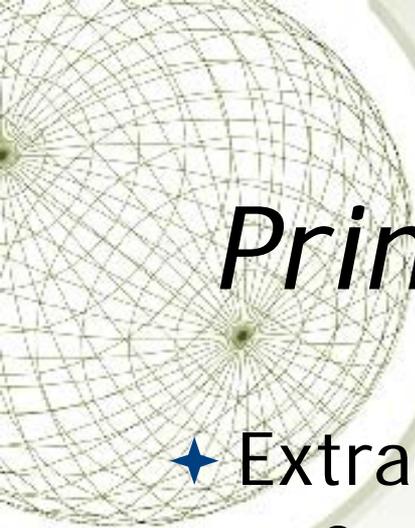
Systeme bicarbonate / CO₂



★ Combien de mmol d'HCl doit-on infusé pour faire varié le pH de 7,40 à 7,10?

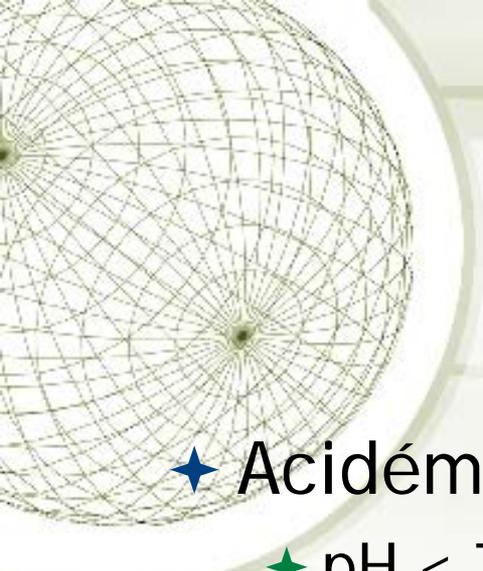
★ Si Va stable, 1,1 mmol

★ Si Va augmente pour garder CO₂ stable, **12** mmol



Principaux systèmes tampons

- ★ Extracellulaires
 - ◆ Système bicarbonate / CO_2
 - ◆ Système phosphate
 - ◆ Système protéines
- ★ Intracellulaires
 - ◆ Système phosphates
 - ◆ Système protéines
 - ◆ Système hémoglobine
- ★ Masse osseuse



Terminologie

- ◆ Acidémie

- ◆ $\text{pH} < 7,36$

- ◆ Alcalémie

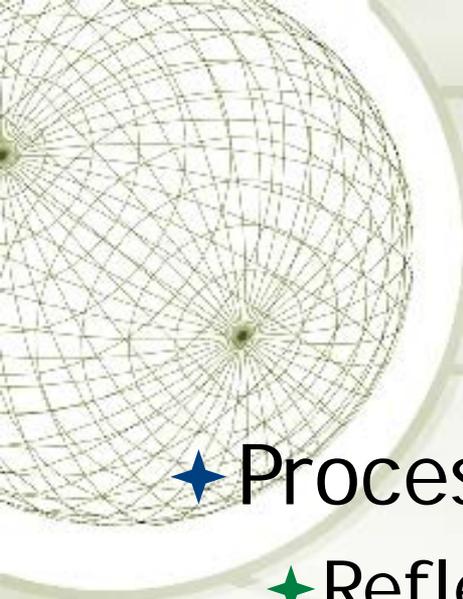
- ◆ $\text{pH} > 7,44$

- ◆ Acidose

- ◆ Phénomène responsable de la diminution du pH

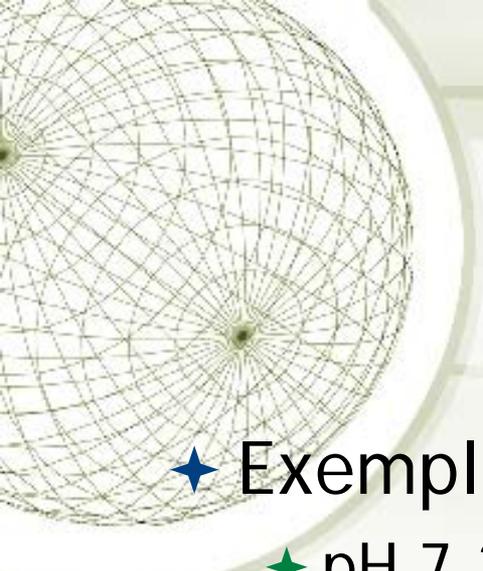
- ◆ Alcalose

- ◆ Phénomène responsable de l'augmentation du pH



Interprétation équilibre acido-basique

- ★ Processus primaire
 - ★ Reflet du pH
- ★ Compensation
 - ★ Jamais de compensation complète ou de "surcompensation"



Exemples

◆ Exemple #1

◆ pH 7,38

◆ P_{CO_2} 39

◆ Bic 22

◆ Exemple #2

◆ pH 7,45

◆ P_{CO_2} 20

◆ Bic 13

◆ Exemple #3

◆ pH 7,40

◆ P_{CO_2} 60

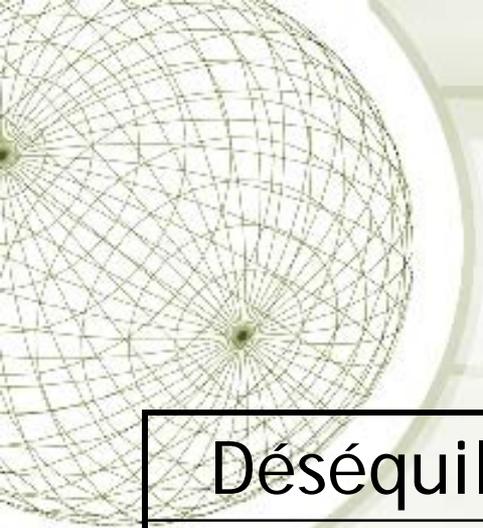
◆ Bic 36

◆ Exemple #4

◆ pH 6,92

◆ P_{CO_2} 40

◆ Bic 8



Déséquilibre	Changement	Adaptation
Acidose métabolique	↓ [HCO ₃ ⁻]	↓ 1,2 mm Hg / mEq/L
Alcalose métabolique	↑ [HCO ₃ ⁻]	↑ 0,7 mm Hg / mEq/L
Acidose respiratoire	↑ P _{CO₂}	
aigue		↑ 1 mEq/L / 10 mm Hg
chronique		↑ 3,5 mEq/L / 10 mm Hg
Alcalose respiratoire	↓ P _{CO₂}	
aigue		↓ 2 mEq/L / 10 mm Hg
chronique		↓ 4 mEq/L / 10 mm Hg

Exemple #4

★ pH 6,92

P_{CO_2} 40

Bic 8

★ Processus primaire: acidose métabolique

★ $[HCO_3^-]_{normaux} - [HCO_3^-]_{actuels} = \Delta[HCO_3^-]$

★ $24 - 8 = 16$

★ Compensation respiratoire

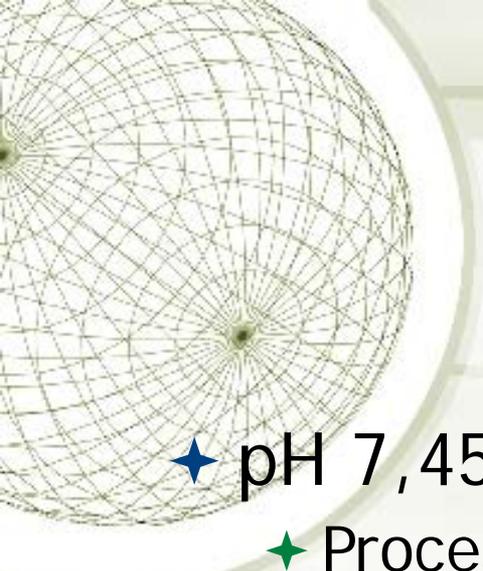
★ $\Delta[HCO_3^-] \times 1,2 \text{ mm Hg / mEq/L}$

★ $16 \times 1,2 = 19 \text{ mm Hg}$

★ $P_{CO_2} \text{ attendue} = 40 - 19 = 21$

★ $P_{CO_2} \text{ mesurée} = 40$

★ Donc, désordre mixte --> acidose métabolique et respiratoire



Exemple #2

★ pH 7,45

P_{CO_2} 20

Bic 13

★ Processus primaire: alkalose respiratoire

★ $P_{CO_2 \text{ normale}} - P_{CO_2 \text{ actuelle}} = \Delta P_{CO_2}$

★ $40 - 20 = 20$

★ Compensation métabolique

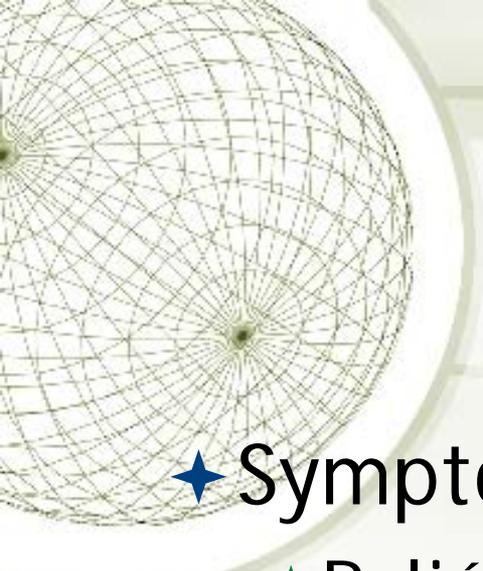
★ $\Delta P_{CO_2} \times 2 \text{ mEq/L} / 10 \text{ mm Hg}$

★ $20 \times 2 / 10 = 4 \text{ mEq/L}$

★ $[HCO_3^-] \text{ attendus} = 24 - 4 = 20$

★ $[HCO_3^-] \text{ mesurés} = 13$

★ Donc, désordre mixte --> alkalose respiratoire et acidose métabolique



Alcalose métabolique

- ★ Symptômes

- ★ Reliés au processus pathophysiologique

- ★ Diagnostique différentiel

- ★ Chlore urinaire

- ★ Traitement



Alcalose métabolique - diagnostique

◆ Pertes d'ions H⁺

◆ Pertes GI

- ◆ Sécrétions gastriques (vomissement ou TNG)
- ◆ Antiacide (+ Kayexalate)
- ◆ Chloridorrhée congénitale

◆ Pertes rénales

- ◆ Diurétiques
- ◆ Excès minéralocorticoïde
- ◆ Post-hypercapnie chronique
- ◆ Faible apport chlore
- ◆ Penicillines
- ◆ Hypercalcémie

◆ Translocation

- ◆ Hypokalémie

◆ HCO₃⁻ exogène

- ◆ Transfusion massive
- ◆ Administration de NaHCO₃
- ◆ Syndrome du lait et des alcalins
- ◆ Hémodialyse au citrate

