



# 水电解质紊乱综合症

Disorder of Water -Electrolyte Metabolism and acid-base balance



首都医科大学附属北京同仁医院

急诊科 曹秋梅





➤ 敌人封锁食盐的目的是什么？

是想让游击队员患水钠代谢异常（低钠血症）而丧失战斗力。如果同时切断水源，对游击队威胁将更大……

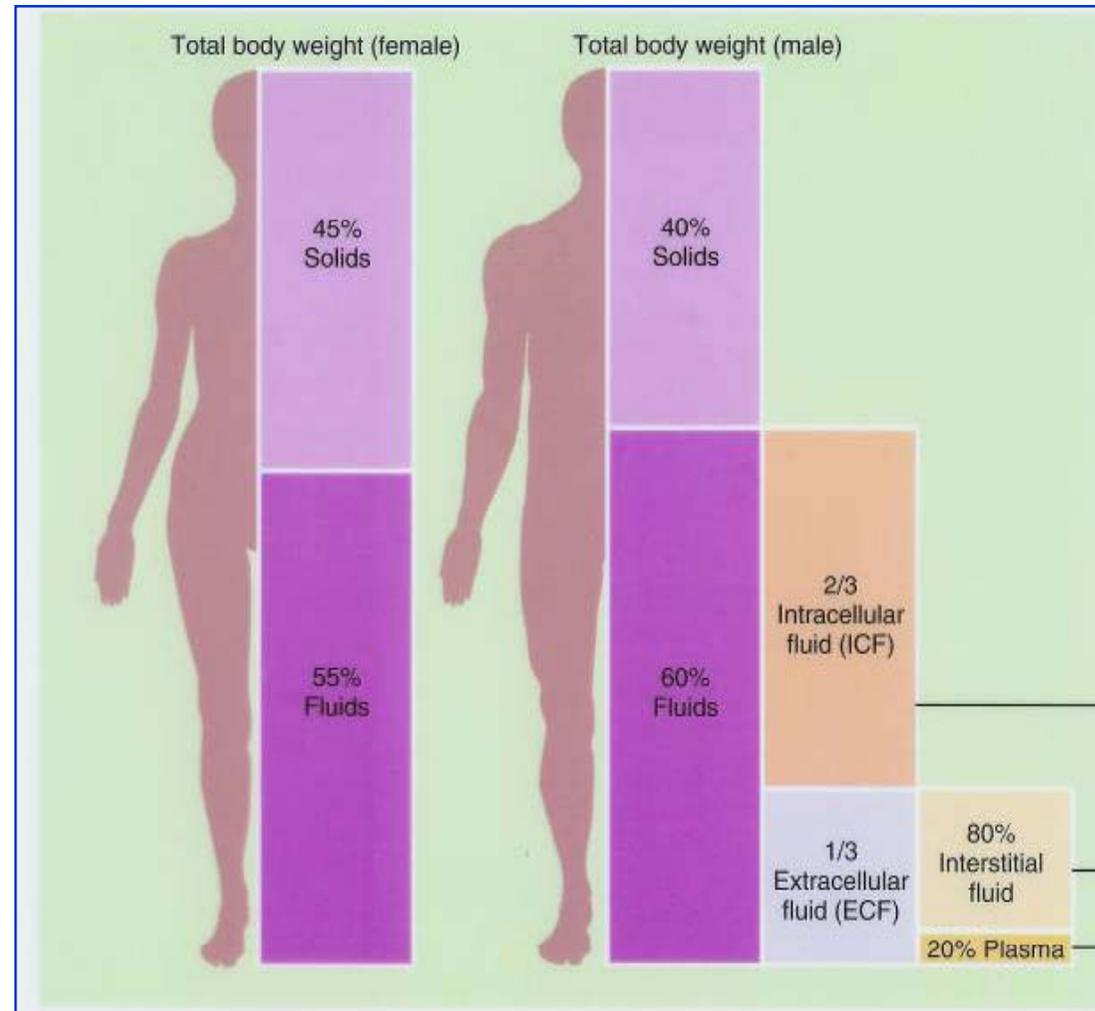


# 体液含量及分布

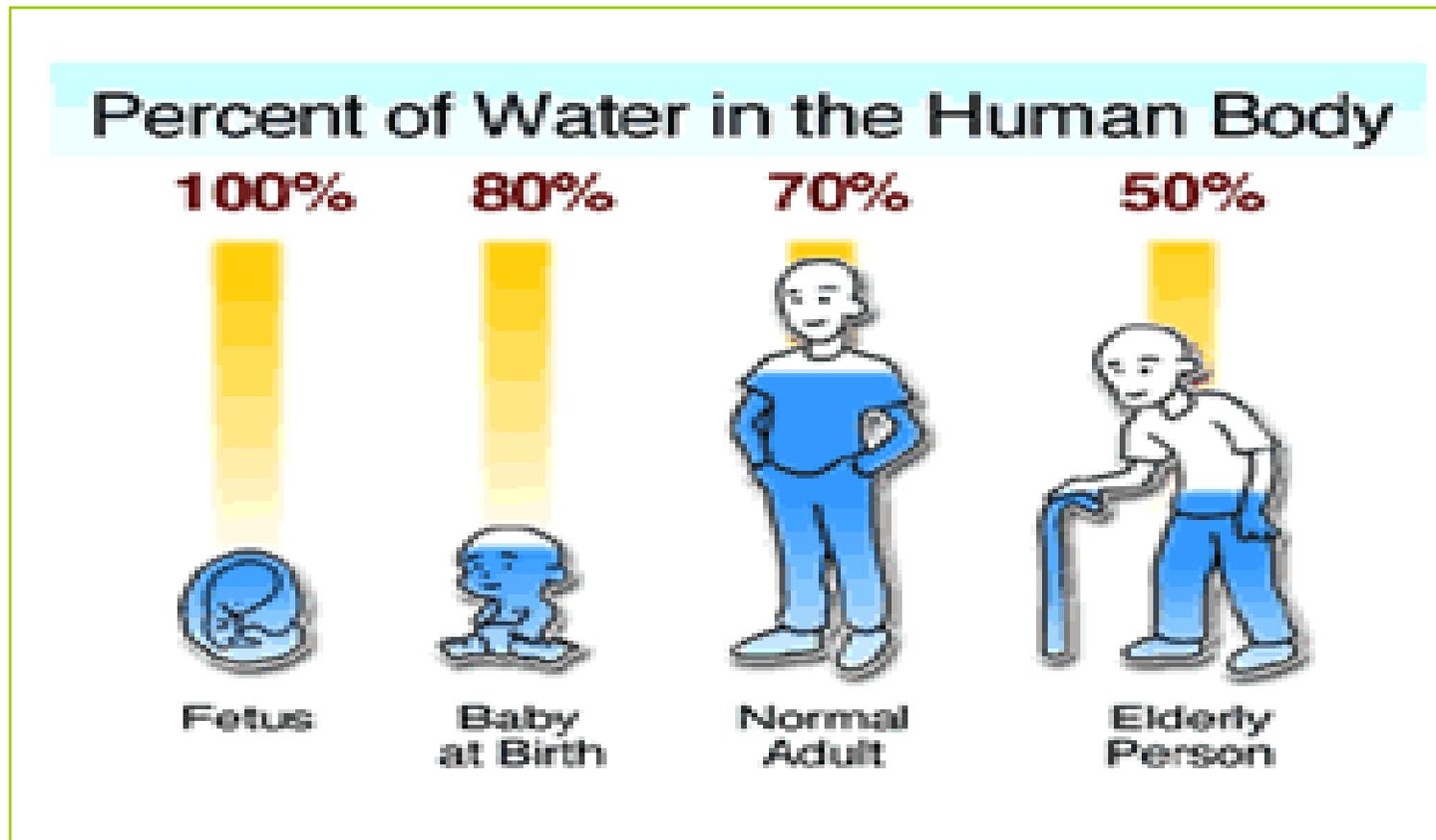


成人体液含量占  
体重60%

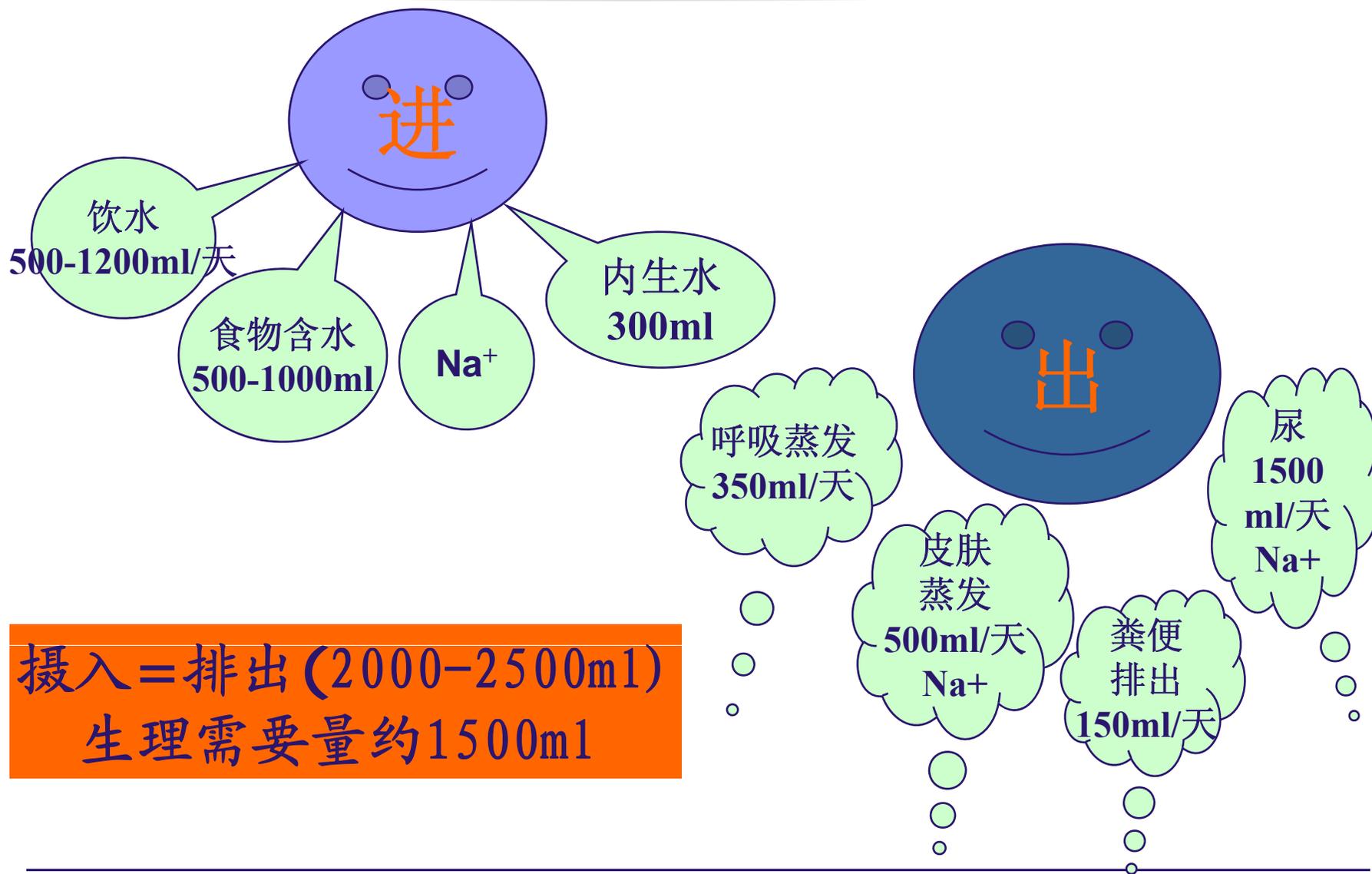
- 细胞内ICF40%
- 细胞外ECF20%
  - 血浆5%
  - 组织间液15%
  - 第三间隙液



# 水在不同年齡人中所占比例不同



# 正常人每日水的摄入和排出量



# 体液含量及分布



## 体液的电解质 (electrolytes)

细胞外液的电解质主要的阳离子是 $\text{Na}^+$ ，主要的阴离子是 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 和蛋白质；

细胞内液中主要的阳离子是 $\text{K}^+$ 和 $\text{Mg}^{2+}$ ，主要的阴离子是 $\text{HPO}_4^{2-}$ 和蛋白质。

DISTRIBUTION OF SOLUTES

EXTRACELLULAR		INTRACELLULAR	
$\text{Na}^+$	142	$\text{Na}^+$	10
$\text{K}^+$	4	$\text{K}^+$	140
$\text{Cl}^-$	110	$\text{Cl}^-$	3
