

# METABOLISMO DA ÁGUA

## DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DAS DISNATREMIAS



EGIVALDO FONTES RIBAMAR

Serviço e Disciplina de Nefrologia  
Hospital Universitário Clementino Fraga Filho – UFRJ

# CASO CLINICO

Um senhor, 70 anos, 60 Kg, com HAS, foi admitido com deficit motor e desorientação de inicio súbito. Teve diagnóstico de AVE. Exame: hemiparetico, sem edemas, eupneico, PA 110 X 70, FC 85.

**Na 122mEq/L**  
**Ur 14mg%**  
**Gli 100mg%**

**K 4,5mEq/L**  
**Cr 1,0mg%**  
**pH 7,38**

**Cl 90mEq/L**  
**Au 2,5mg%**  
**HCO<sub>3</sub> 24mEq/L**

## DURANTE O PLANTÃO...

SF 0,9%	2L	1L	0,5 L / furosemide	2 L
---------	----	----	--------------------	-----

SODIO	116	114	122	117
-------	-----	-----	-----	-----

# DISNATREMIAS

## DISTÚRBIOS DO METABOLISMO DA ÁGUA

**HIPONATREMIA**

**Excesso de água  
em relação ao sódio**

**HIPERNATREMIA**

**Deficit de água  
em relação ao sódio**

## COMO OS DISTÚRBIOS DA ÁGUA AFETAM O SÓDIO ?

$$\frac{\text{Na corporal total}}{\text{Água corporal total}} = \text{Na sérico mEq / L}$$

$$\text{Homem 50Kg} \quad \frac{4140 \text{ mEq}}{30 \text{ litros}} = 138 \text{ mEq / L}$$