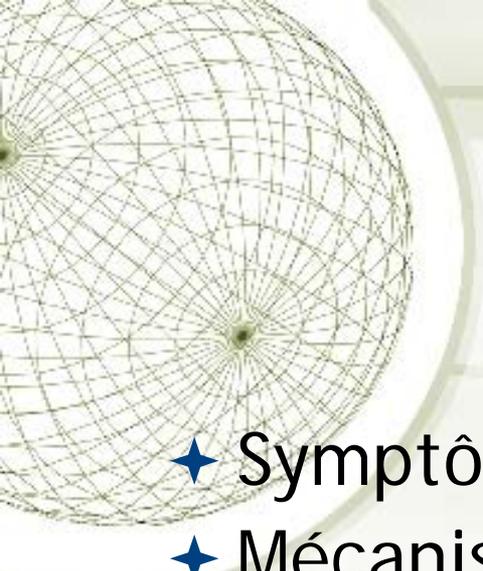
◆ Alcalose de contraction

- ◆ Vomissements avec achlorhydrie
- ◆ Pertes par sudation chez FKP



Alcalose métabolique - traitement

- ★ Traiter cause sous-jacente
 - ◆ P. ex. IPP si drainage TNG abondant
- ★ Traitement « symptomatique »
 - ◆ Alcalose répondant au NaCl
 - ◆ Administration de Cl^- facteur important
 - ◆ Alcalose résistante au NaCl
 - ◆ Etats oedémateux: acetazolamide, HCl
 - ◆ Excès minéralocorticoïdes: chirurgie, amiloride/spironolactone
 - ◆ Hypokaliémie sévère: réplétion K^+
 - ◆ Insuffisance rénale: HCl, dialyse



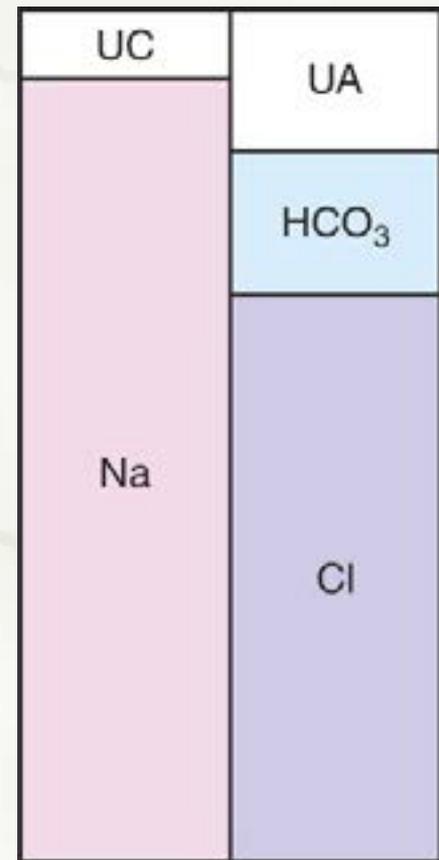
Acidose métabolique

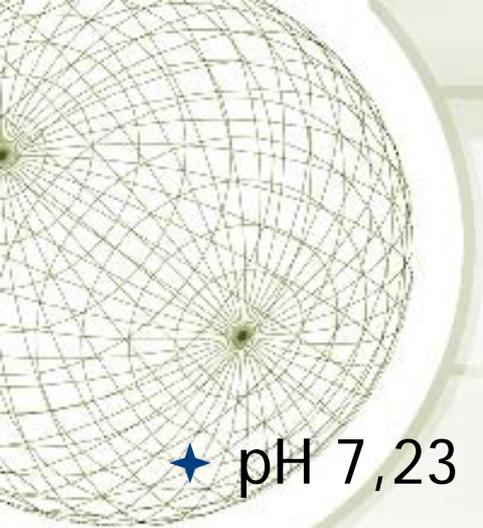
- ★ Symptômes
- ★ Mécanismes
 - ◆ Ajout H^+
 - ◆ Perte HCO_3^-
 - ◆ Inadéquation rénale
- ★ Diagnostique différentiel
 - ◆ Trou anionique (AG)
 - ◆ $\Delta AG / \Delta [HCO_3^-]$
- ★ Traitement

Trou anionique

★ Principe d'électroneutralité

- ★ Anions = cations
- ★ AG = anions non mesurés - cations non mesurés
- ★ Valeur normale: 8 (5 - 11) mEq/L
- ★ Hypoalbuminémie
 - ★ $AG_{\text{corrigé}} = 8 - (2,5 \text{ mEq/L} / 10 \text{ g/L})$





Exemple

★ pH 7,23

★ P_{CO_2} 22

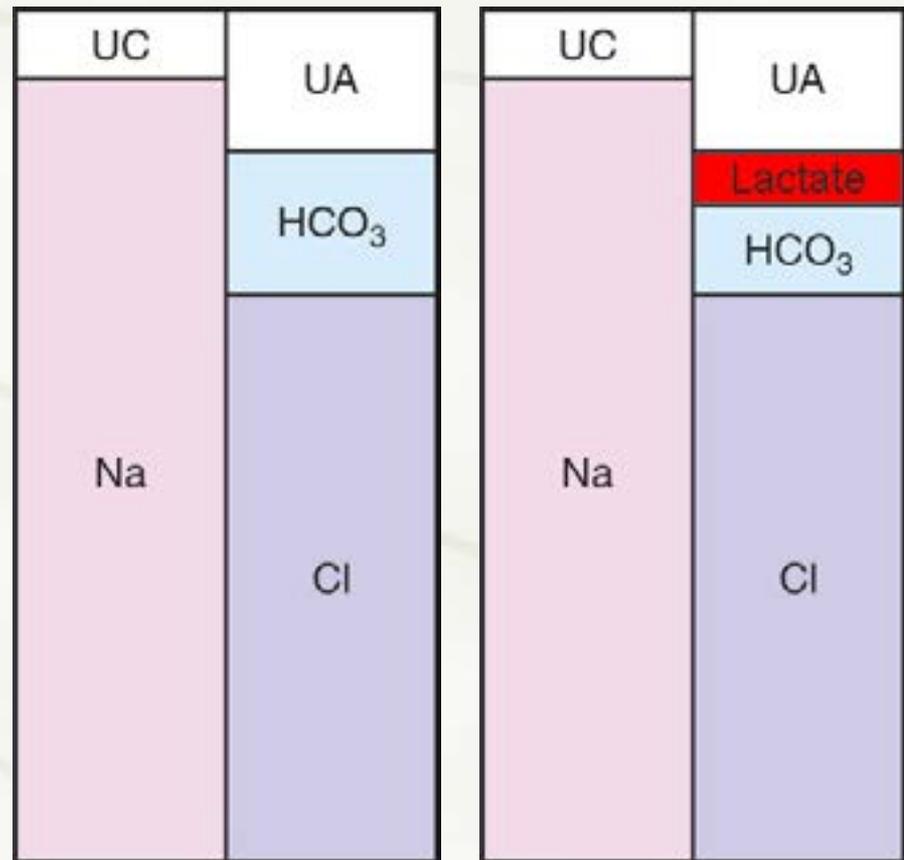
★ HCO_3^- 9

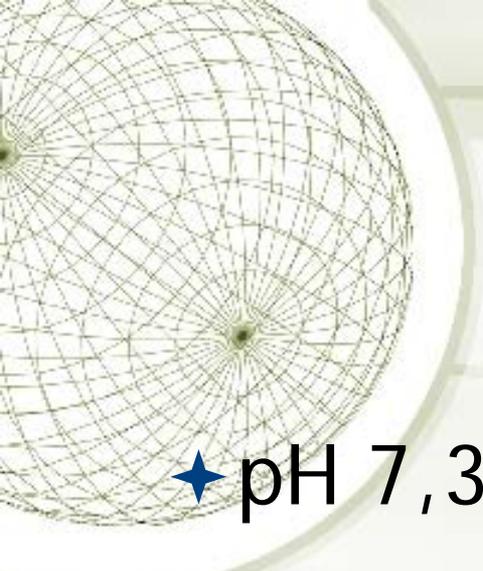
★ Na^+ 140

★ Cl^- 106

★ $AG = [Na^+] - ([HCO_3^-] + [Cl^-])$

★ $AG = 25$





Exemple #1

★ pH 7,38

P_{CO_2} 39

Bic 22

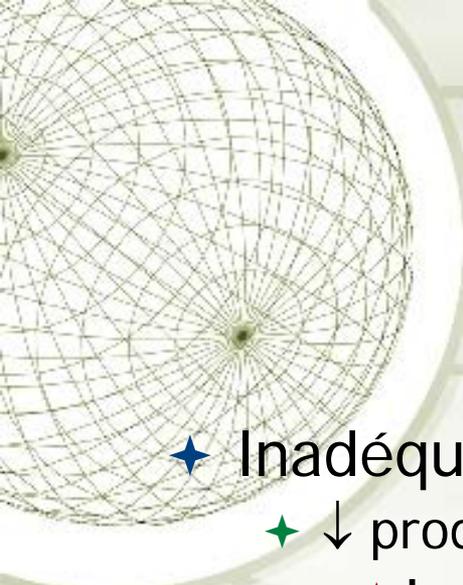
Na^+ 142

Cl^- 95

★ $AG = 142 - (22 + 95)$

★ $AG = 25$

★ Donc, acidose métabolique et alcalose métabolique



Acidose métabolique - diagnostique

◆ Inadéquation rénale

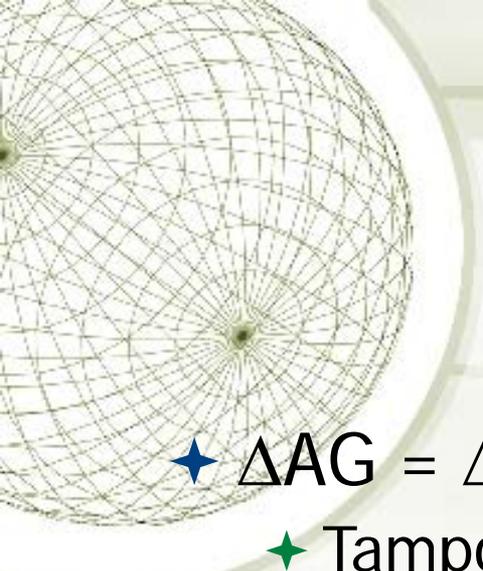
- ◆ ↓ production NH_4^+
 - ◆ Insuffisance rénale
 - ◆ Hypoaldostéronisme
- ◆ ↓ sécrétion H^+
 - ◆ Acidose tubulaire type I

◆ Perte HCO_3^-

- ◆ Pertes GI
 - ◆ Diarrhée
 - ◆ Fistules pancréatiques, biliaires, intestinales
 - ◆ Cholestyramine
- ◆ Pertes rénales
 - ◆ Acidose tubulaire type II

◆ Ajout H^+

- ◆ Méthanol
- ◆ Urémie
- ◆ DKA → Acidocétose (diabétique, alcool, jeûne)
- ◆ Paraldéhyde / propylène glycol / phenformin (metformin)
- ◆ Isoniazide / Iron
- ◆ Lactic acidosis
- ◆ Ethylène glycol
- ◆ Cyanure / CO
- ◆ Aspirine
- ◆ Toluène



$\Delta AG / \Delta HCO_3^-$

- ★ $\Delta AG = \Delta HCO_3^-$ (?)