$\text{HCO}_3^-$	24	$\text{HCO}_3^-$	10
Inorganic <sup>-</sup>	12	Organic <sup>-</sup>	137
Glucose	3	Glucose	2.5
OSM	300	↔	300
Urea		↔	UREA
(ETOH)		↔	(ETOH)

Units: mmole/kg of water, except organic<sup>-</sup>

\*Units: mEq/kg of water

# 体内液体交换



- 血浆和组织间液交流：取决于毛细血管壁通透性，受胶体渗透压影响。胶体渗透压低则血管液流向组织间隙。
  - 细胞内外液的交流：通过细胞膜，取决于对渗透压有积极作用的电解质在细胞内外二方浓度。
  - 体液与外界交换：通过肾、胃肠道、皮肤、肺，每日摄入排出。
-

# 体液的渗透压



- 决定水通过生物膜(半透膜-细胞膜、血管内皮)扩散(渗透)程度
- 取决于体液中溶质的分子或离子数目

$$\text{血浆渗透压 ( mmol/L )} = 2 \times [ \text{Na}^+ \text{ (mmol/L)} + \text{K}^+ \text{ (mmol/L)} ] + \text{BUN (mg/dl)} / 2.8 + \text{Glu (mg/dl)} / 18$$

正常值 ( 280 -310 mmol/L )

# 水平衡调节方式



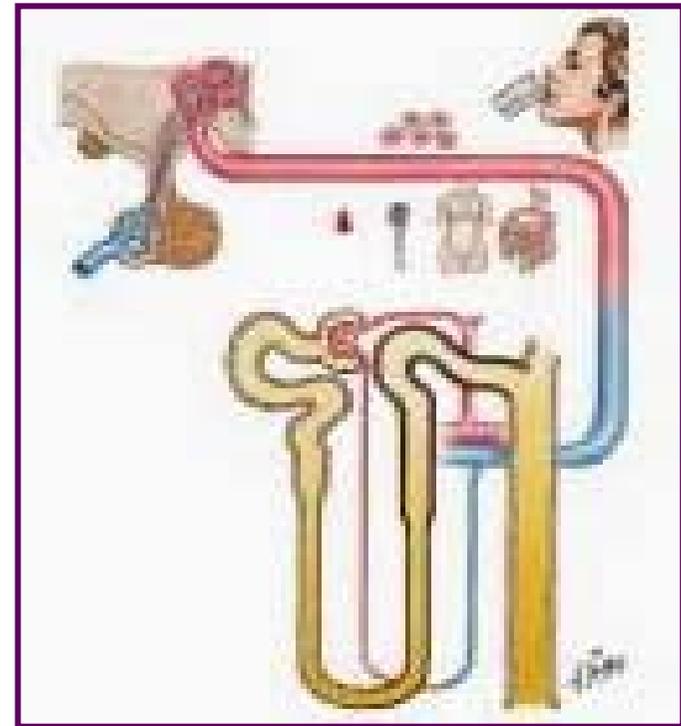
- 下丘脑-垂体后叶-抗利尿激素：渗透压
- 肾脏-血管紧张素-醛固酮：血容量

机体对水、电解质平衡调节

包含

血浆渗透压的调节

血容量的维持调节



# 水、钠代谢失常



## 水钠代谢失常

水过多 (稀释性低钠血症)