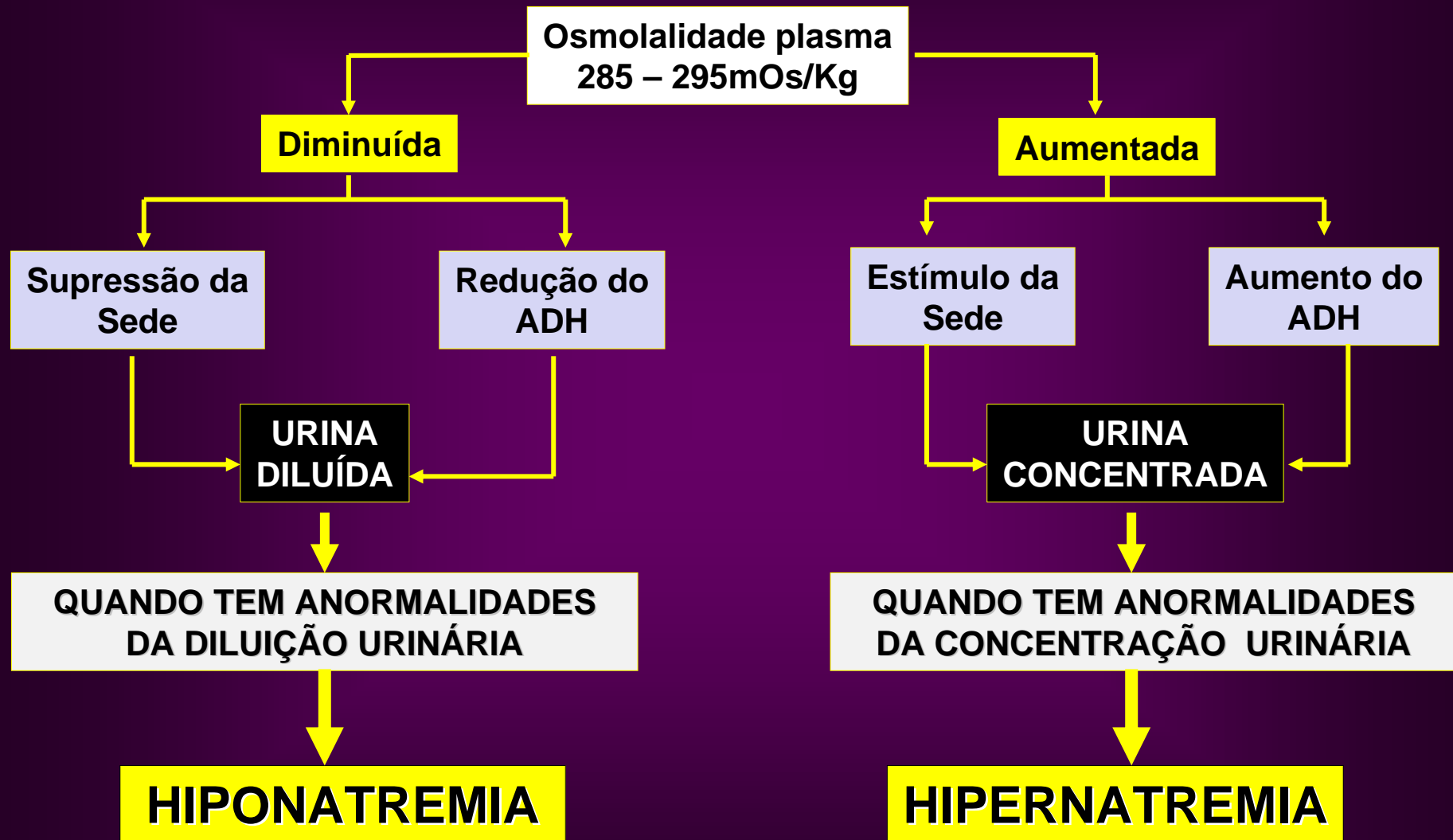
OFERTA DE 1 L

$$\text{Na} = 4140 / 30 + 1 = 133 \text{ mEq/L}$$

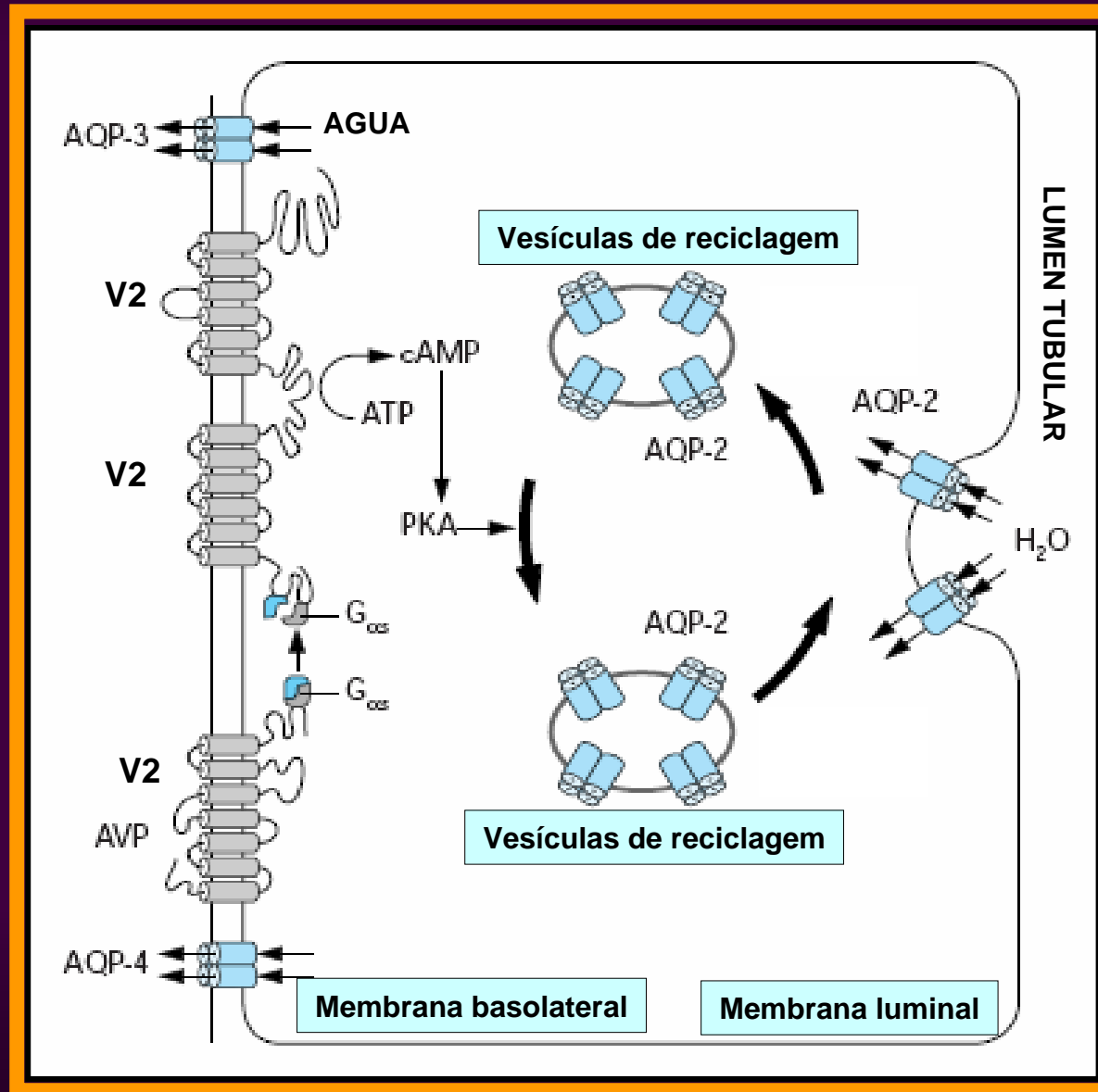
DEFICIT DE 1 L

$$\text{Na} = 4140 / 30 - 1 = 143 \text{ mEq/L}$$

# COMO SURGEM AS DISNATREMIAS

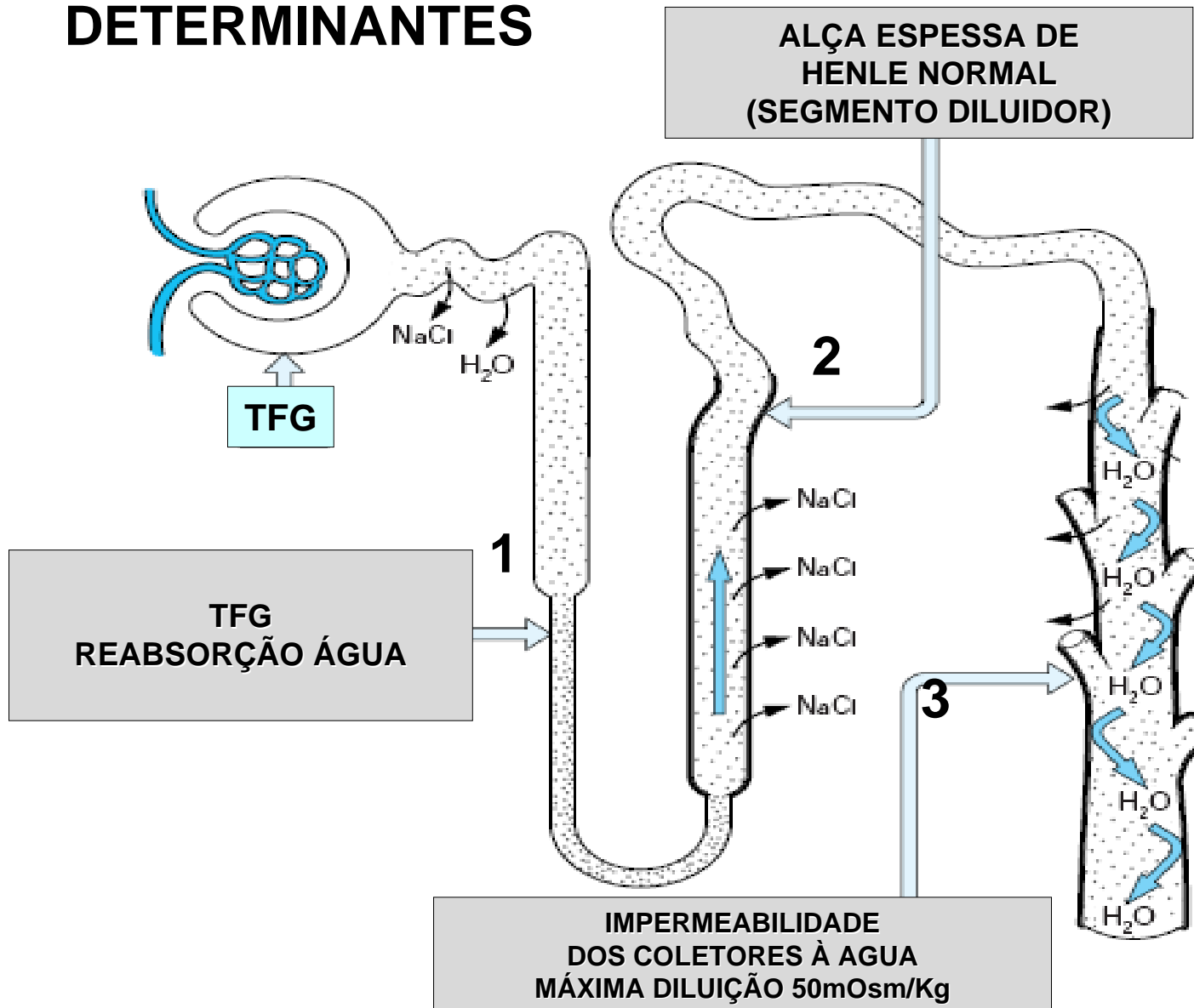


# AÇÃO RENAL DO ADH



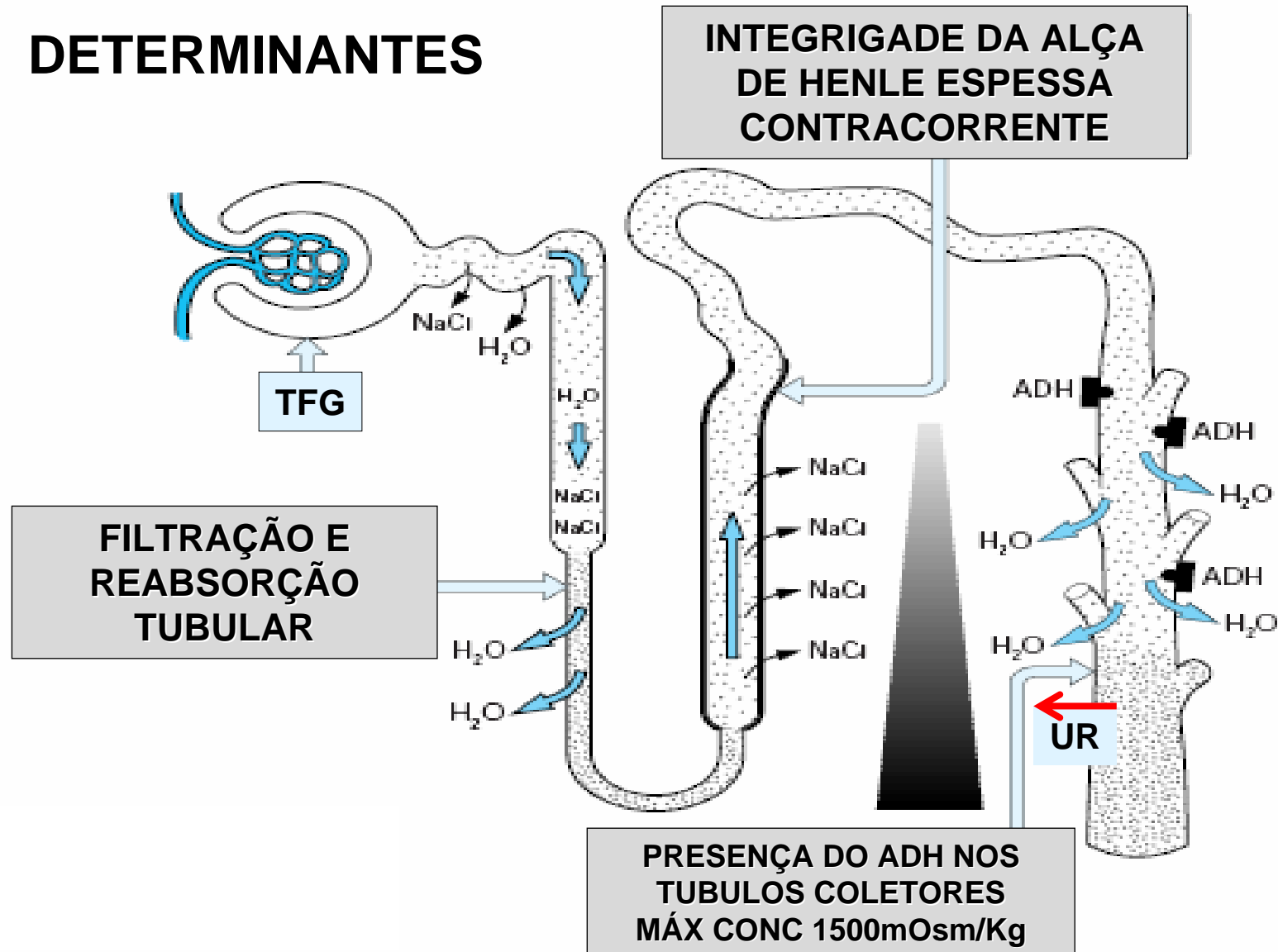
# DILUIÇÃO URINÁRIA

## DETERMINANTES

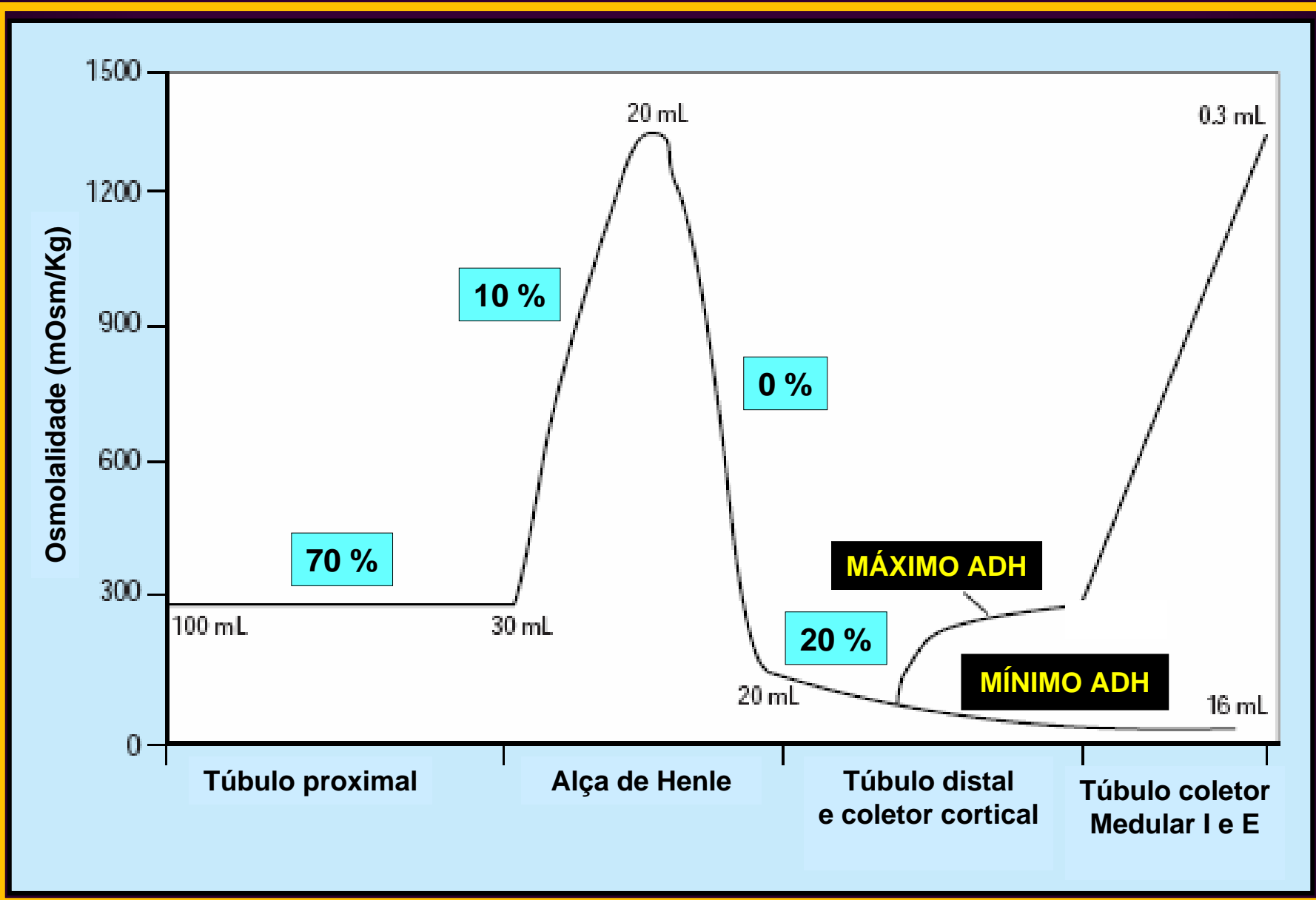


# CONCENTRAÇÃO URINÁRIA

## DETERMINANTES



# MANIPULAÇÃO RENAL DA ÁGUA



# DISNATREMIAS

**HIPONATREMIA**

**HIPERNATREMIA**

**Na < 135 mEq/L**

**Na > 145 mEq/L**

**AGUDA**  
**< 48 a 72h**

**CRÔNICA**  
**> 48 a 72h**

# HIPONATREMIA

**SEMPRE MEDIR A OSMOLALIDADE**

OSM < 285