- ★ Tampons intracellulaires / osseux

 - ★ Tamponnent jusqu'à 50% de l'acide ajouté

- ★ Donc, $\Delta AG = 1 - 2 \times \Delta HCO_3^-$

OU

- ★ $\Delta AG / \Delta HCO_3^- = 1 - 2$

- ★ Si $\Delta AG / \Delta HCO_3^- < 1 \rightarrow$ acidose métabolique double

- ★ Si $\Delta AG / \Delta HCO_3^- > 2 \rightarrow$ acidose et alkalose métabolique

Exemple

★ pH 7,08

p_{CO_2} 33

Bic 9

Na^+ 139

Cl^- 77

★ Etape #1: type d'anomalie

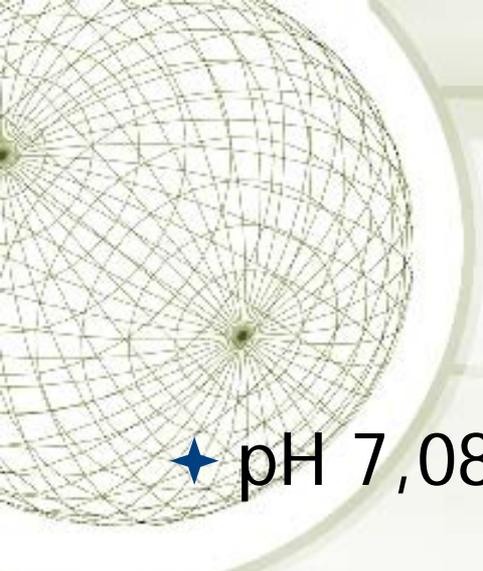
★ acidémie → acidose métabolique

★ Etape #2: compensation

★ $\Delta P_{\text{CO}_2} = \Delta \text{HCO}_3^- \times 1,2 \text{ mm Hg} / \text{mEq/L}$

★ $\Delta P_{\text{CO}_2} = (24 - 9) \times 1,2 = 22$

★ $33 \text{ mm Hg} > 18 \text{ (prévu)} \rightarrow \text{acidose respiratoire}$



★ pH 7,08

p_{CO_2} 33

Bic 9

Na^+ 139

Cl^- 77

★ Etape #3: présence d'un trou anionique

★ $\text{AG} = 139 - (77 + 9) = 53$

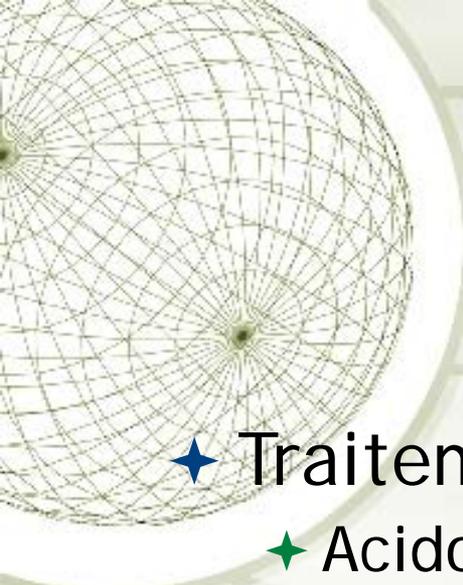
★ $53 \geq 25 \rightarrow$ acidose métabolique à AG augmenté

★ Etape #4: ? désordre métabolique mixte

★ $\Delta\text{AG} / \Delta\text{HCO}_3^- = (53 - 8) / (24 - 9) = 3$

★ $\Delta\text{AG} / \Delta\text{HCO}_3^- > 2 \rightarrow$ alcalose métabolique

★ Donc, désordre **triple**



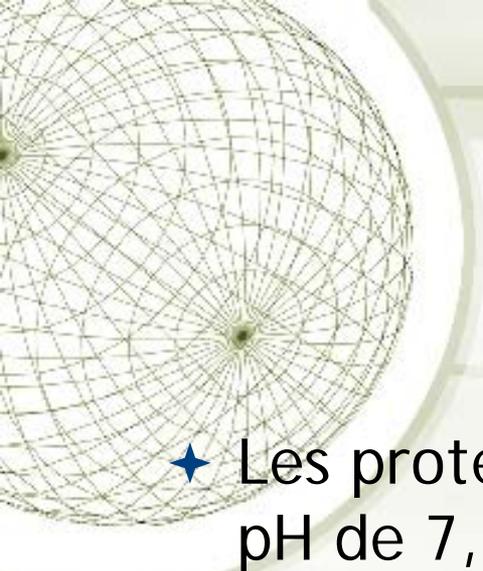
Traitement acidose métabolique

- ★ Traitements spécifiques

- ◆ Acidocétose diabétique: insuline
- ◆ Intoxication méthanol: fomépizole / éthanol

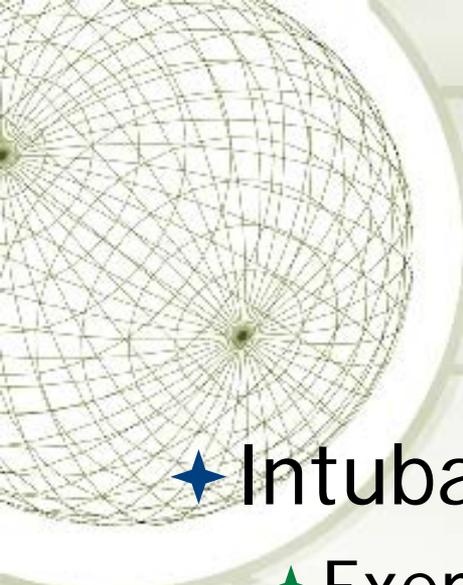
- ★ Traitement support

- ◆ Acidémie néfaste??
- ◆ Quand traiter?
 - ◆ $\text{pH} < 7,1 - 7,2$
- ◆ Correction acidémie
 - ◆ NaHCO_3
 - ◆ Carbicarb
 - ◆ THAM



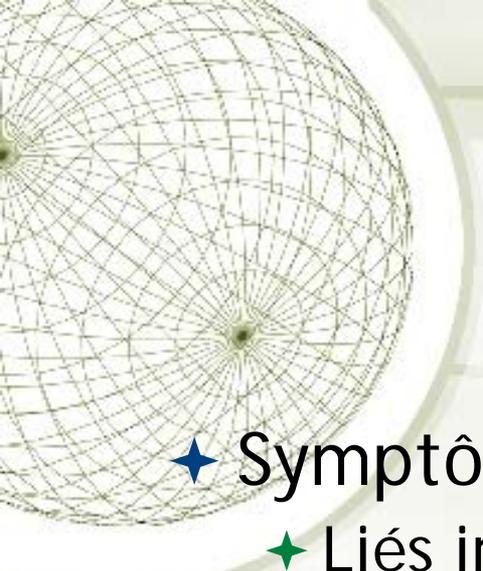
Conséquence acidémie

- ✦ Les protéines fonctionnent de façon optimales à un pH de 7,4
 - ✦ Protéines sont intracellulaires ? relation avec pH sanguin
- ✦ Cardiaque
 - ✦ Diminution de la contractilité
 - ✦ Augmentation activité système sympathique
 - ✦ Diminution de la réactivité aux catécholamines
- ✦ Respiratoire



ATTENTION

- ★ Intubation pt acidose métabolique
 - ★ Exemple acidocétose diabétique (Bic 6)
 - ★ Si $p\text{CO}_2$ 15 re: hyperventilation, pH 7,22
 - ★ Si $p\text{CO}_2$ 40 re: intubation, pH 6,80
 - ★ Mortel dans les cas d'intoxications tricycliques



Alcalose respiratoire

★ Symptômes

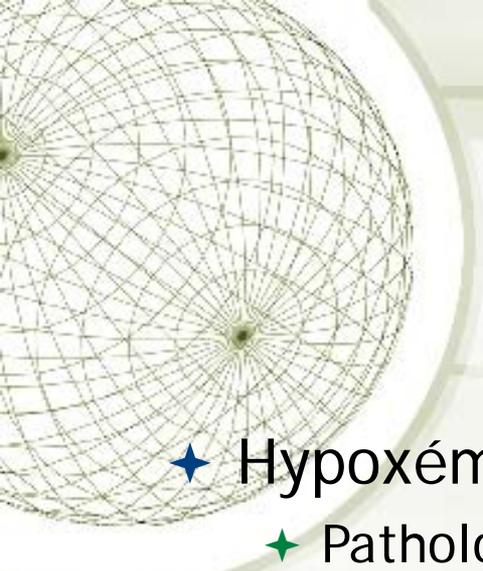
★ Liés irritabilité SNC / SNP

- ★ Altération de l'état de conscience
- ★ Paresthésies
- ★ Crampes
- ★ Signe de Trousseau
- ★ Syncope
- ★ Arythmies

★ Diagnostique différentiel

★ Traitement

- ★ Sac de papier brun



Alcalose respiratoire- diagnostique

★ Hypoxémie

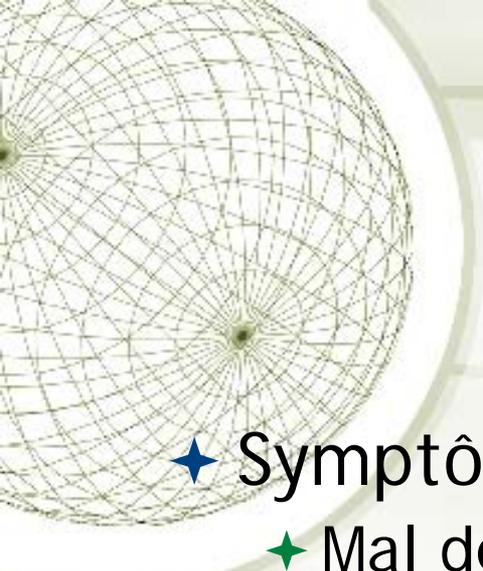
- ★ Pathologie pulmonaire (embolie pulmonaire, pneumonie, fibrose interstielle)
- ★ Bas débit
- ★ Shunt
- ★ FiO_2 basse

★ Pathologie pulmonaire

★ Iatrogène

★ Stimulation centre respiratoire

- ★ Psychogénique / volontaire
- ★ Insuffisance hépatique
- ★ Sepsis
- ★ Intoxication aspirine
- ★ Grossesse (progestérone)
- ★ Neurologique (AVC, tumeurs)
- ★ Post-acidose métabolique