(血浆胶体渗透压↓  
毛细血管静脉压↑)

失水

(细胞内水、钠缺失,  
细胞外液容量减少)



- 高渗性失水 (浓缩性高钠血症)
- 低渗性失水 (缺钠性低钠血症)
- 等渗性失水

较少见的：转移性和特发性低钠血症、潴钠性高钠血症



# 高渗性失水（浓缩性高钠血症）



进水不足  
失水过多

原因



$H_2O$ 丢失 > 钠丢失  
细胞外液呈高渗

概念



补给水或低渗溶液

治疗

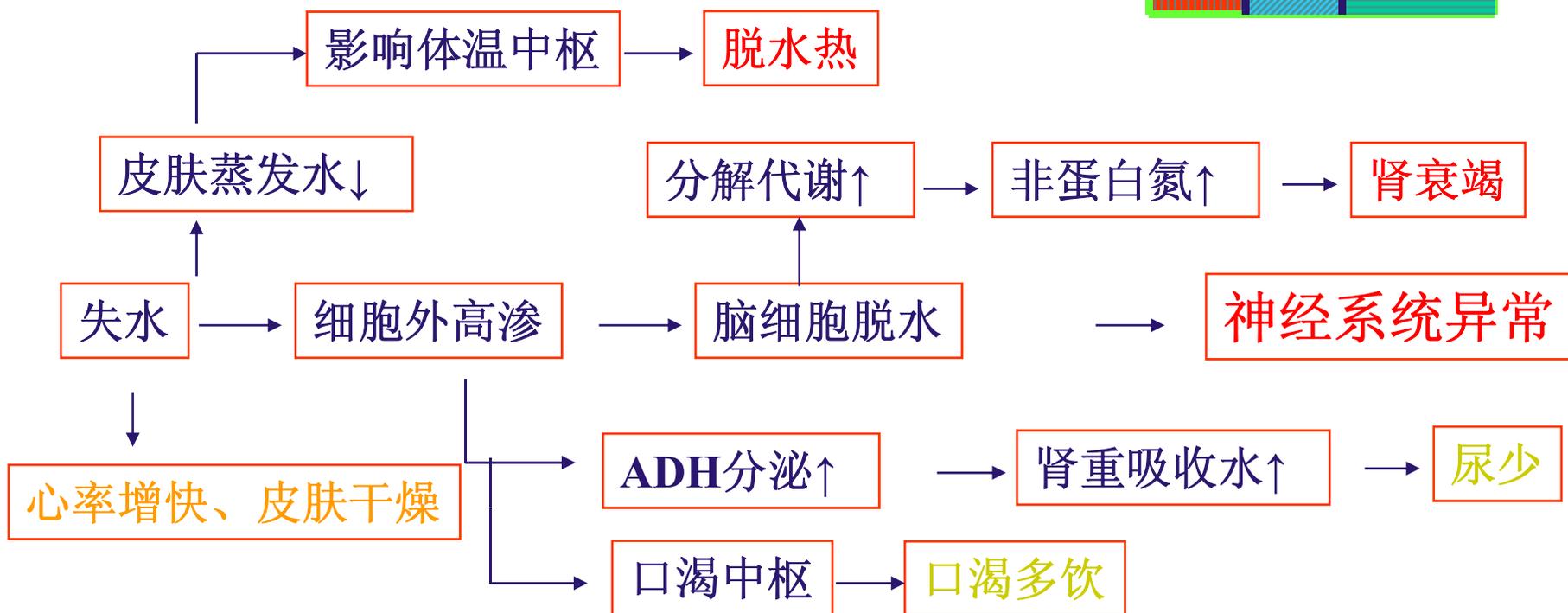
# 高渗性失水的临床表现



轻度失水(体重的2-3%):	口发渴 饮水多	尿量少
中度失水(体重的4-6%):	口渴重 心率快	咽下难 皮肤干
重度失水(体重的7%以上):	躁谵幻 可昏迷 肾衰竭	脱水热 休克现

---

# 高渗性失水的临床表现



# 高渗性失水的诊断



## ➤ 病史

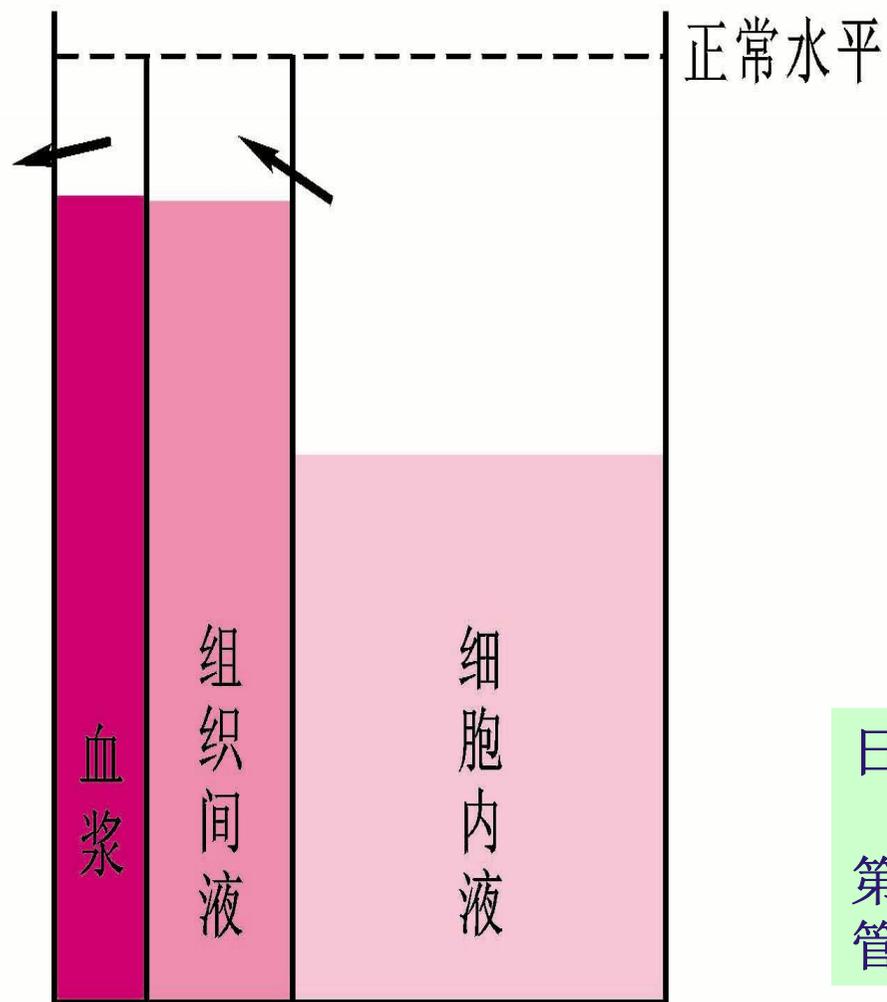
## ➤ 临床表现

## ➤ 实验室检查

- 尿钠升高
- 尿比重升高
- RBC, Hb, Hct升高
- 血清钠升高  $>145 \text{ mmol/L}$
- 血浆渗透压  $>310 \text{ mOsm/L}$