**HIPOTÔNICA**

95%

CONDIÇÕES DA  
VOLEMIA

DEFICIT

NORMAL

EXCESSO

OSM  
285-295

**ISOTÔNICA**

Glicina  
Manitol isotônico  
Hiperlipidemia  
Paraproteinemia

(pseudohiponatremia)

OSM > 295

**HIPERTÔNICA**

Glicose 10-50%

Manitol 20%

Outros hipertônicos

# HIPONATREMIA HIPOTÔNICA

Osmolalidade sérica < 285mOsm/Kg

DEFICIT DE H2O COM  
MAIOR DEFICIT Na

LEVE EXC. DE H2O EM  
RELAÇÃO AO Na

EXCESSO DE Na  
MAIOR EXC. DE H2O

**HIPOVOLEMIA**

**NORMAL**

**HIPERVOLEMIA**

RENAL

NÃO-RENAL

Na > 40  
Osm varia

Na < 20  
Osm alta

Na > 40  
Osm alta

Na < 20  
Osm alta

Na > 40  
Osm varia

Diuréticos  
Insuf adrenal  
Nefropatia TI  
IECA  
S. Perd sal

Diarréia  
Vômitos  
Queimaduras  
Desidratação

SIADH  
Polidipsia primária  
Déficit glicocorticóides  
Drogas  
Hipotireoidismo

I C C  
Nefrose  
Cirrose

IRA  
IRC

SNC

# Síndrome Secreção Inapropriada do ADH

## LIBERAÇÃO INADEQUADA DO ADH



Causa grande retenção de H<sub>2</sub>O pelos rins



EXPANSÃO DA ÁGUA CORPORAL TOTAL

CONSEQUENTE NATRIURESE

**Na > 40 mEq/L e Aumento da Osm urinária**

Hiponatremia

Potássio e HCO<sub>3</sub> normais

NaU > 40 mEq/L

Hiposm sérica / Hiperosm urinária

Ur, Cr, urato baixos

Tireoide e adrenal normais

# Síndrome Secreção Inapropriada do ADH

NEOPLASIAS	DROGAS	OUTRAS
Carcinoma de pulmão	Antidepressivos	TCE, AVE hemorrágico
Carcinoma da próstata	Antineoplásicos	Tu cerebral e Hidrocefalia
Carcinoma renal	Inibidores da MAO	Encefalites, Meningites
Adenocarcinoma de cólon	Carbamazepina	Síndrome Guillain-Barré
Carcinoma de pâncreas	Ecstasy	Porfíria aguda
Osteosarcoma	Fibratos	Psicoses agudas
Linfomas	Clorpropamida	Tb, pneumonias
Timoma	Neurolépticos	Pós-operatório
Leucemias	Inibidores calcineurina	VM com pressão positiva

# TRATAMENTO DA SIADH

## CONDUTA GERAL

**SEMPRE TRATAR A CAUSA BÁSICA**

**RESTRINGIR ÁGUA LIVRE**

**OFERTAR UM DIURÉTICO + NaCl**

**DROGAS INIBIDORAS DO ADH**

*Dimetilclortetraciclina*  
*Antagonistas V2 (aquaréticos)*

# SINTOMATOLOGIA

- Cefaléia
- Náuseas / Vômitos
- Cãimbras
- Desorientação
- Hiporreflexia
- Depressão da consciência
- Convulsões
- Depressão respiratória
- Herniação cerebral
- Coma