Acidose respiratoire

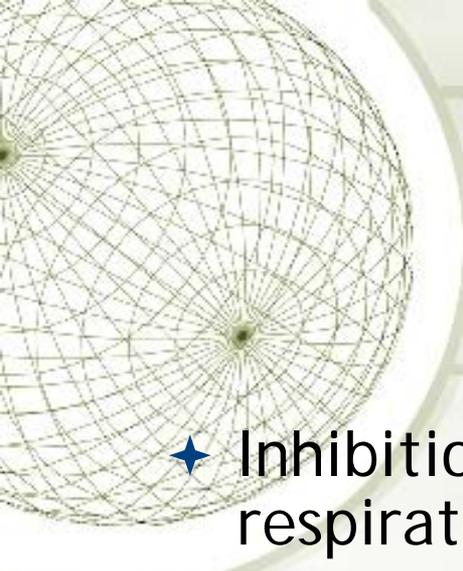
- ★ Symptômes

- ✦ Mal de tête
- ✦ Vision embrouillée
- ✦ Anxiété
- ✦ Astérisis
- ✦ Delirium
- ✦ Somnolence

- ★ Diagnostique différentiel

- ★ Traitement

- ✦ Ventilation mécanique
- ✦ NaHCO_3 / THAM



Acidose respiratoire - diagnostique

◆ Inhibition centre respiratoire

- ◆ Médicamenteux: opiacés
- ◆ Oxygène dans hypercapnie chronique
- ◆ Apnée du sommeil centrale
- ◆ Syndrome de Pickwick

◆ Pathologies musculo- squelettique

- ◆ Myopathie
- ◆ Polyneuropathie
- ◆ Kyphoscoliose
- ◆ Obésité

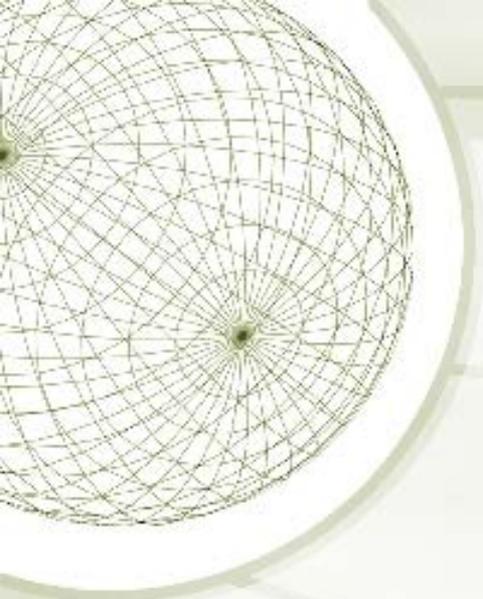
◆ Obstruction voies respiratoires

- ◆ Corps étranger
- ◆ Apnée du sommeil obstructive
- ◆ Laryngospasme

◆ Pathologie pulmonaire

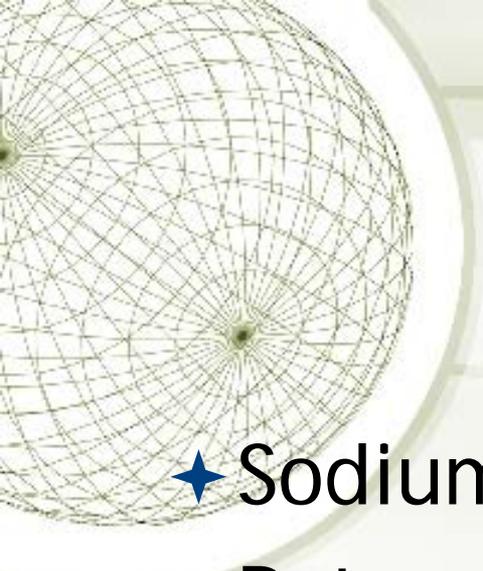
- ◆ ARDS
- ◆ Oedème aiguë du poumon
- ◆ Pneumonie
- ◆ Asthme
- ◆ MPOC

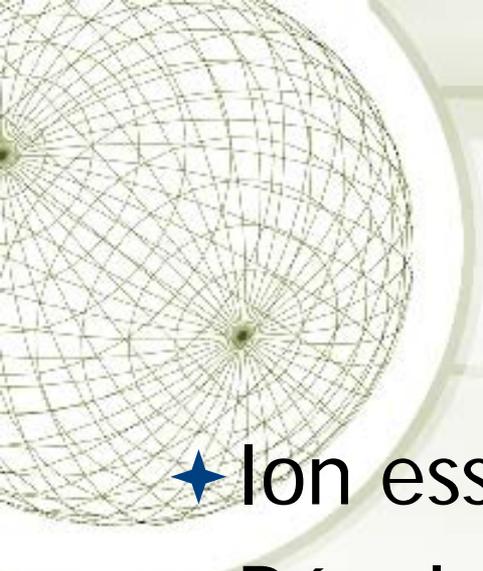
◆ Iatrogène



PAUSE SANTÉ

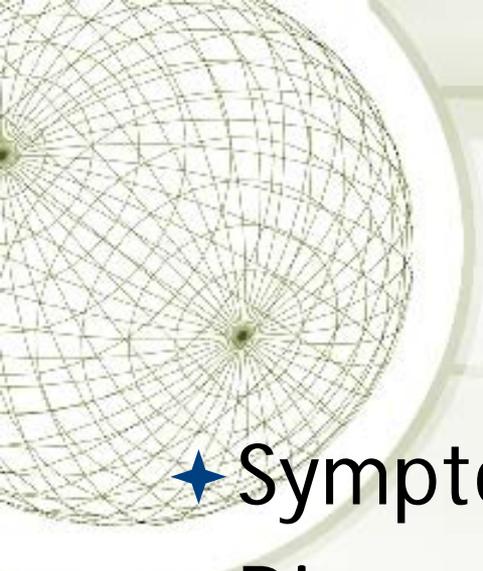
Électrolytes

- 
- ★ Sodium
 - ★ Potassium
 - ★ Calcium



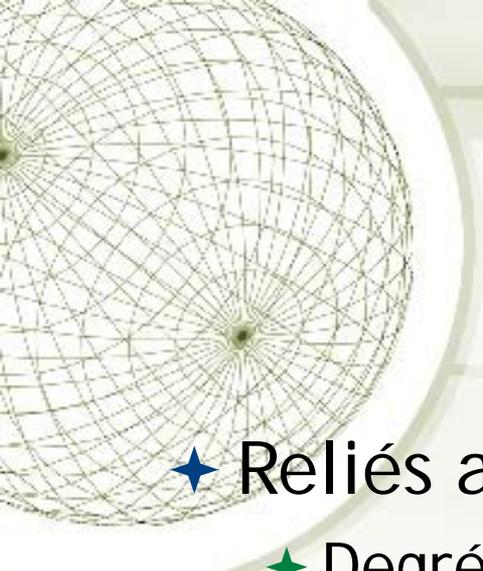
Sodium

- ★ Ion essentiellement extracellulaire
- ★ Régulation du sodium passe par la régulation de l'eau
 - ★ Excès d'eau → hyponatrémie
 - ★ Déficit en eau → hypernatrémie
 - ★ Excès de sodium → oedème
 - ★ Déficit en sodium → hypovolémie



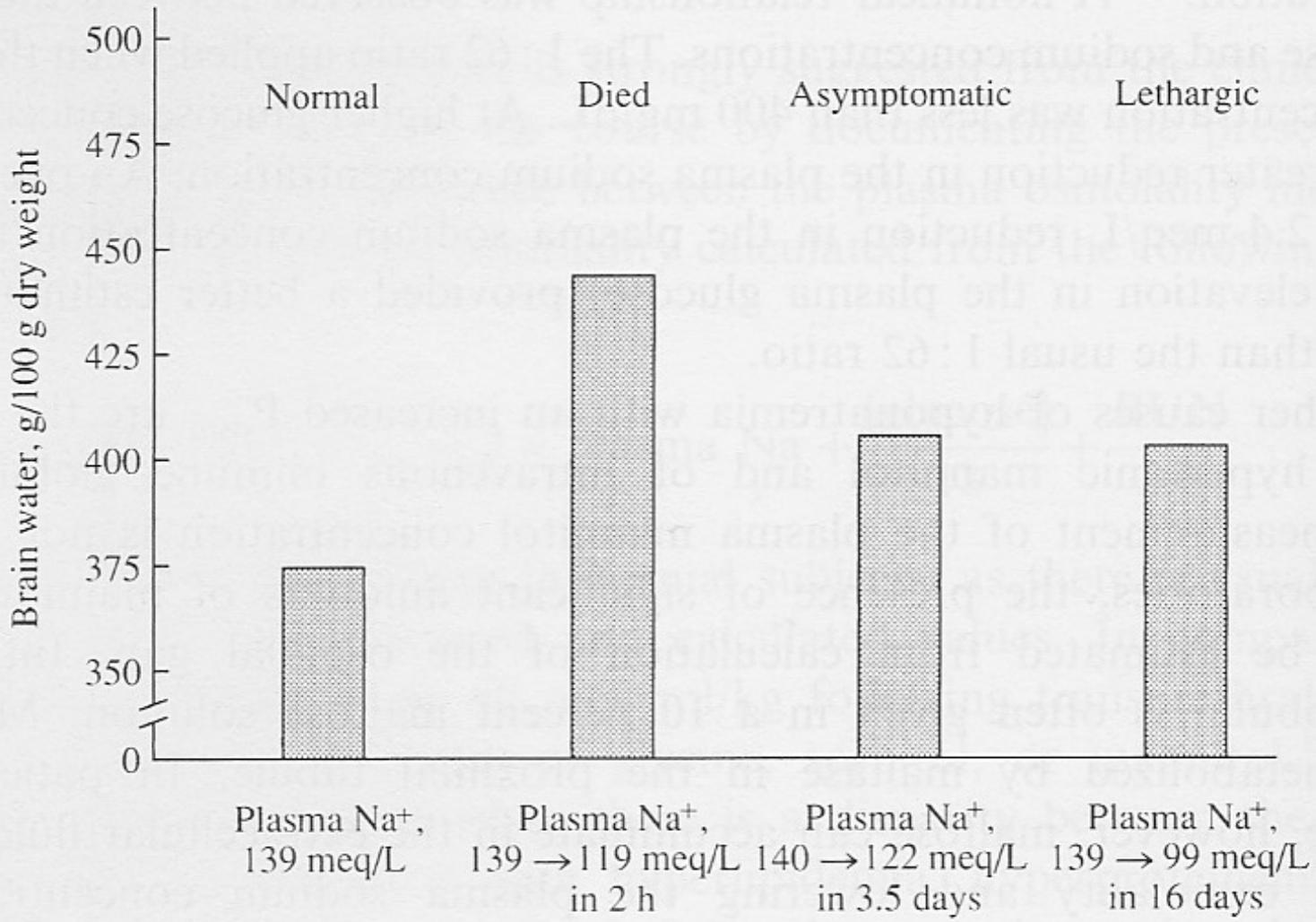
Hyponatrémie

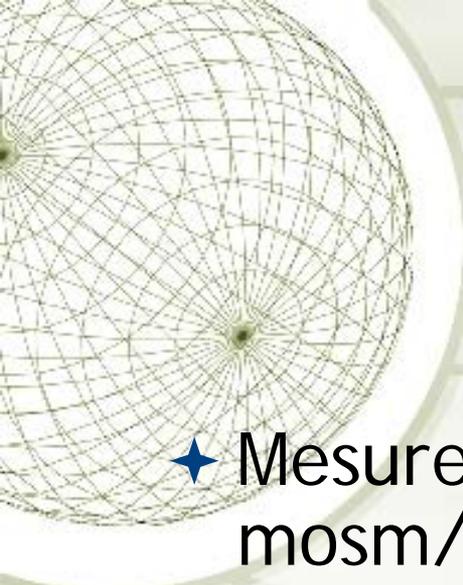
- ★ Symptômes
- ★ Diagnostique différentiel
- ★ Traitement