# 高渗性失水的治疗原则



- 去除诱因，防止体液继续丧失
- 防治原发病
- 补水为主，补钠为辅  
5%GS、0.45%NS静推或  
饮水(先糖后盐)。

日补液量 =  $1/2$  丢失量 + 日生理需要量

第一天可补充  $1/2 \sim 2/3$ ，老年或有心血管病者应避免快速大量补液引起肺水肿

# 高渗性失水诊治实例



男性患者，原体重60kg，高温作业3小时后烦躁、心率加快，血清钠152mmol/L(正常值142mmol/L)，现体重57.5kg，估计失水量是多少？

丢失量=正常体液总量-现有体液总量

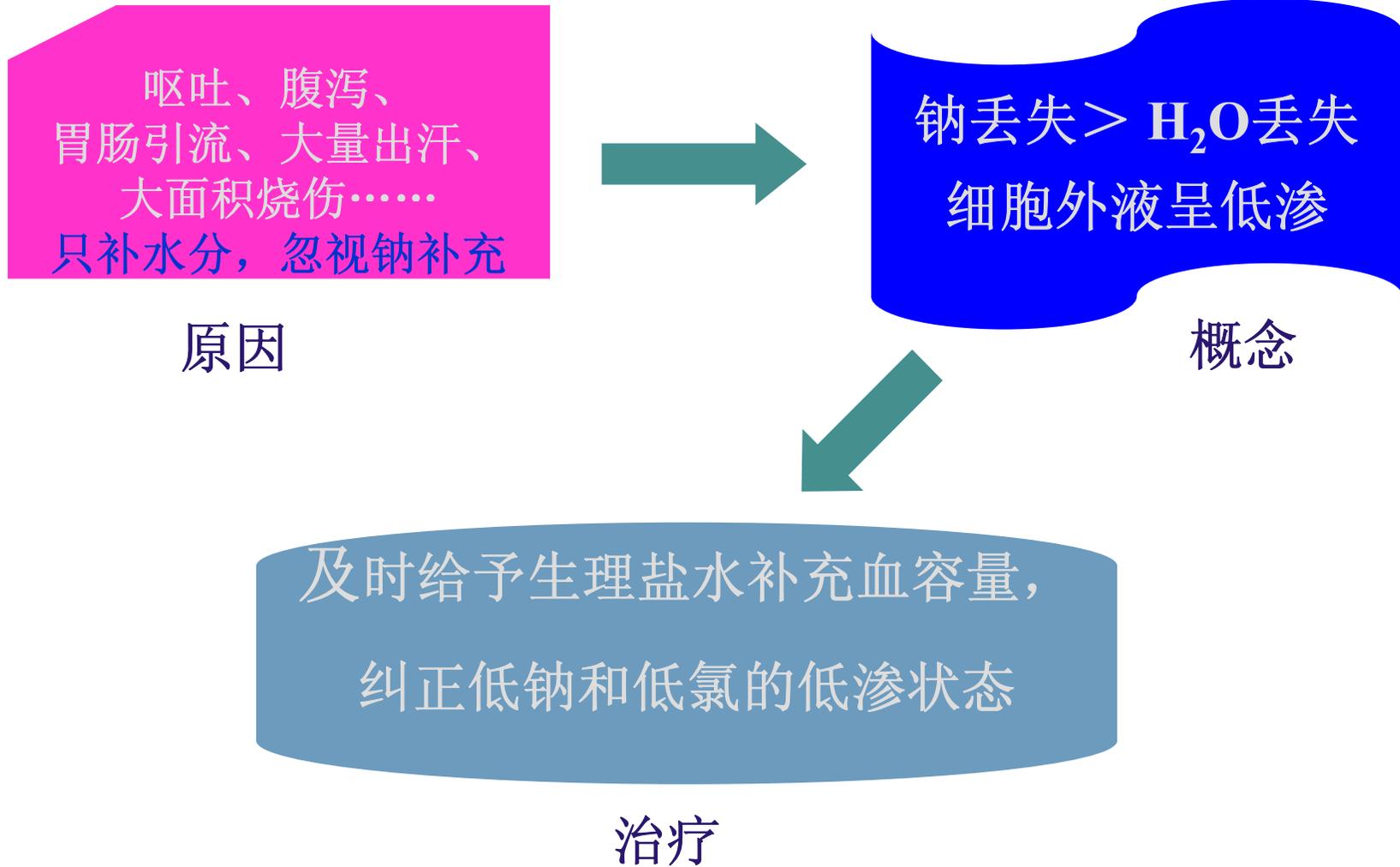
正常体液总量=原体重×0.6

现有体液总量=正常血清钠/实测血清钠×正常体液总量

丢失量=  $60 \times 0.6 - 142/152 \times 60 \times 0.6 = 2400\text{ml}$

---

# 低渗性失水（缺钠性低钠血症）



# 低渗性失水的临床表现



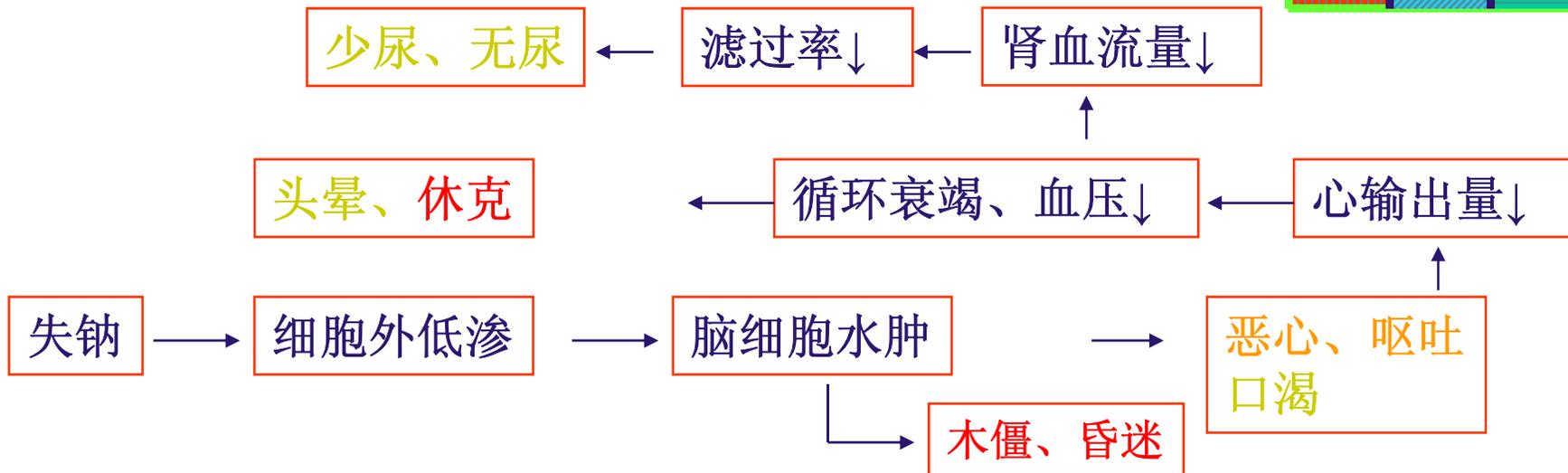
轻度(血浆钠 $130\text{mmol/l}$ 左右) : 乏、少、渴、  
晕、尿钠低

