




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……

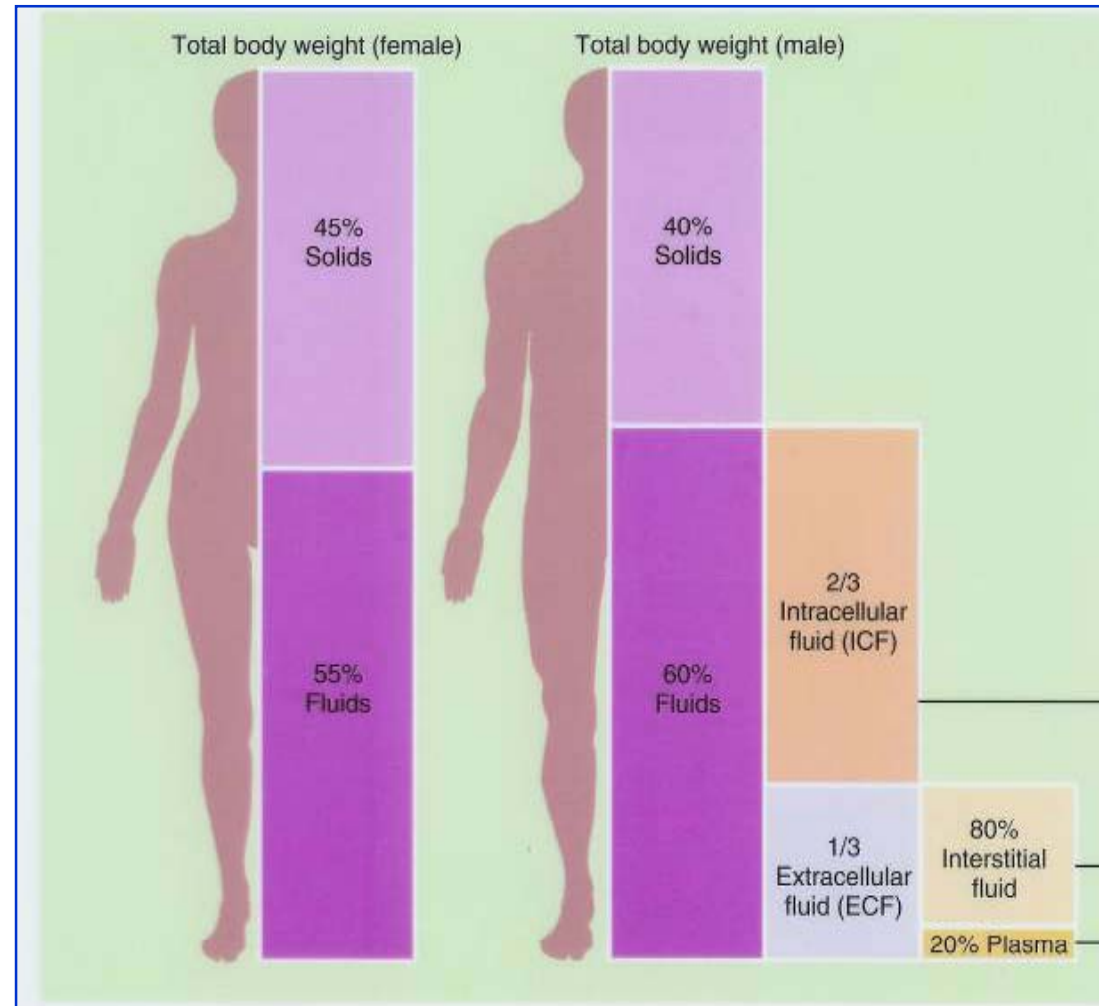


体液含量及分布

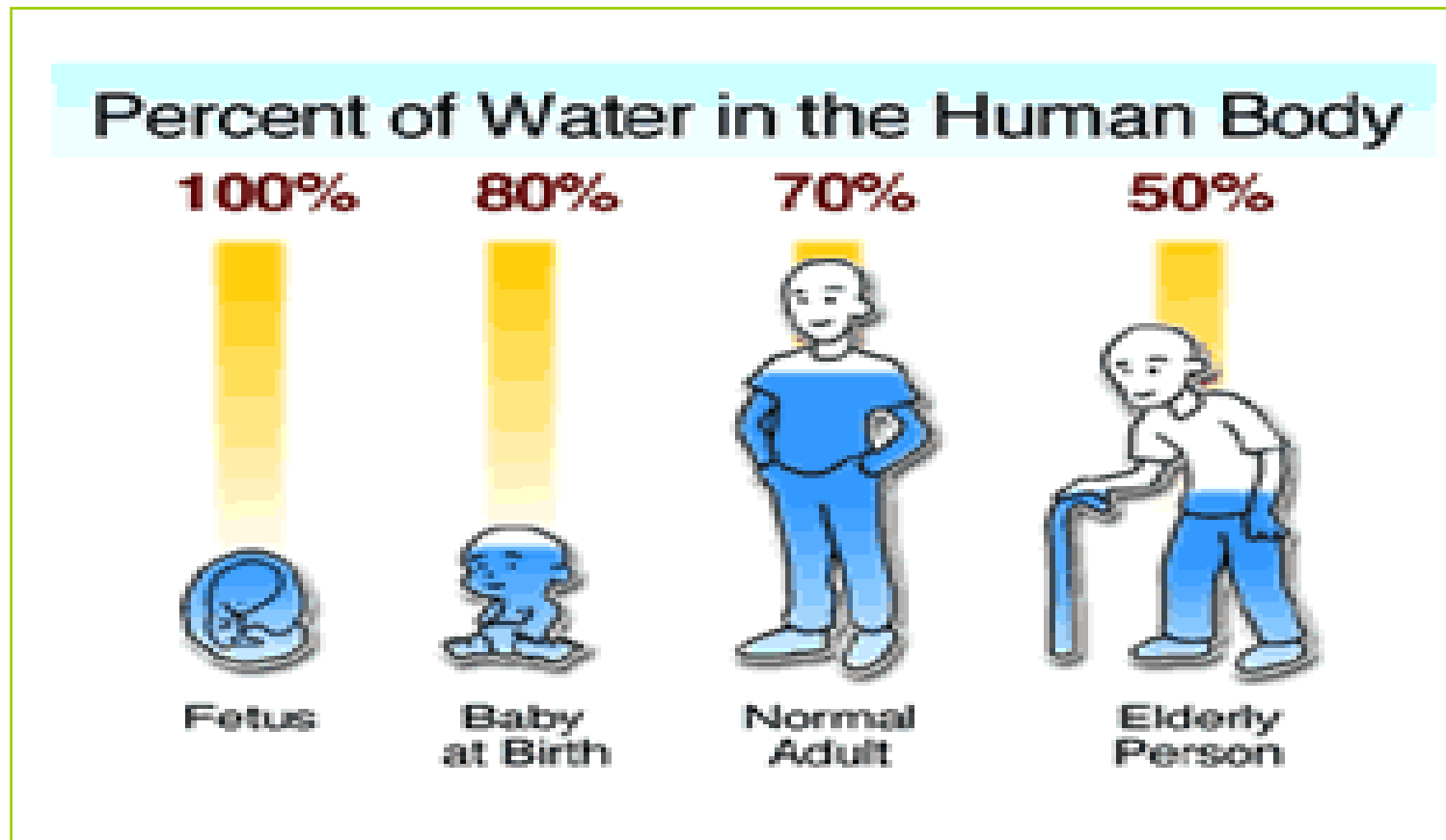


成人体液含量占
体重60%

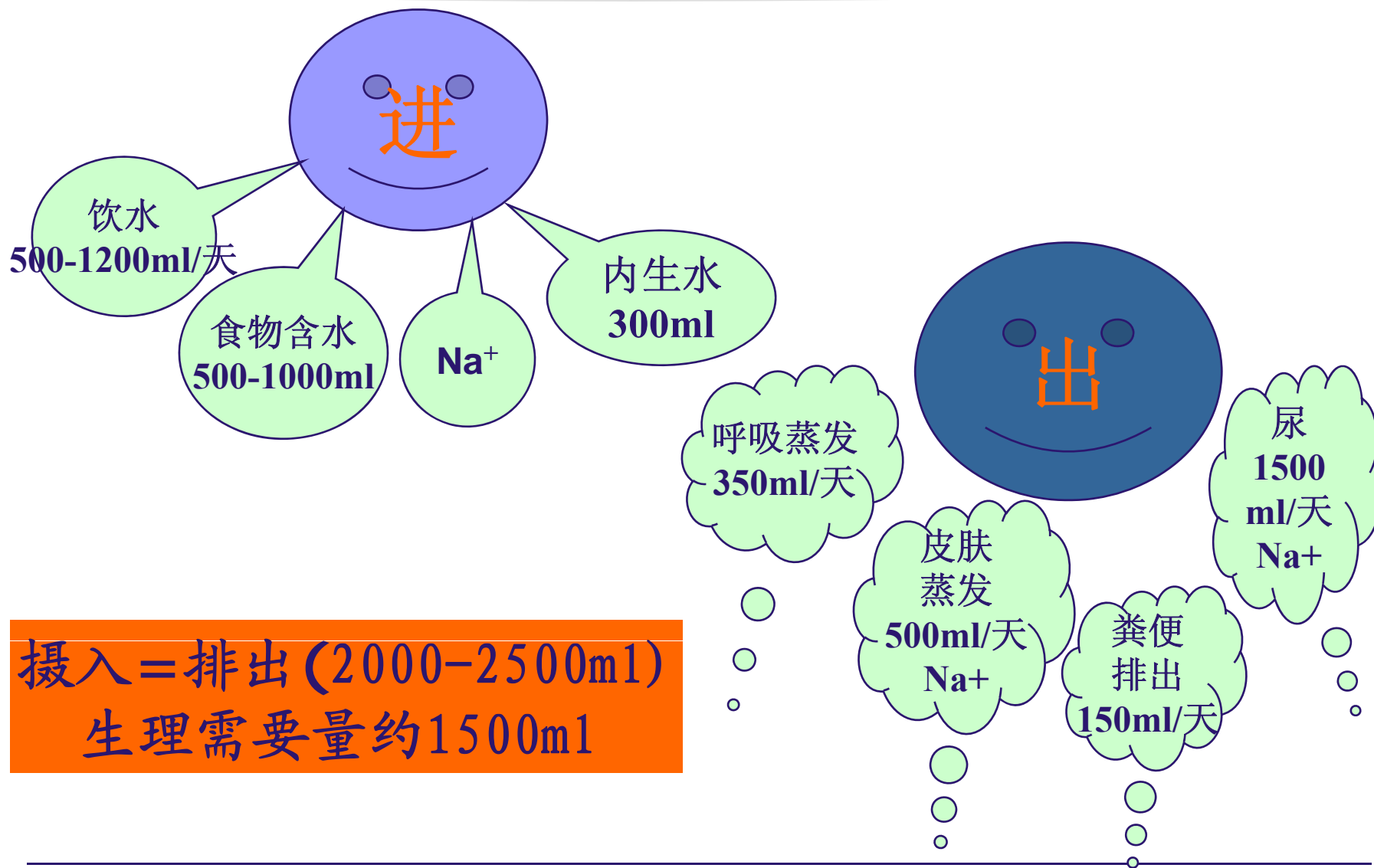
- 细胞内ICF40%
- 细胞外ECF20%
 - 血浆5%
 - 组织间液15%
 - 第三间隙液



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 Na^+ ，主要的阴离子是 Cl^- 、 HCO_3^- 和蛋白质；

细胞内液中主要的阳离子是 K^+ 和 Mg^{2+} ，主要的阴离子是 HPO_4^{2-} 和蛋白质。

DISTRIBUTION OF SOLUTES

EXTRACELLULAR		INTRACELLULAR	
Na^+	142	Na^+	10
K^+	4	K^+	140
Cl^-	110	Cl^-	3
HCO_3^-	24	HCO_3^-	10
Inorganic ⁻	12	Organic ⁻	137
Glucose	3	Glucose	2.5
OSM	300	↔	300
Urea		↔	UREA
(ETOH)		↔	(ETOH)