HypoNa⁺ - symptômes

- ★ Reliés au développement d'oedème cérébral
 - ★ Degré de l'hyponatrémie
 - Tableau d'encéphalopathie métabolique
 - ★ 120 - 125: nausées, malaises
 - ★ 115 - 120: céphalées, altération de l'état de conscience
 - ★ 110 - 115: convulsion, coma
 - ★ Rapidité du changement
 - ★ Aigu: 1 - 2 jours
 - ★ Chronique





HypoNa⁺ - diagnostique

- ★ Mesure de l'osmolarité sérique (n: 280 - 290 mosm/kg)

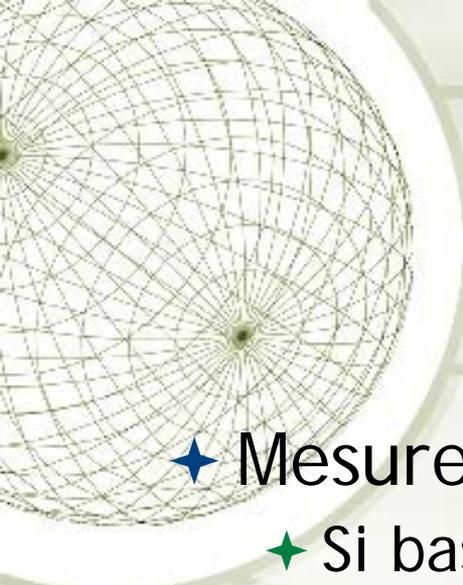
- ★ Hyponatrémie hypoosmolaire: hyponatrémie vraie

- ★ Hyponatrémie isoosmolaire: pseudohyponatrémie, glycine

- ★ Hyponatrémie hyperosmolaire: hyponatrémie "dilutionnelle" secondaire à la présence osmole supplémentaire (hyperglycémie, mannitol, maltose, ...)

- ★ Calcul du trou osmolaire

- ★ $TO = Osm_{mes} - (2 \times [Na^+] + [urée] + [glucose])$



HypoNa⁺ - diagnostique

- ★ Mesure de l'osmolarité urinaire

- ★ Si basse de façon appropriée (< 100 mosm/kg)

- ★ Polydipsie

- ★ Réajustement des osmostats (grossesse, malnutrition chronique, quadraplégie)

- ★ Si élevée de façon inappropriée (> 100 mosm/kg)

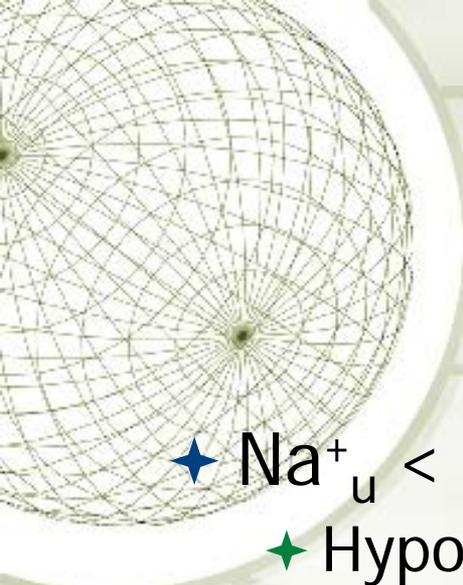
- ★ Na⁺_u < 20 mEq/L

- ★ Sécrétion appropriée d'ADH reflétant le plus souvent une baisse du volume circulant efficace

- ★ Na⁺_u > 20 mEq/L

- ★ Sécrétion inappropriée d'ADH

- ★ Incapacité du rein de diluer maximale l'urine



HypoNa⁺ - diagnostique

★ Na⁺_u < 20 mEq/L

◆ Hypovolémie

- ◆ Pertes gastrointestinales
- ◆ Pertes cutanées
- ◆ Post-diurétiques

◆ Hypervolémie

- ◆ Insuffisance cardiaque
- ◆ Cirrhose hépatique
- ◆ Syndrome néphrotique

★ Na⁺_u > 20 mEq/L

◆ SIADH

- ◆ Pneumonie
- ◆ Néo pulmonaire à petites cellules
- ◆ Pathologie neuropsychiatrique
- ◆ Période post-opératoire

◆ Insuffisance surrénalienne

◆ Diurétiques

- ◆ Thiazides

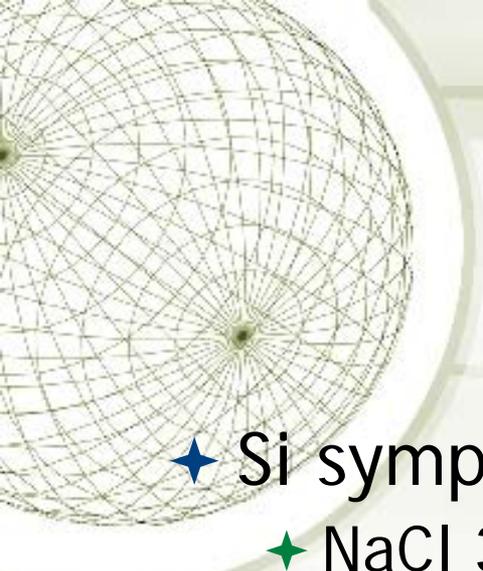
◆ Diurèse osmotique

◆ Insuffisance rénale



HypoNa⁺ - traitement

- ★ Danger de myélinolyse centropontique
- ★ NE JAMAIS
 - ★ Corriger le Na⁺ de plus de 2 mEq/L/h
 - ★ Augmenter le Na⁺ de > 12 mEq/L/j
 - ★ Augmenter le Na⁺ à 140 mEq/L durant les 2 premiers jours de traitement



HypoNa⁺ - traitement

- ★ Si symptômes sévères

- ★ NaCl 3%

- ★ Vitesse de correction

- ★ Si hypoNa⁺ aiguë

- ★ 1,5 - 2 mEq/L/h au cours des 3 - 4 premières heures

- ★ 1 mEq/L/h ad atteinte augmentation 12 mEq/L par rapport à la valeur **initiale**

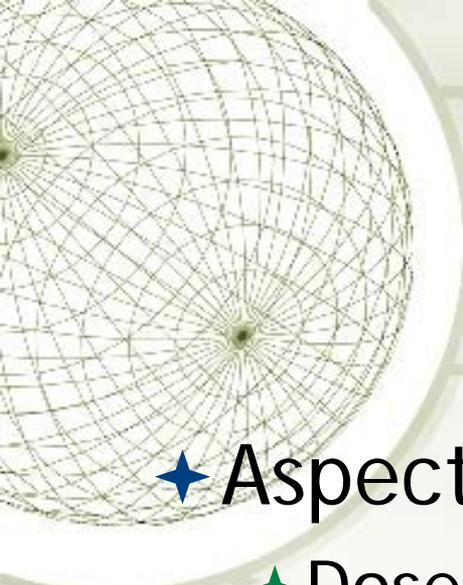
- ★ Si hypoNa⁺ chronique

- ★ 1 mEq/L/h ad atteinte augmentation 12 mEq/L

- ★ Si asymptomatique

- ★ Selon l'étiologie: NaCl 0,9%, restriction hydrique, diurétiques, tablettes de sel, tolvaptan

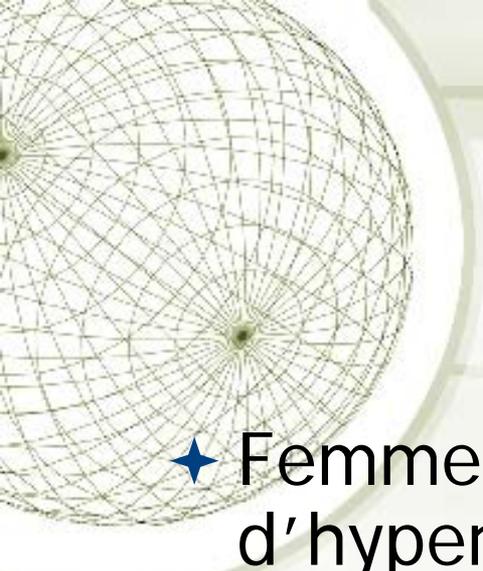
- ★ 12 mEq/L/j maximum



HypoNa⁺ - traitement

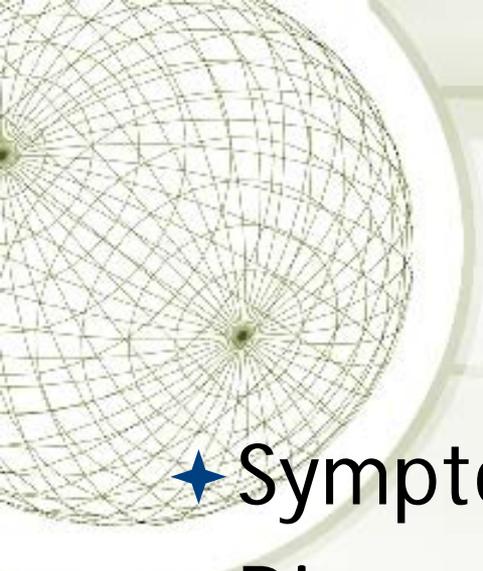
★ Aspects pratiques

- ★ Dose Na⁺ = déficit Na⁺ x volume distribution
 - ★ Le volume de distribution du sodium est l'eau totale
 - ★ H₂O totale = 0,4 - 0,6 x poids maigre (kg)
- ★ NaCl 3%: 513 mEq/L