中度(血浆钠 $120\text{mmol/l}$ 左右) : 恶心吐、肌肉痛、  
手足麻、静脉陷、  
血压低、尿钠无

重度(血浆钠 $110\text{mmol/l}$ 左右) : 休克木僵昏迷

---

# 低渗性失水的临床表现



# 低渗性失水的诊断



## ➤ 病史

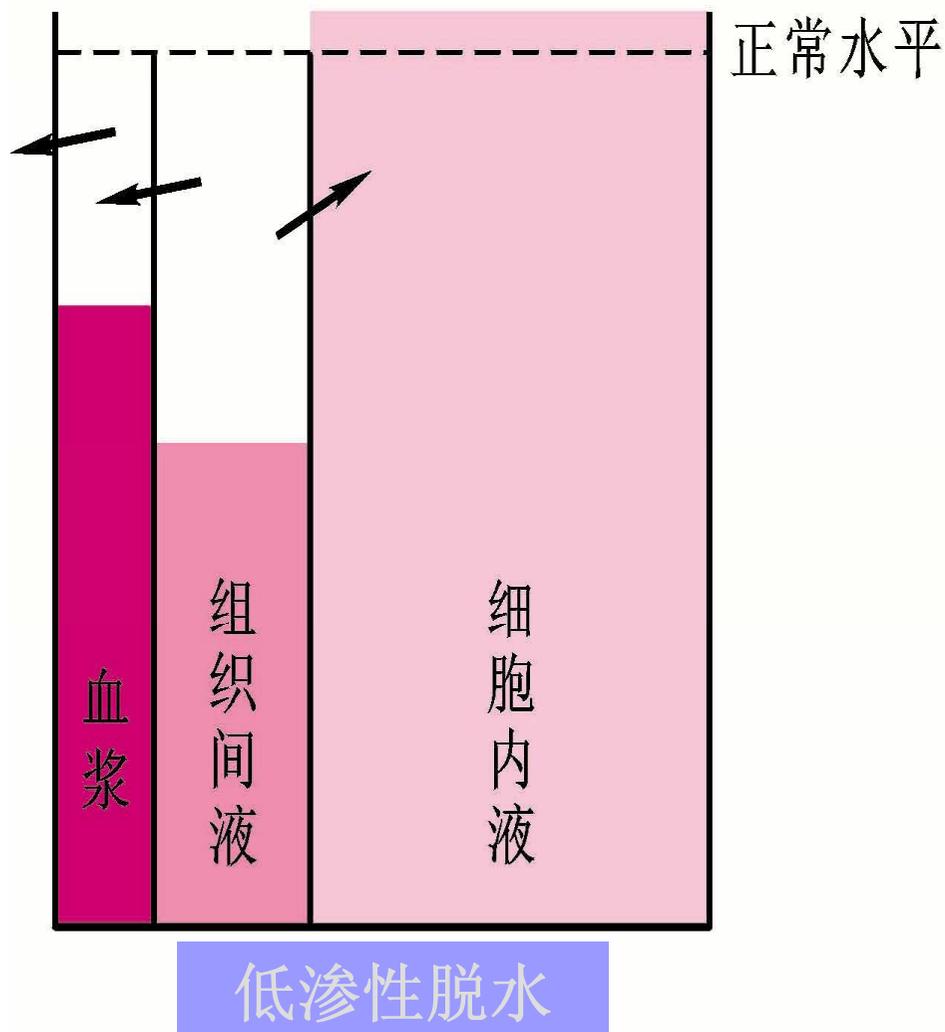
## ➤ 临床表现

## ➤ 实验室检查

- 血钠 $<130\text{mmol/l}$
- 血浆渗透压 $<280\text{mOsm/l}$
- 尿钠少，尿比重降低
- RBC, Hb, Hct升高
- BUN升高,  $\text{BUN/Cr}>20:1$  (正常10: 1)