P  
R  
O  
G  
R  
E  
S  
S  
I  
V  
A



**Na < 120 mEq/L = EDEMA CEREBRAL AGUDO**

# PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CORREÇÃO

**DEPLEÇÃO  
VOLUME**

**VOLEMIA NORMAL**

**EXCESSO  
VOLUME**

**REPOR  
SÓDIO E AGUA**

**SF a 0,9%**

**REPOR SÓDIO  
REDUZIR A ÁGUA**

**NaCl 3% + DIURETICO**

**RETIRAR  
SÓDIO E ÁGUA**

**DIURÉTICO**

**FUNDAMENTAL TRATAR A DOENÇA DE BASE**

# REGRAS PARA CORREÇÃO



**Velocidade máxima = 0,5 mEq / L / hora**

**Em 24 h = máximo de 10 mEq / L**

**Em 48 h = máximo de 18 mEq / L**

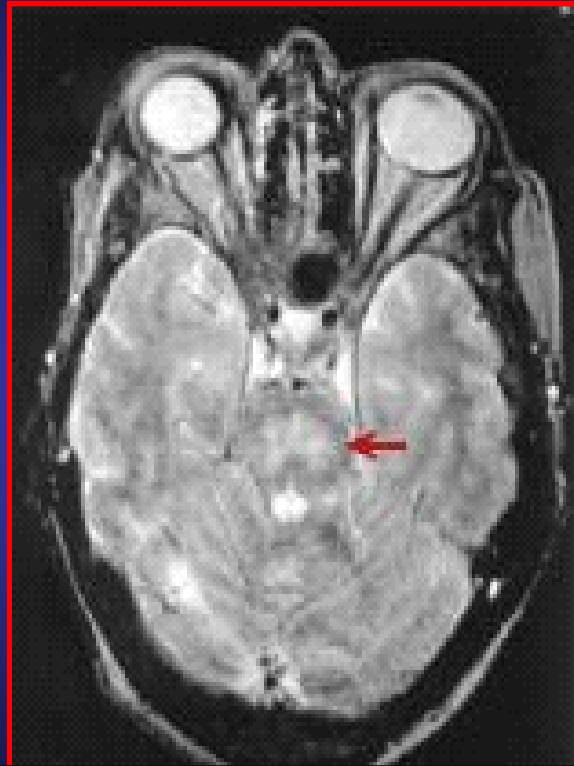
**NOS CASOS MAIS GRAVES**

**1 a 2 mEq/L/h**

# RÁPIDA CORREÇÃO DO SÓDIO

MIELINÓLISE PONTINA - EXTRA-PONTINA - HERNIAÇÃO  
CEREBRAL

## Mielinólise pontina central



**SOMENTE MEDIDAS DE SUORTE**

Disartria  
Disfagia  
Paraparesia  
Quadriparesia  
Letargia  
Coma

**RESSONÂNCIA**  
**OU**  
**TOMOGRAFIA**

# TRATAMENTO DA HIPONATREMIA

1

**DEFICIT DE SÓDIO**

=

$$(50\%) \times (P) \times (Na D - Na E)$$

2

**EXCESSO DE ÁGUA**

=

$$(60\%) \times (P) \times (1 - NaE / NaD)$$

3

**ALTERAÇÃO DO SÓDIO mEq/L**

=

$$(Na \text{ INFUSATO} - Na E) / (ACT + 1)$$

$$\text{ALTERAÇÃO DO SÓDIO mEq/L} \\ = \\ ( \text{Na INFUSATO} - \text{Na E} ) / ( \text{ACT} + 1 ) \\ ( \text{com a oferta de 1 litro da solução} )$$

**TIPO DE INFUSATO****CONC DE SÓDIO mEq/L**

NaCl a 5 %	855
<b>NaCl a 3 %</b> (SF 0,9% 445ml + NaCl 3% 55ml)	<b>513</b>
<b>NaCl a 0,9 %</b>	<b>154</b>
Ringer Lactato	130
NaCl a 0,45 %	77
NaCl a 0,2%	34
Glicose a 5%	0

# AGUA CORPORAL TOTAL

## % PESO CORPORAL

<b>HOMEM</b>	<b>60</b>
<b>MULHER</b>	<b>50</b>
<b>CRIANÇA</b>	<b>60</b>
<b>HOMEM IDOSO</b>	<b>50</b>
<b>MULHER IDOSA</b>	<b>45</b>

USAR PARA CÁLCULO NAS REPOSIÇÕES, UPTODATE, 2011

# VOLTANDO AO CASO CLÍNICO

Um senhor, 70a, 50 Kg, com HAS, foi admitido com deficit motor e desorientação de inicio súbito. Teve diagnóstico de AVE. Exame: hemiparetico, sinais meníngeos, sem edemas, eupneico, 110x70mmHg

**Na 122mEq/L**

Ur 14mg%

Gli 100mg%

**K 4,5mEq/L**

Cr 1,0mg%

pH 7,38

**Cl 90mEq/L**

Au 2,5mg%

HCO<sub>3</sub> 24mEq/L

**AVE AGUDO + HIPONATREMIA**

**Sódio = 122 mEq/L**

**Osmolalidade ?**

**HIPOTÔNICA**

**ISOTÔNICA**

**HIPERTÔNICA**

**HIPOVOLÊMICO**

**EUVOLÊMICO**

**HIPERVOLÊMICO**

SIADH, HIPOTIREOIDISMO, DROGA,  
DEFICIT CORTISOL, POLIDIPSIA

**CAUSA MAIS PROVÁVEL**

**Síndrome Secreção Inapropriada do ADH - SIADH**

# SINDROME SECREÇÃO INAPROPRIADA - SIADH

## PLANEJAMENTO

**OFERTAR NaCl a 3% + FUROSEMIDA 20mg + RESTRIÇÃO HIDRICA**

Para cada 1L NaCl a 3% ofertado:

$$([ 513 - 122 ]) / ([ 0,5 \times 50 ] + 1 ) = 391 / 26 = 15 \text{ mEq/L}$$

**É grave, risco de vida, deseja-se correção rápida:**

**1 mEq/L/hora, nas 1as 4 horas = 4mEq/L**

1L ----- 15 mEq/L

X ----- 4 mEq/L

$$X = 4 / 15 = 0,26 \text{ L} = 260 \text{ ML}$$

Infundir 0,25 L = 260 ml/4h ou 65 ml / h

Aplicar furosemida 20mg IV

Restringir hidratação e tratar a doença

Rever em 4 horas

## OUTRA OPÇÃO DE CORREÇÃO - MAIS LENTA

DÉFICIT Na = 50% x 50 x ( 132 - 122 ) = 250 mEq / 24 horas



OPTAR POR NaCl 3% (513mEq/L = 1 mEq em 2ml)

COMO FAZER A SOLUÇÃO A 3%  
SF 0,9% 445ml + NaCl 20% 55ml

Fluxo = 250mEq / 24h = 10 mEq / h ou 20 ml / h

Restrição de água

Furosemida 20 a 40mg IV = perda água (+) e sódio (-)

# CASO CLINICO

Um homem, 50a, com 60Kg, ICC, edemaceado, turgência jugular, oligúrico, comatoso, PA 105 X 70 mmHg e FC 100.

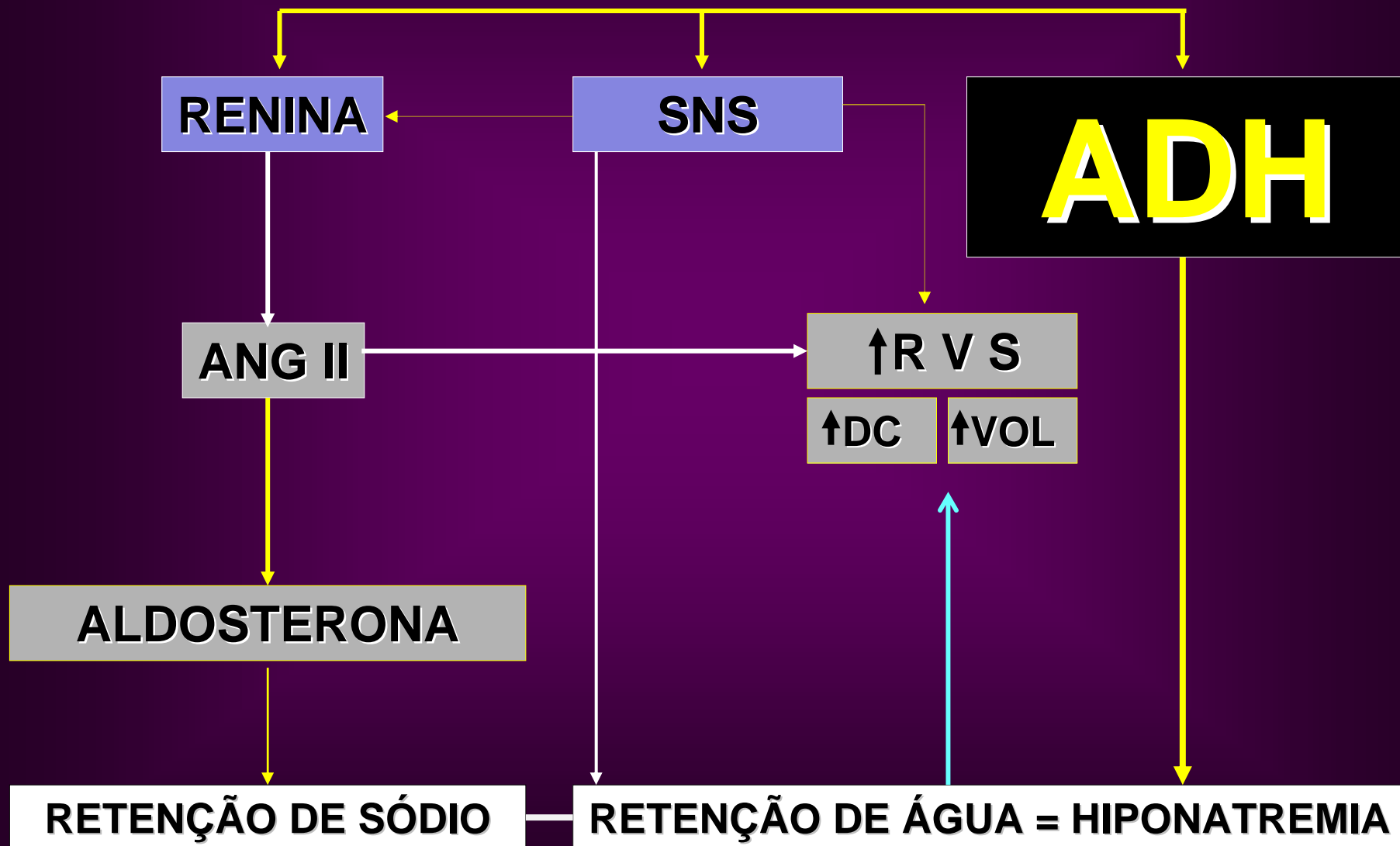
HIPOVOLÊMICO?