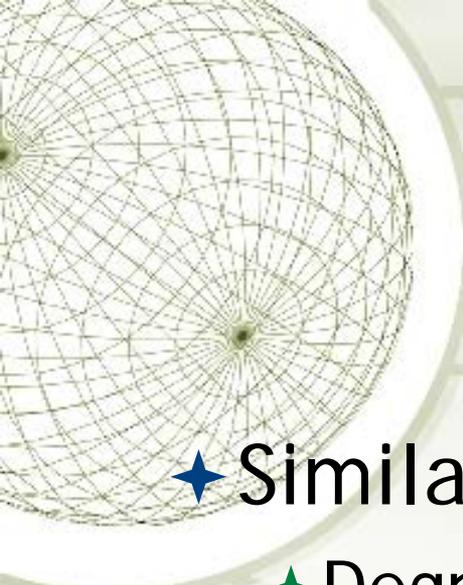
HypoNa⁺ - traitement

- ★ Femme de 42 ans avec nouveau diagnostic d'hypertension. HCTZ débuté. Se présente 5 jours plus tard avec épisode convulsif. Na⁺ 108 mEq/L.
 - ★ Quantité Na⁺ = déficit Na⁺ x H₂O totale
 - ★ Quantité Na⁺ = (1 mEq/L x 12h) x (0,5 x 60 kg)
 - ★ Quantité Na⁺ = 360 mEq
 - ★ Quantité NaCl 3% = 360 mEq x 1000 mL / 513 mEq
 - ★ Quantité NaCl 3% = 700 mL
 - ★ Vitesse de perfusion = 700 mL / 12 h
 - ★ Vitesse de perfusion = 60 cc/h



Hypernatrémie

- ★ Symptômes
- ★ Diagnostique différentiel
- ★ Traitement



HyperNa⁺ - symptômes

- ★ Similaire à l'hyponatrémie

- ★ Degré de l'hypernatrémie

 - ★ Faiblesse, altération de l'état de conscience

 - ★ Convulsion, coma

 - ★ Hémorragie intracrânienne

- ★ Rapidité du changement



HyperNa⁺ - diagnostique

◆ Perte d'eau

- ◆ Pertes cutanées
- ◆ Diarrhées osmotiques
- ◆ Translocation
- ◆ Pertes rénales
 - ◆ Diabète insipide néphrogénique/ central
 - ◆ Diurèse osmotique
- ◆ Dysfonction hypothalamique
 - ◆ Hypodipsie
 - ◆ Réajustement des osmostats (hyperaldostéronisme primaire)

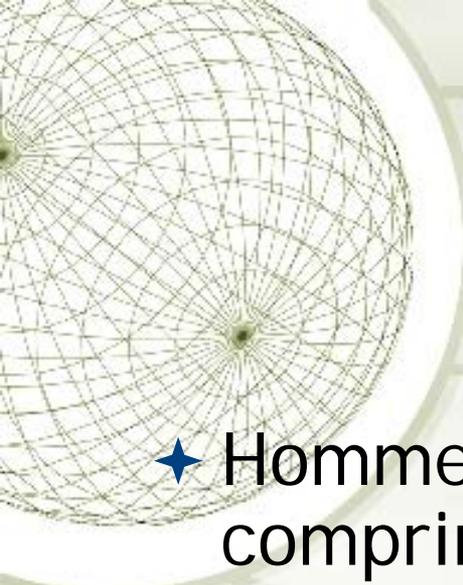
◆ Ajout de sel

- ◆ Iatrogène
 - ◆ NaCl 3%
 - ◆ NaHCO₃
- ◆ Ingestion NaCl



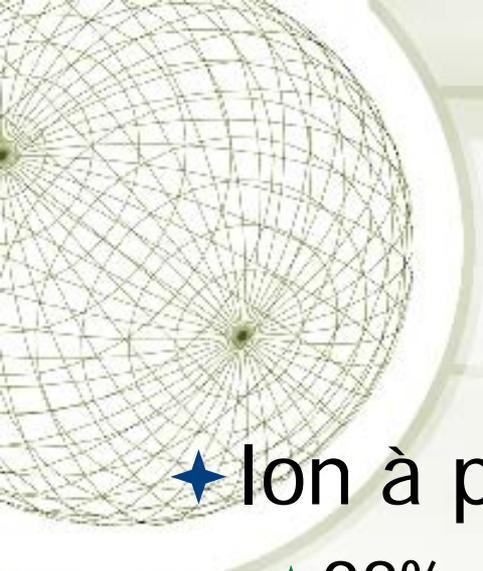
HyperNa⁺ - traitement

- ★ Danger d'oedème cérébral
- ★ Si hypovolémie associée
 - ★ NaCl 0,25%
 - Sinon
 - ★ D₅W
- ★ La vitesse de correction ne doit pas dépasser 0,5 mEq/L/h
- ★ Quantité H₂O = H₂O totale x $\left(\frac{[Na^+]}{140} - 1\right)$



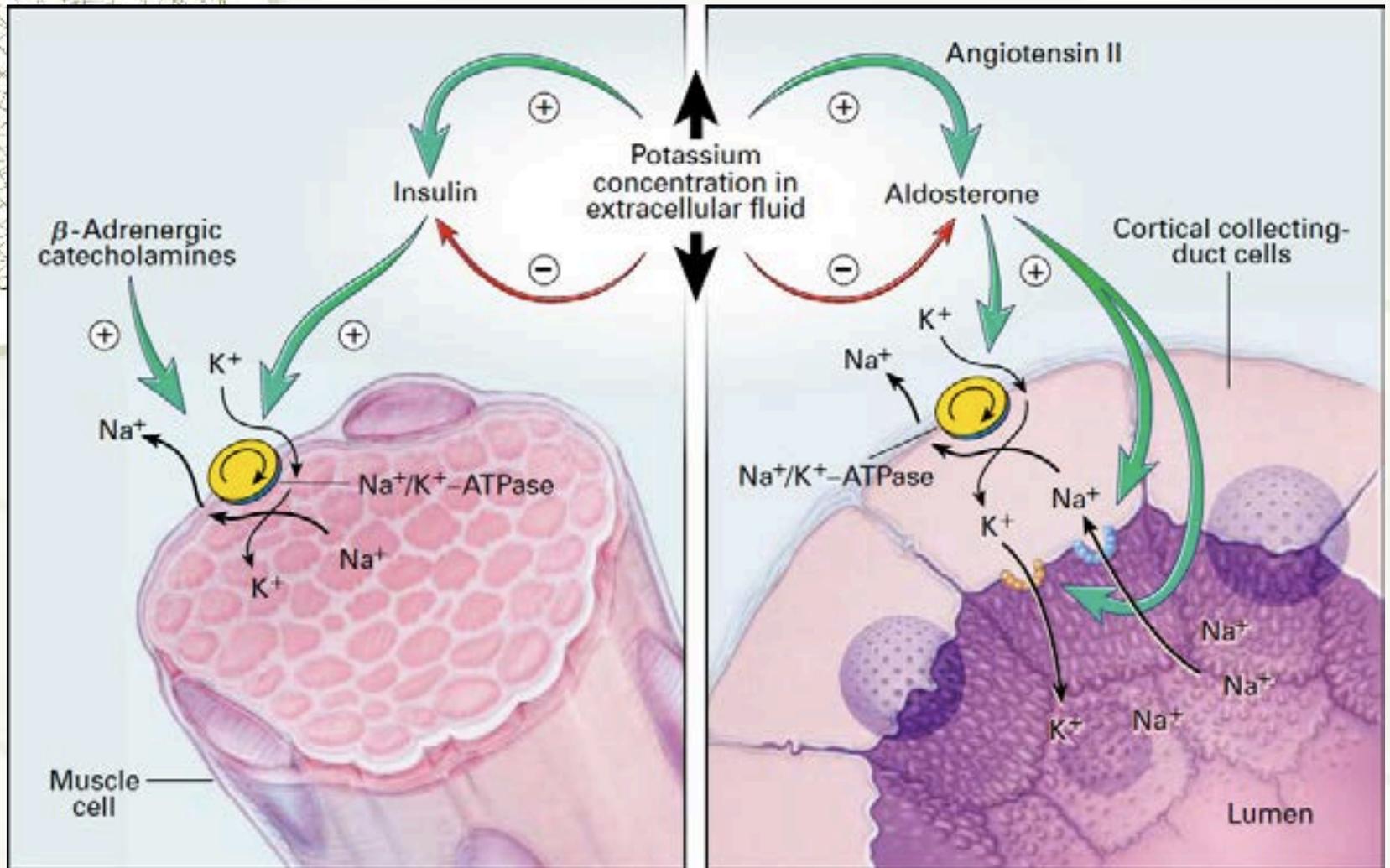
HyperNa⁺ - traitement

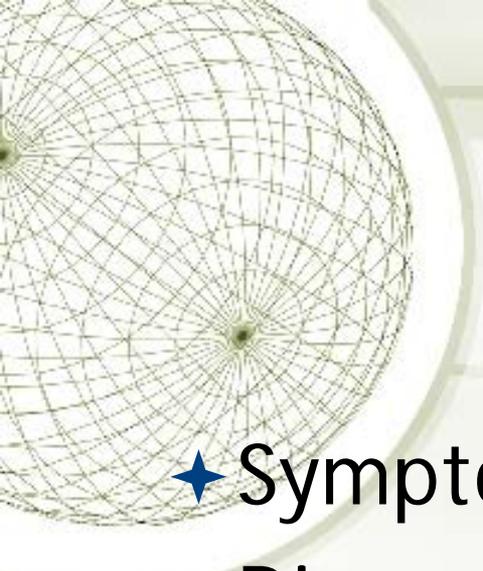
- ★ Homme de 19 ans avec adénome pituitaire comprimant neurohypophyse. Na⁺ 180
 - ★ Quantité H₂O = H₂O totale x (([Na⁺] / 140) - 1)
 - ★ Quantité H₂O = 0,5 x 80 kg x ((180/140) - 1)
 - ★ Quantité H₂O = 11,4 L
 - ★ Vitesse de perfusion = 11,4 L / (Δ[Na⁺] / 0,5 mEq/L/h)
 - ★ Vitesse de perfusion = 11,4L / (40 mEq/L / 0,5 mEq/L/h)
 - ★ Vitesse de perfusion = 143 cc/h



Potassium

- ★ Ion à prédominance intracellulaire
 - ★ 98% des 4000 mmol
- ★ Mécanismes de régulation
 - ★ Translocation intracellulaire
 - ★ Tractus gastrointestinal
 - ★ Régulation rénale