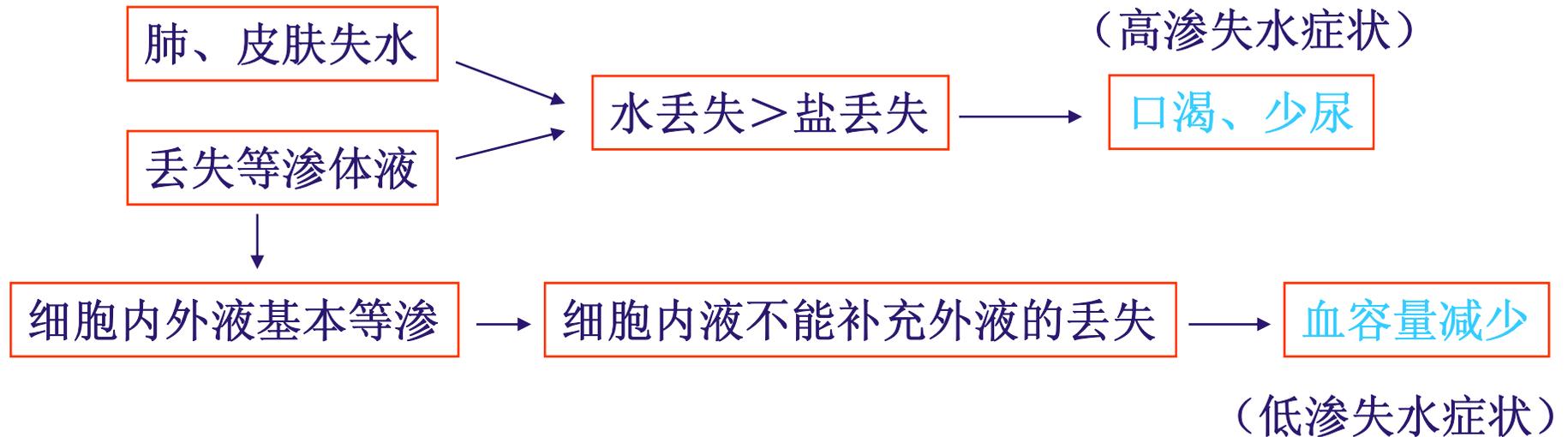
# 低渗性失水的治疗原则



- 防治原发病
- 合理补液：可补充等渗液，严重时补充高渗液

严重时抢救休克

# 等渗性失水的临床表现



# 等渗性失水的诊断



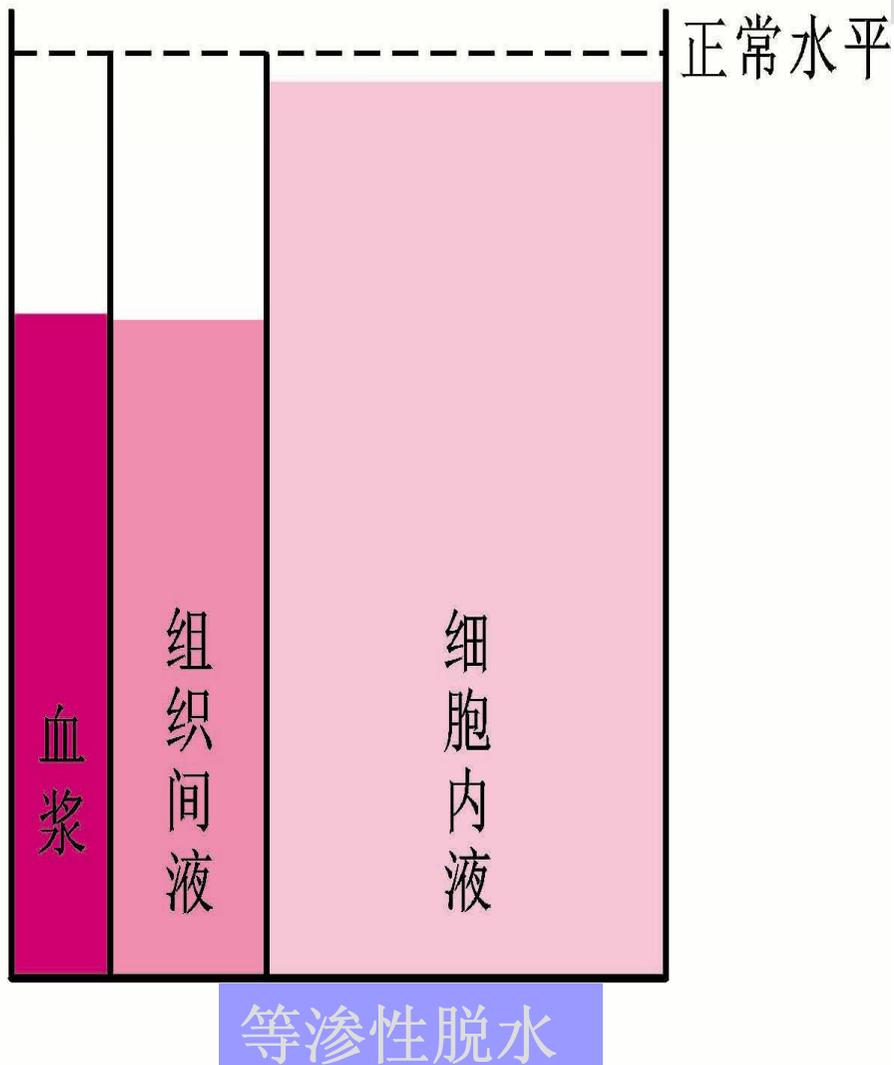
## ➤ 病史

## ➤ 临床表现

## ➤ 实验室检查

- 血钠、血浆渗透压正常
  - 尿比重升高，血液浓缩
-

# 等渗性失水的治疗原则



- 防治原发病
- 合理输液：补充等渗溶液为主，轻者口服等渗盐水；重者以静滴生理盐水为主，适量输以5%~10%的葡萄糖液（先盐后糖）

注意：

- 1 监测出入量、电解质、酸碱度、生命体征
- 2 见尿补钾（尿量 $>30\text{ml/h}$ ）
- 3 纠正酸碱平衡

# 不同类型脱水的比较



	高渗性脱水	低渗性脱水	等渗性脱水
发病原因	水摄入不足或丢失过多	体液丢失而单纯补水	水和钠等比例丢失而未予补充
发病机制	细胞外液高渗，细胞内液丢失为主	细胞外液低渗，细胞外液丢失为主	细胞外液等渗，细胞内外液均有丢失
主要表现和影响	口渴、尿少、脱水热、脑细胞脱水	脱水体征、休克、脑细胞水肿	口渴、尿少、脱水体征，休克
血清钠 (mmol/L)	150 以上	130 以下	130~150
尿氯化钠	有	减少或无	减少
治疗	补充水分为主	补充生理盐水或3%氯化钠溶液	补充低渗盐水

# 水过多和水中毒



过多的水进入细胞内，导致细胞内水过多

- **serum[Na+] < 135 mmol/L**
- **plasma osmotic pressure < 280 mmol/L**

**稀释性低钠血症**

**(hypervolemic hyponatremia)**

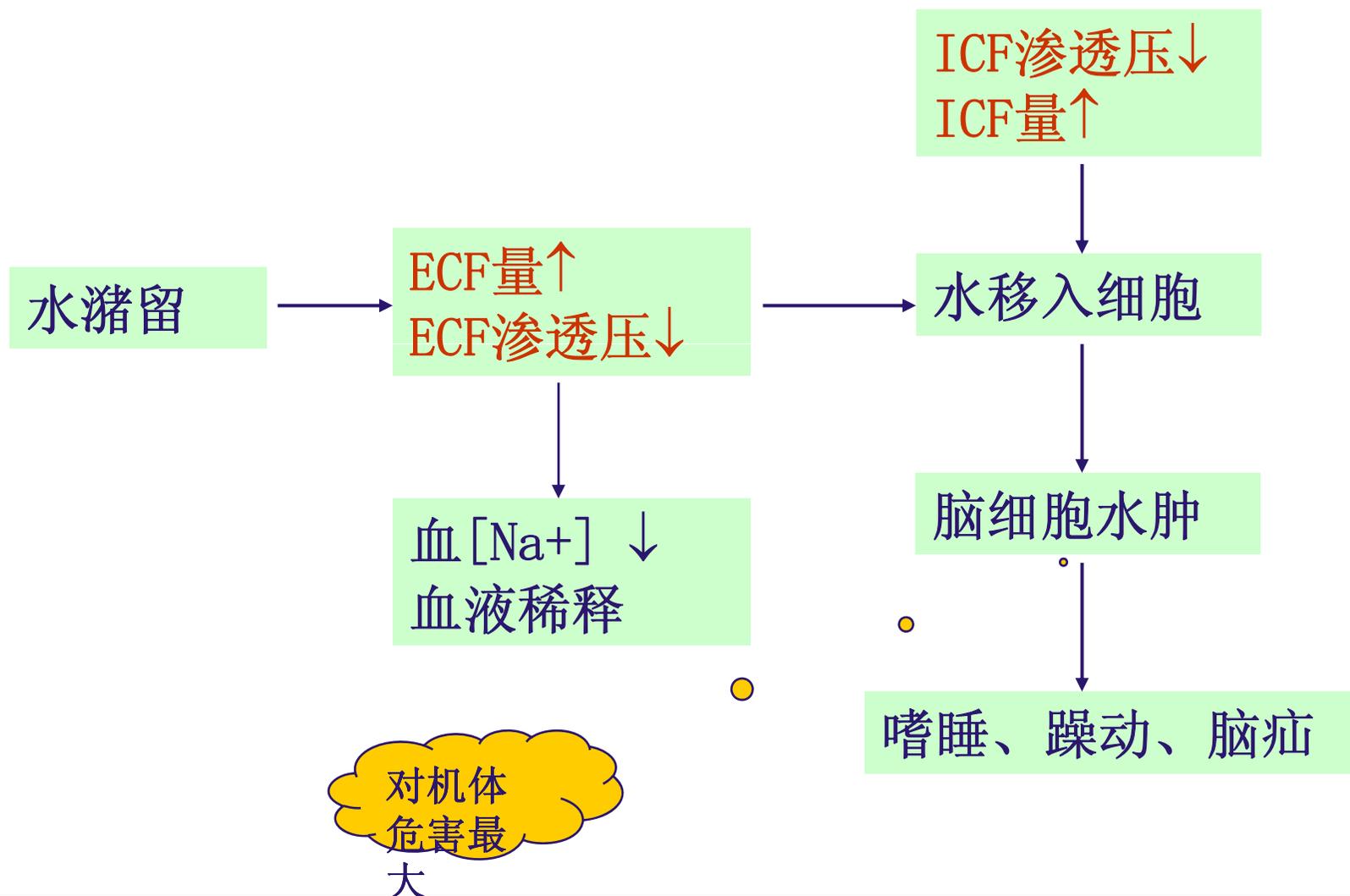
---

# 原因



- 水排出减少：心衰、肝硬化、肾衰、肾上腺功能减退（致肾小球滤过率下降）
  - **ADH** 用量过多或分泌失调
  - 渗透阈降低：正常情况下渗透压增高时**ADH**才分泌，病理情况下渗透压未增高**ADH**也分泌
-

# 水过多主要临床表现



# 诊断与鉴别诊断



➤ 诊断：病史、临床、实验

➤ 鉴别诊断：鉴别以下两者，避免误当杀手

水中毒（稀释性低钠血症）：限水、补钠

低渗性失水（缺钠性低钠血症）：补水、补钠

临床上，上述两种病症临床表现常不易区分，比如都有精神症状，病史常错综交替，比如既有可引起水过多的心衰、肾衰存在，又有可引起低渗性失水的不能进食、呕吐等存在，这时鉴别诊断就要依靠查尿钠，水过多时尿钠  $> 20\text{mmol/l}$ ，而缺钠性低钠血症尿钠明显减少或消失。

# 防治



- 治病
  - 限水
  - 排泄：利尿
  - 转移：小剂量高渗盐水(减轻细胞水肿)
-

# 低钠血症



定义：低钠血症是指血钠浓度  $< 135\text{mmol/L}$

- 缺钠性低钠血症：低渗性失水
  - 稀释性低钠血症：水过多
  - 转移性低钠血症：少见
  - 特发性低钠血症：消耗性低钠血症
-

# 低钠血症



主要原因是丢钠多于失水，常见于

- 大量胃肠液丢失的患者
  - 大量饮水、输液的患者钠可以被稀释
  - 肾功能衰竭、心力衰竭和肝硬化的患者，血容量增加可导致钠过度稀释
  - 肾上腺功能不全和抗利尿激素分泌异常综合征（SIADH）
  - 引起抗利尿激素分泌增多的肿瘤、脑部疾病、肺部疾病等
  - 甲状腺功能减退、肾上腺皮质功能低下
  - 也见于应用某些药物（卡马西平、环磷酰胺、吗啡等）
-