EUVOLÊMICO?

**HIPERVOLÊMICO ?**

EXAME	RESULTADO
Sódio mEq/L	105
Potássio mEq/L	6,5
Cloro mEq/L	90
Bicarbonato mEq/L	21
Uréia mg%	80
Creatinina mg%	1,8
Glicemia mg%	100
Acido úrico mg%	5,5
Na urinário mEq/L	10

# DEPLEÇÃO DE VOLUME EFETIVO (ICC grave)



# HIPONATREMIA COM HIPERVOLEMIA

$$\text{EXC DE ÁGUA} = 60 \% \times P \times ( 1 - \text{NaE} / \text{NaD} )$$

## EXCESSO DE ÁGUA

$$= 60\% \times 60 ( 1 - 105 / 140 ) = 9,0 \text{ L } \text{ (para 24h não é este Na !!!)}$$

$$= 60\% \times 60 ( 1 - 105 / 115 ) = 3,1 \text{ L } \text{ (para 24h é este Na !!!)}$$

### PLANO IMEDIATO:

**Reduzir todas as infusões**

**Maximizar a função cardíaca**

**Dar furosemida 20 a 40mg IV e depois NaCl 3% (?)**

### REVISÃO APÓS 4 HORAS DAS MEDIDAS:

Urina = 500ml, Na 80mEq/L = 40mEq nos 500ml de urina

Infundir 40 mEq de Na (80 ml de NaCl 3% nas próximas 4h = 20ml/h na BI)

Aplicar mais furosemida 20mg IV

### RESUMO FINAL

PERDEU ÁGUA + SÓDIO E RECEBEU O SÓDIO DE VOLTA

# HIPERNATREMIA

## SITUAÇÕES DEFICIT DE ÁGUA EM RELAÇÃO AO SÓDIO

**SÓDIO TOTAL  
DIMINUIDO**

**RENAL**

Manitol  
Glicose  
Uréia

**NÃO RENAL**

Sudorese  
Diarréia

↑ Osm U  
Na > 20

↑ Osm U  
Na < 10

**SÓDIO TOTAL  
NORMAL**

**RENAL**

**DIC  
DIN**

**NÃO RENAL**

Respiratória  
Dérmicas

↓ Osm U  
Na varia

↑ Osm U  
Na varia

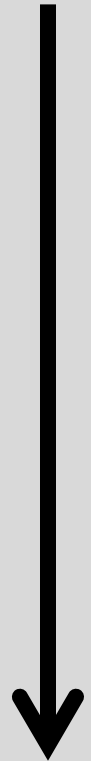
**SÓDIO TOTAL  
AUMENTADO**

Hiperaldosteronismo primário  
S. Cushing  
Diálise com Na alto  
HCO<sub>3</sub> hipertônico  
NaCl IV ou oral

Osm U N ou AUM.  
Na > 20

# SINTOMATOLOGIA

- Irritabilidade
- Hiperpnéia
- Insônia
- Sonolência ... Até o Coma
- Hemorragia cerebral variável
- Fraqueza muscular
- Hiperreflexia
- Espasticidade muscular



**OCORREM QUANDO Na > 160mEq/L**

# TRATAMENTO

$$\text{Déficit de H}_2\text{O} = 0,6 \times P ( \text{NaE} / \text{NaD} - 1 )$$

Homem , 50a, 70Kg, com diarreia, torporoso, febril, com PA 100x70, FC 100.

**Na 165, Cl 125, K 4,5, Ur 120, Cr 1,4, HT 46%**

Desejável p/ 24 h queda máxima de 10 mEq/L

$$\text{Déficit H}_2\text{O} = 0,6 \times 70 \times ( 165 / 155 - 1 ) = 42 \times ( 0,06 ) = 2,5 \text{ L}$$

**CONDUTA RAZOÁVEL:**

**ESCOLHER SG 5%, NaCl 0,45% OU RINGER**

**INFUNDIR 2.500 ML NAS 24 HORAS = FLUXO 100ml / h**

**REPOR TAMBÉM AS PERDAS (URINA, FEZES, INSENSIVEIS)**

Homem , 50a, 70Kg, com diarreia, torporoso, febril, com PA 100x70, FC 100.

**Na 155, Cl 115, K 4,5, Ur 120, Cr 1,4, HT 46%**

ALTERAÇÃO DO SÓDIO mEq/L

=

( Na INFUSATO - Na E ) / ( ACT + 1 )

### ESCOLHA A SOLUÇÃO:

( Glicose 5 % - **NaCl 0,45 %** - Ringer ) – baixo sódio

- Desejável para 24 h corrigir 10 mEq/L
- ACT do paciente = 60% x 70 = 42 L



1 L de NaCl 0,45% = [ **77** - 155 ] / [ 42 + 1 ] = - 78 / 43 = **- 1,81 mEq/L**

Então = 10 / 1,81 = 5,5 L – 5.500ml nas 24h