Hypokaliémie

- ★ Symptômes
- ★ Diagnostique différentiel
- ★ Traitement



Hypok⁺ - symptômes

- ★ Selon degré d'hypokaliémie

- ★ Musculaire

- ★ Faiblesse membres inférieurs
- ★ Arrêt respiratoire
- ★ Iléus

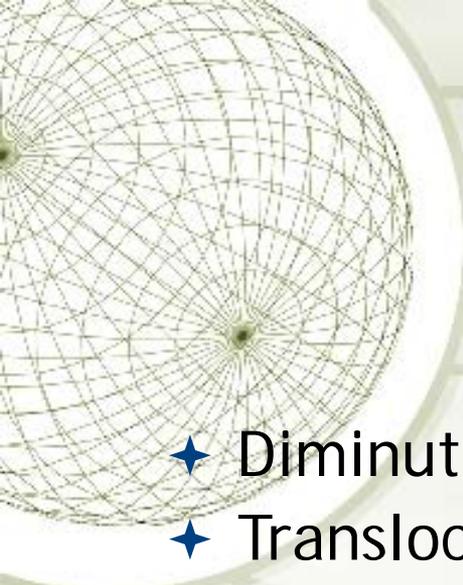
- ★ Cardiaque

- ★ Dépression ST
- ★ Baisse amplitude onde T
- ★ Onde U
- ★ Irritabilité / bloc AV

- ★ Rhabdomyolyse

- ★ Dysfonction rénale

- ★ Diabète insipide néphrogénique



HypoK⁺ - diagnostique

- ◆ Diminution apports
- ◆ Translocation
 - ◆ Alcalose métabolique
 - ◆ Insuline
 - ◆ β-agonistes
 - ◆ Asthme
 - ◆ Tocolyse
 - ◆ Paralysie périodique hypokaliémique
 - ◆ Erythropoïèse
 - ◆ Hypothermie
 - ◆ Intoxication
 - ◆ Barium
 - ◆ Chloroquine
- ◆ Pertes rénales
 - ◆ Diurétiques
 - ◆ Hypomagnésémie
 - ◆ Amphotéricine B
 - ◆ Excès minéralocorticoïdes
 - ◆ Néphropathies "salt-losing"
- ◆ Pertes gastrointestinales
 - ◆ Vomissement / TNG
 - ◆ Diarrhée
- ◆ Pertes cutanées
 - ◆ FKP
 - ◆ Tropiques
- ◆ Dialyse / plasmaphérèse



HypoK⁺ - traitement

- ★ Vérifier magnésium

- ★ MgSO₄ 5g / 250 cc NS sur 5h

- ★ Si K⁺ < 3 mEq/L, déficit de 200 - 400 mEq présent

- ★ Si K⁺ > 3

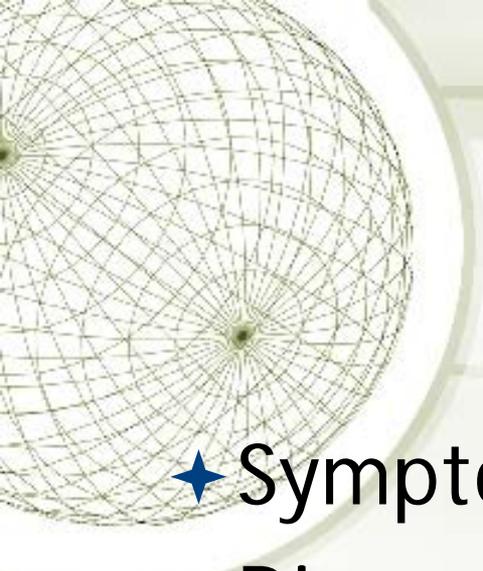
- ★ KCl 10 - 20 mEq PO BID - QID

- ★ Si K⁺ < 3

- ★ KCl 40 - 60 mEq PO TID - QID

- ★ Si symptômes sévères

- ★ KCl 20 mEq / 100 cc NS sur 1h ad résolution des symptômes



Hyperkaliémie

- ★ Symptômes
- ★ Diagnostique
- ★ Traitement



HyperK⁺ - symptômes

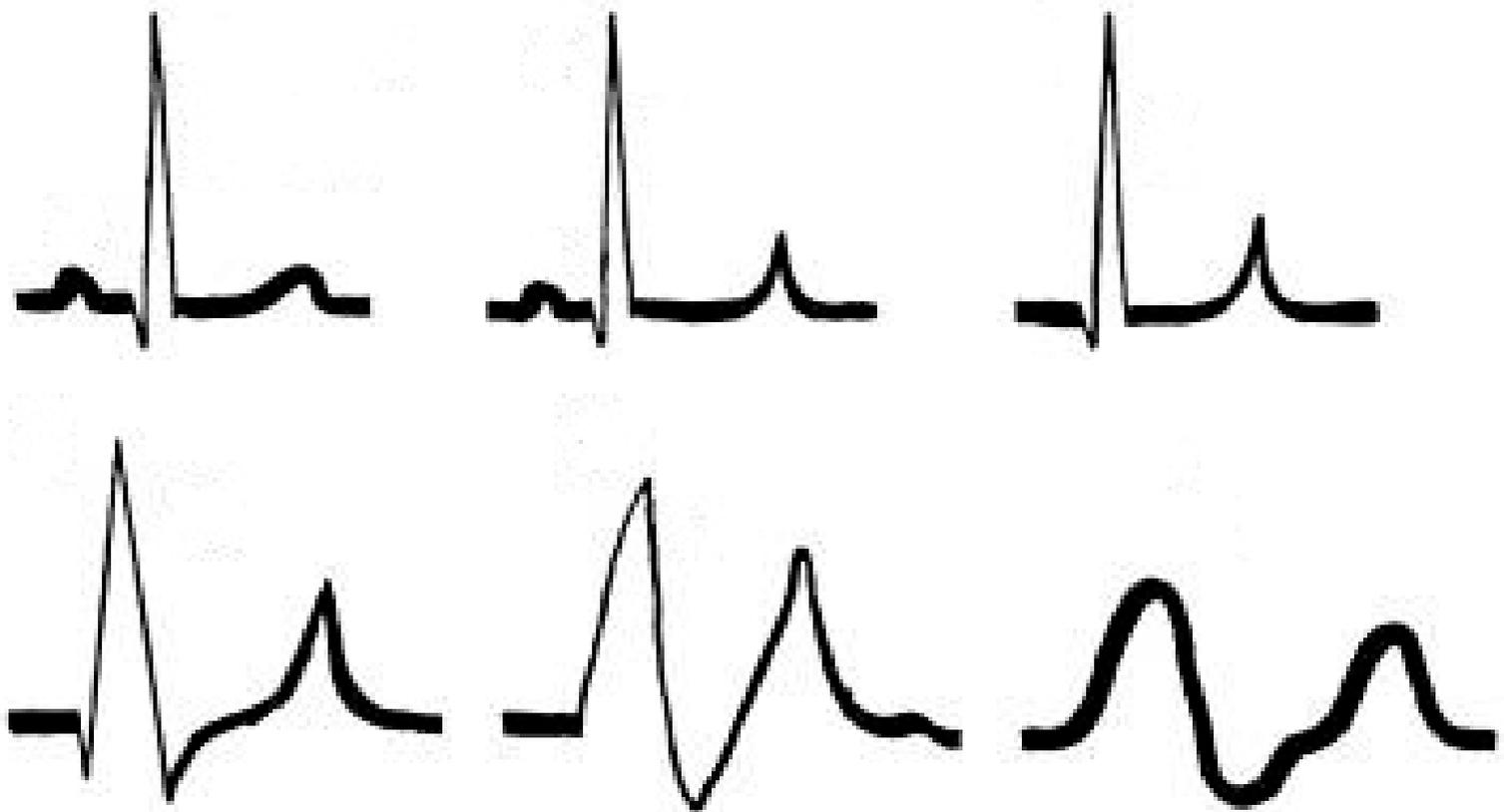
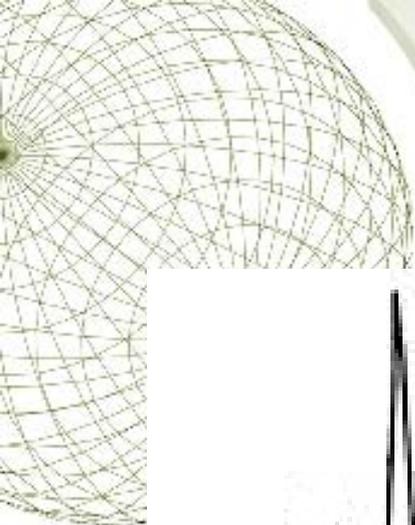
- ★ Selon degré d'hyperkaliémie

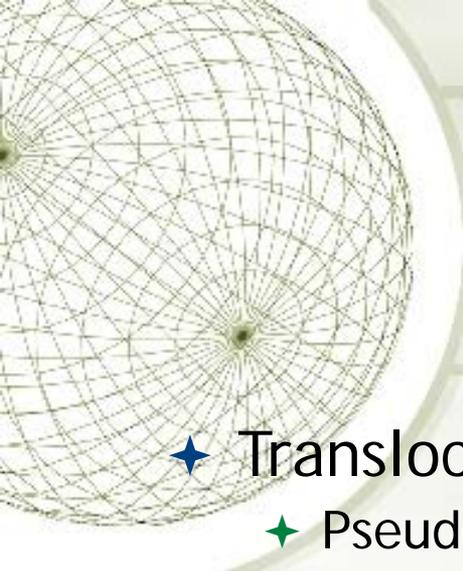
- ★ Musculaire

- ★ Faiblesse membres inférieurs
- ★ Paralysie flasque

- ★ Cardiaque

- ★ Bloc AV 1^{er} degré
- ★ Ondes P petites ou absentes
- ★ Ondes T proéminentes
- ★ Élargissement QRS
- ★ Dépression ST +/- fusion avec onde T
- ★ Tachycardie ventriculaire
- ★ Bradycardie
- ★ Arrêt





HyperK⁺ - diagnostique

◆ Translocation

- ◆ Pseudohyperkaliémie
- ◆ Acidose métabolique
- ◆ Déficience en insuline
- ◆ Hyperosmolarité
- ◆ Catabolisme cellulaire
 - ◆ Lyse tumorale
 - ◆ Rhabdomyolyse
- ◆ Exercice
- ◆ Paralysie périodique hyperkaliémique
- ◆ Succinylcholine
- ◆ Digoxine

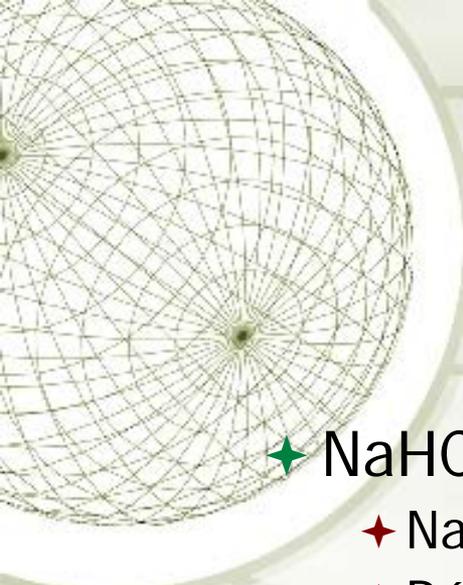
◆ Rétention rénale

- ◆ Hypoaldostéronisme
 - ◆ ↓ rénine/aldostérone
 - ◆ IECA, AINS, CsA
 - ◆ Néphropathie diabétique
 - ◆ Primaire
 - ◆ Antagoniste
 - ◆ Spironolactone
- ◆ Insuffisance rénale
- ◆ Baisse volume circulant efficace
- ◆ Acidose tubulaire type I