# 低钠血症的治疗



- 原发病的治疗：十分重要
- 出现严重低钠血症 ( $<110\text{mmol/L}$ ) 需要立即急诊处理，给予静脉补钠，但若血钠浓度增加过快 ( $>10\text{mmol/L/h}$ )，可能导致桥脑脱髓鞘病变
- 经补液后收缩期血压仍然  $<90\text{mmHg}$ ，应考虑存在低血容量性休克，需在血流动力学监测下补充血容量
- 开始补充1/2丢失钠，复查血钠后再评估；在治疗过程中应注意查找病因进行针对性治疗；对稀释型低钠患者可补充3%~5%高渗氯化钠

低钠脱水的补钠估算公式如下：

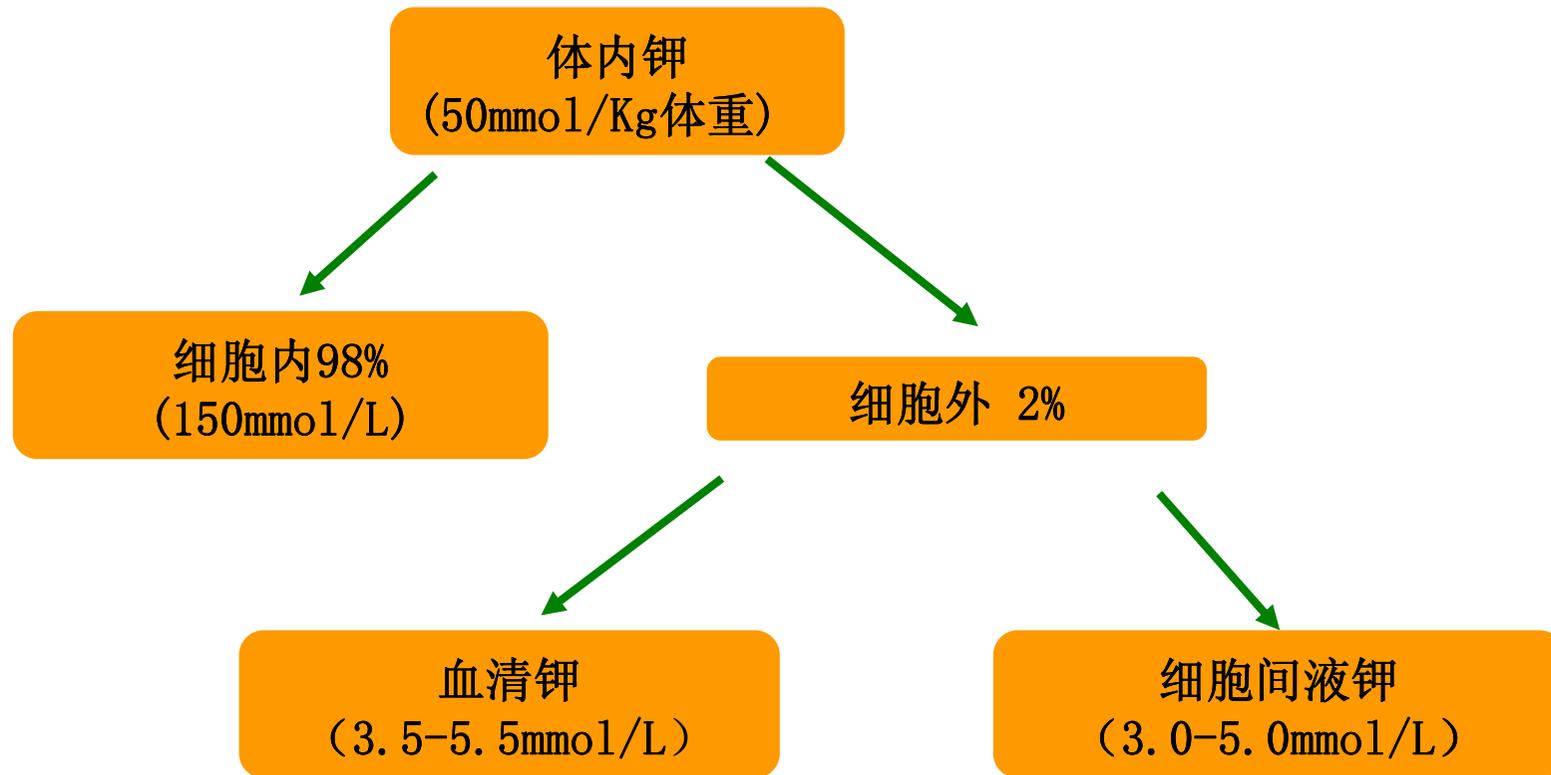
$$\text{需补钠 (mmol)} = [125 - \text{患者血钠 (mmol/L)}] \times \text{体重 (kg)} \times 0.6$$

$$\text{需补钠 (mmol)} = [142 - \text{患者血钠 (mmol/L)}] \times \text{体重 (kg)} \times 0.2$$

# 钾平衡紊乱



## 钾的含量及体内分布



成人每日需钾0.4mmol/kg (3-4g钾)

# 钾平衡的调节



- 肾是排钾的主要器官（约占85%），10%经粪，5%经汗及唾液排出。
  - 肾小球：滤过钾  
近端肾小管（近曲小管和髓袢）：几乎全部吸收（90%~95%）  
而尿中的钾主要是远端肾小管在醛固酮调节下再分泌的
  - 细胞内液的钾约为细胞外液的30-50倍，依赖钠泵（排钠保钾）
-

# 低钾血症



定义：低钾血症是指血清钾浓度  $< 3.5\text{mmol/L}$ ，一般  $< 3.0\text{mmol/L}$  的患者可出现严重临床症状

## 低钾血症的主要原因

- 缺钾性：摄入不足、排出过多（胃肠失钾、肾失钾）
  - 转移性：代碱或呼碱（PH每升高0.1，血钾约下降  $0.7\text{mmol/L}$ ）、使用大量葡萄糖胰岛素、周期性麻痹、棉籽油中毒等
  - 稀释性：细胞外液水潴留
-

# 低钾血症

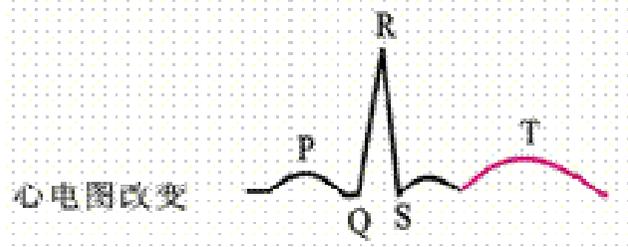
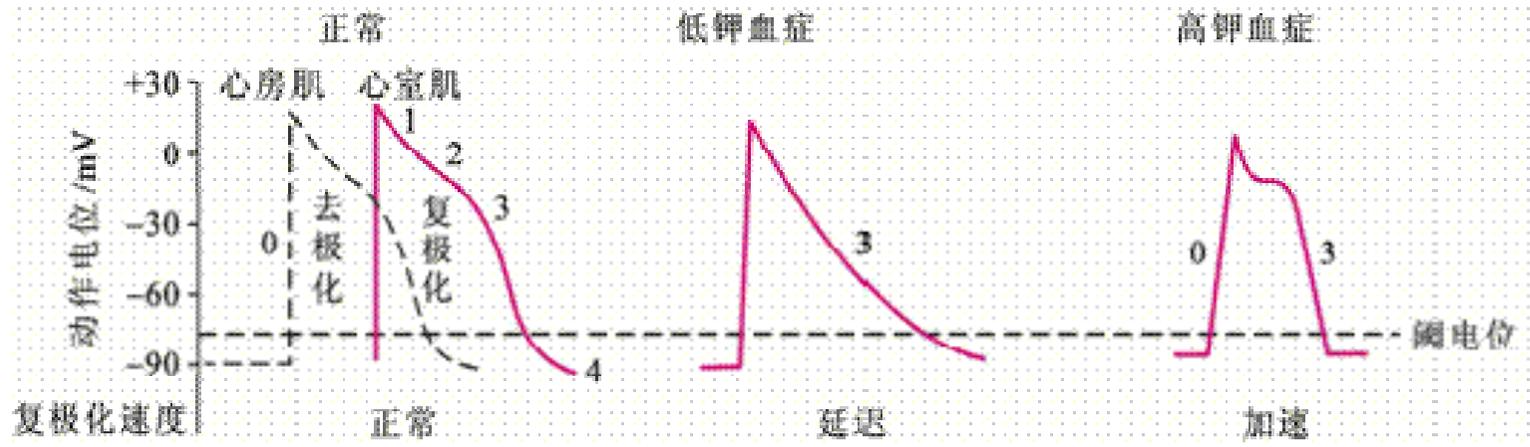


## 临床表现

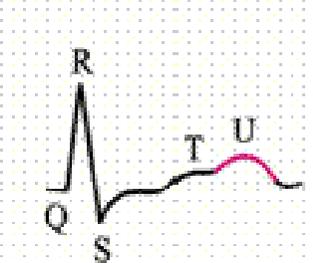
- 低血钾的临床症状不仅与血钾浓度有关，更重要的是与缺钾发生的速度和持续时间有关
- 血钾浓度  $< 3\text{mmol/L}$  可能引起肌肉无力、抽搐、甚至麻痹，特别是心脏病患者，可出现心律失常
- 除肌肉软瘫外，还存在腱反射减退

严重低钾最大危险是发生心脏性猝死

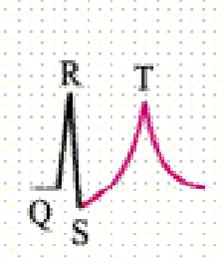
# 低钾与高钾血症对心肌动作电位影响及心电图对应关系



**Purkinje氏纤维复极化  
延时更严重→U波出现**



T波低平, U波明显  
S-T段压低  
Q-T间期延长



T波高耸  
Q-T间期缩短

# 低钾血症治疗



## 补钾应注意

- 见尿补钾
- 轻度低钾尽量采用口服途径
- 严重低钾血症、胃肠吸收障碍或出现心律失常，甚至呼吸肌无力应该尽早静脉补钾
- 限量（ $< 120\text{mmol/d}$ ）、限速（ $10\text{--}20\text{mmol/h}$ ）、限浓度（ $< 40\text{mmol/L}$ ）补钾
- 补钾常用剂型：氯化钾、枸橼酸钾、谷氨酸钾、门冬氨酸钾
- 酌情补钙

血钾每降低 $1\text{mmol/L}$ ，体内钾缺失 $100\text{--}400\text{mmol/L}$



- 门冬氨酸钾（有机钾）可改善细胞的能量代谢，增加ATP生成
- 对胞膜 $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$ -ATP酶活性具有明显的促进效应，促进 $\text{K}^+$ 进入细胞

氯化钾含钾13-14mmol/g

15%氯化钾10ml约含钾20mmol

4支门冬氨酸钾与3支KCl含钾量相当

# 补钾量



低钾血症分为

- 轻度低钾：血清钾 $3.0-3.5\text{mmol/L}$ （补氯化钾 $8\text{g}$ ）
- 中度低钾：血清钾 $2.5-3.0\text{mmol/L}$ （补氯化钾 $24\text{g}$ ）
- 重度低钾：血清钾 $<2.5\text{mmol/L}$ （补氯化钾 $40\text{g}$ ）

每日补氯化钾一般不超过 $12-15\text{g}$

# 高钾血症



定义：高钾血症是指血钾浓度 $>5.5\text{mmol/L}$ ，一般高血钾比低血钾更危险

## 高钾血症的原因

- 钾过多性高钾血症：肾排钾减少（少尿型急性肾衰竭、潴钾性利尿剂、转换酶抑制剂、酸中毒）、摄钾过多（在少尿基础上）
  - 转移性高钾血症：组织破坏（溶贫、烧伤、肿瘤接受大剂量化疗、横纹肌溶解等）、细胞膜转运功能障碍（代酸、休克、剧烈运动、使用琥珀胆碱及精氨酸等药物）
  - 浓缩性高钾血症：
-

# 高钾血症



临床表现：常被原发病掩盖，在心脏毒性发生前通常无症状

- 对心脏的影响：心肌收缩力下降，心率减慢、房室传导阻滞、心室颤动及心跳停搏
    - 血钾  $>6.0\text{mmol/L}$  时，ECG 出现基底窄而尖的 T 波
    - 血钾  $7-9\text{mmol/L}$  时，PR 间期延长和“P”波消失，QRS 波群增宽，ST-T 融合
    - 血钾  $>9-10\text{mmol/L}$ ，出现正弦波，QRS 波群延长，T 波高尖，进而心室颤动或室性停搏
  - 对骨骼肌的影响：疲乏无力、四肢松弛性瘫痪、腱反射消失
  - 对酸碱平衡的影响：代酸、胰岛素分泌增加
-

# 高钾血症治疗



## ➤ 轻度高钾血症 (血钾 $< 6\text{mmol/L}$ )

- 减少钾的摄入
- 停用保钾利尿剂、 $\beta$ 受体阻滞剂、非甾体类解热镇痛药 (NSAIDs) 或血管紧张素转化酶抑制剂 (ACEI)
- 加用袢利尿剂增加钾排泄

## ➤ 严重高钾血症 (血钾 $> 6\text{mmol/L}$ )

- 应考虑采取血液净化治疗
  - 10%葡萄糖酸钙
  - 胰岛素+50%葡萄糖滴注
  - 吸入大剂量  $\beta_2$ 受体激动剂
  - 碳酸氢钠, 30分钟内起效
  - 在急性或慢性肾衰, 尤其有高分解代谢或组织损伤时, 血钾  $> 5.0\text{mmol/L}$  即应开始排钾治疗
-

# 钙代谢异常



## ➤ 低钙：<math> < 2.15\text{mmol/L}</math>

- 表现为神经、肌肉兴奋性增高，易激动，口周和指尖麻木，手足抽搐，腱反射亢进
- 治疗原则：处理原发病，补钙
- 钙制剂禁忌肌肉注射

## ➤ 高钙：>2.75mmol/L

- 表现为便秘和多尿，**4-5mmol/L**可危及生命
  - 治疗以处理原发病和促进肾脏排泄为原则
-

# 镁代谢异常



- 低 $Mg^{2+}$   $< 0.75 \text{ mmol/L}$  神经肌肉系统功能亢进
  - 高 $Mg^{2+}$   $> 1.05 \text{ mmol/L}$  中枢和周围神经传导障碍，肌肉软弱无力，应用 $Ca^{2+}$ 剂拮抗
-

# 磷代谢异常



- 低磷:  $<0.81\text{mmol/L}$  神经肌肉症状如头晕, 厌食, 肌无力等
  - 高磷:  $>1.78\text{mmol/L}$  低钙表现为主
-

# 处理水电解质失调的基本原则



- 充分掌握病史，详细检查病人体征。
  - 即刻的实验室检查
  - 综合病史及上述实验室资料，确定水电解质及酸碱失调的类型及程度
-

# 处理水电解质失调的基本原则



在积极治疗原发病的同时，制定纠正水电解质及酸碱失调的治疗方案。如果存在多种失调，应分轻重缓急，依次予以调整纠正。首先要处理的应该是：

- 积极恢复病人的血容量，保证循环状态良好
  - 缺氧状态应予以积极纠正
  - 严重的酸中毒或碱中毒的纠正
  - 严重高钾血症的治疗
-



**Thank You !**