HyperK⁺ - traitement

- ★ Si manifestations cardiaques sévères
 - ◆ CaCl₂ 10%, 10 mL sur 2 - 3 minutes
 - ◆ CaGluconate 10%, 10 mL sur 2 - 3 minutes
- ★ Cesser les apports
- ★ Favoriser translocation intracellulaire
 - ◆ Insuline
 - ◆ Humulin R 10u avec D₅₀W 50 mL sur 15 minutes
 - ◆ Début d'action 15 min, pic 60 min, durée quelques heures
 - ◆ Baisse K⁺ de 0,5 - 1,5 mEq/L



HyperK⁺ - traitement

✦ NaHCO₃

- ✦ NaHCO₃ 50 mEq sur 5 minutes
- ✦ Début d'action 15 - 30 min, durée quelques heures
- ✦ Baisse K⁺ de 0,5 mEq/L

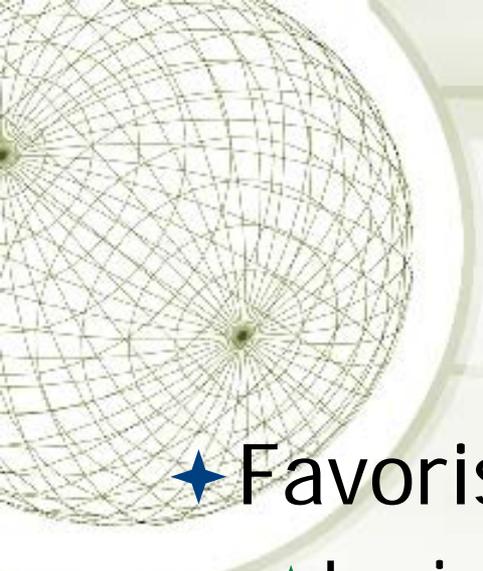
✦ β-agonistes

- ✦ Salbutamol 5 mg nébulisé
- ✦ Début d'action 30 min
- ✦ Baisse K⁺ de 0,5 - 1,5 mEq/L

✦ Favoriser pertes gastrointestinales

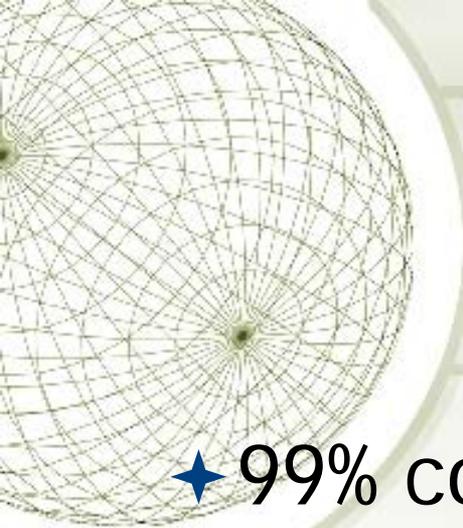
✦ Kayexalate

- ✦ Kayexalate 15 - 30g dans sorbitol PO
- ✦ Kayexalate 50g dans l'eau PR (retenir 2 - 4h)
- ✦ Début d'action 1 - 3 h, pic 6 heures



HyperK⁺ - traitement

- ★ Favoriser pertes rénales
 - ★ Lasix
- ★ Dialyse



Calcium

- ★ 99% complexé dans les os
- ★ Au niveau sanguin, lié à l'albumine
 - ★ Forme active est la forme libre (ionisée)
 - ★ $Ca^{++}_{(t, calc)} = [Ca^{++}] + 0,02 \times (40 - [albumine])$



HypoCa⁺⁺ - symptômes

- ★ Selon degré d'hypocalcémie

- ★ Liés à l'irritabilité neuromusculaire

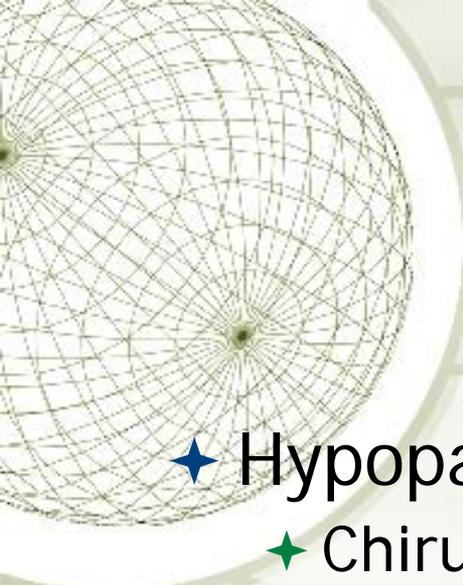
- ✦ Paresthésies
- ✦ Crampes musculaires
- ✦ Laryngospasme
- ✦ Convulsions

- ★ Cardiovasculaire

- ✦ Hypotension
- ✦ Insuffisance cardiaque

- ★ Psychiatrique

- ✦ Altération état de conscience, anxiété, psychose



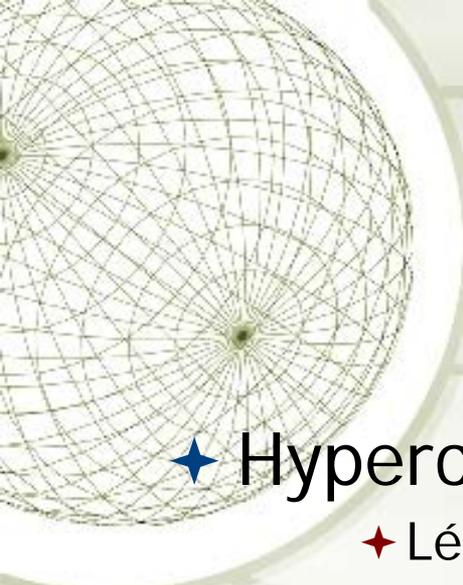
HypoCa⁺⁺ - diagnostique

- ★ Hypoparathyroidisme
 - ◆ Chirurgie
 - ◆ Autoimmunitaire
- ★ Déficience en vitamine D
- ★ Calcifications extravasculaires
 - ◆ Hyperphosphatémie
 - ◆ Pancréatite aiguë
- ★ Hypomagnésémie
- ★ Transfusion massive
- ★ Biphosphonates



HypoCa⁺⁺ - traitement

- ★ Traitement intraveineux si hypocalcémie symptomatique ou si niveau < 1,9 mmol/L
 - ★ CaCl₂ ou CaGluconate 10% 10 mL sur 10 min
 - ★ CaGluconate 100 mL / 1000 cc D₅W à 50 cc/h



HyperCa⁺⁺ - symptômes

★ Hypercalcémie

- ★ Légère: 2,6 - 3 mmol/L
- ★ Modérée: 3 - 3,5 mmol/L
- ★ Sévère: > 3,5 mmol/L

★ Symptômes

★ Neurologiques

- ★ Altération état de conscience, anxiété, dépression

★ Musculosquelettiques

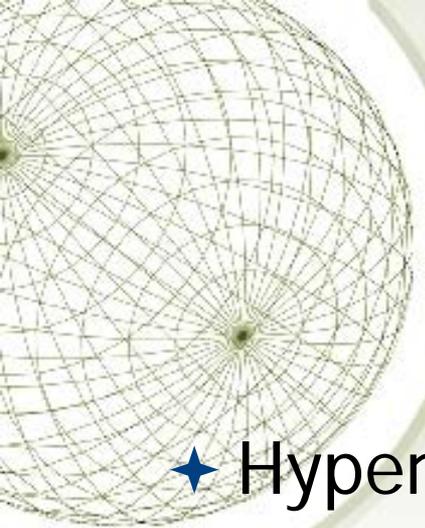
- ★ Faiblesse, douleurs osseuses

★ Gastrointestinaux

- ★ Nausées/vomissement, constipation

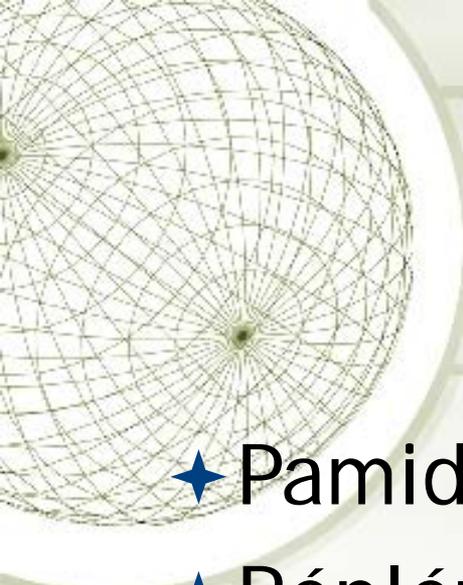
★ Rénaux

- ★ Lithiase, diabète insipide néphrogénique



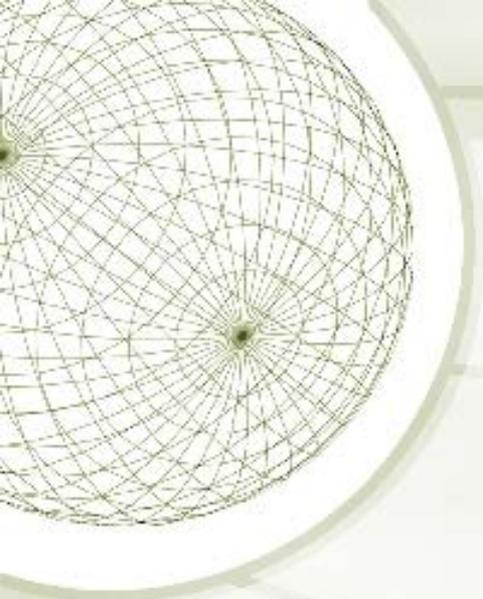
HyperCa⁺⁺ - diagnostique

- ★ Hyperparathyroïdisme
- ★ Néoplasie
- ★ Thiazide
- ★ Maladie granulomateuse
- ★ Insuffisance rénale
- ★ Intoxication
 - ◆ Vitamine D
 - ◆ Syndrome lait et alcalins



HyperCa⁺⁺ - traitement

- ★ Pamidronate 90 mg dans 500 mL sur 4h
- ★ Réplétion volémique
- ★ Diurétiques de l'anse
 - ★ Lorsque patient euvolémique
- ★ Calcitonine
- ★ Dialyse



QuickTime™ and a
decompressor
are needed to see this picture.