Units: mmole/kg of water, except organic⁻

*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



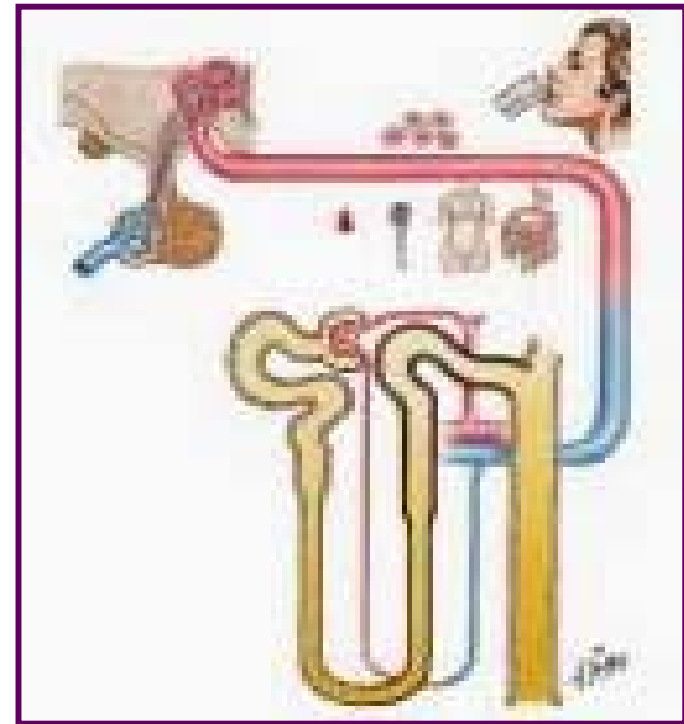
- 下丘脑-垂体后叶-抗利尿激素：渗透压
- 肾脏-血管紧张素-醛固酮：血容量

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

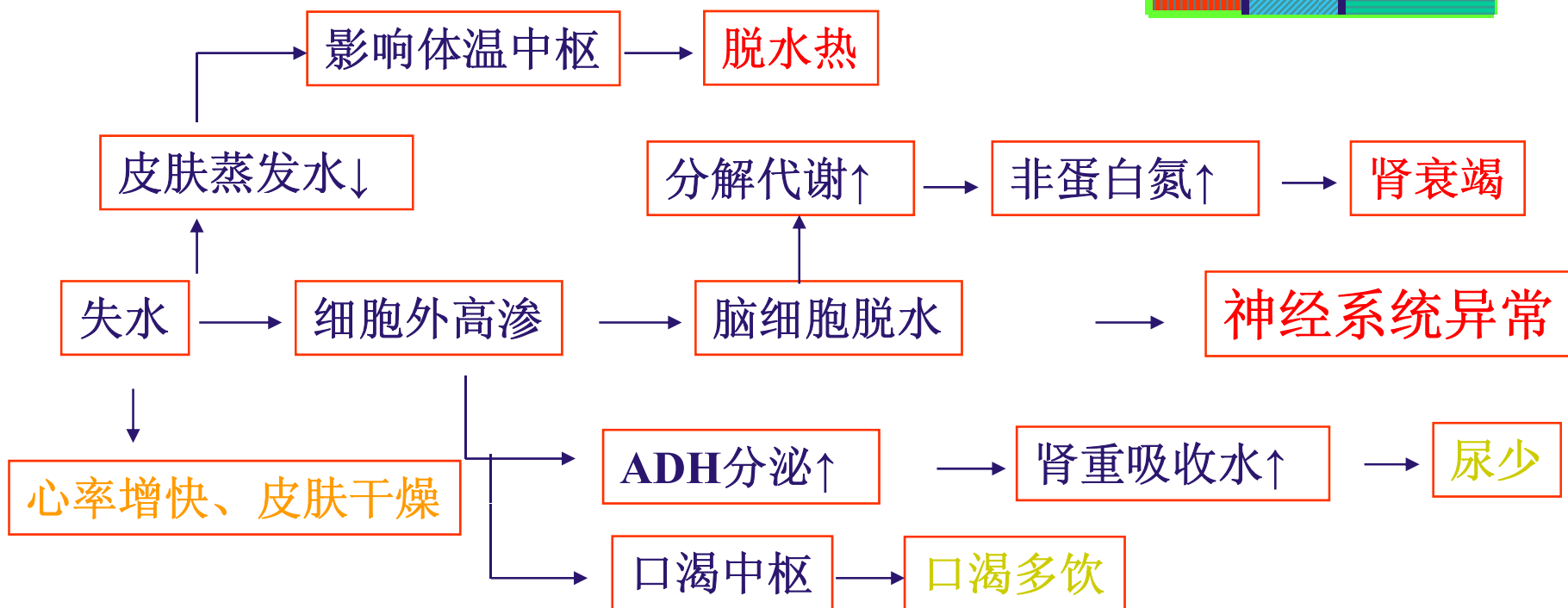
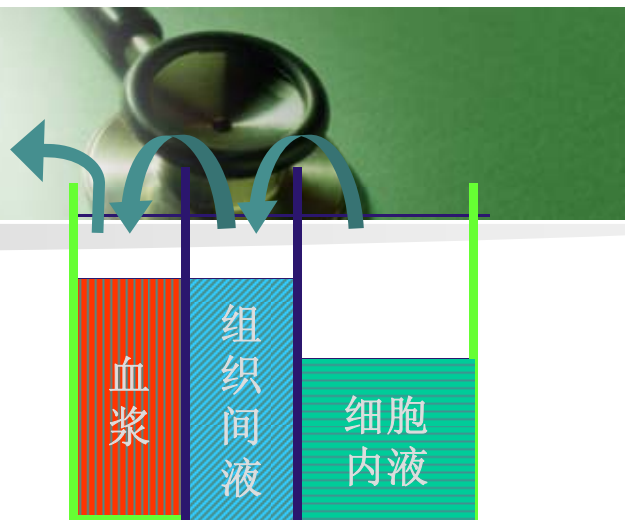
治疗

高渗性失水的临床表现



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

高渗性失水的临床表现



高渗性失水的诊断



➤ 病史

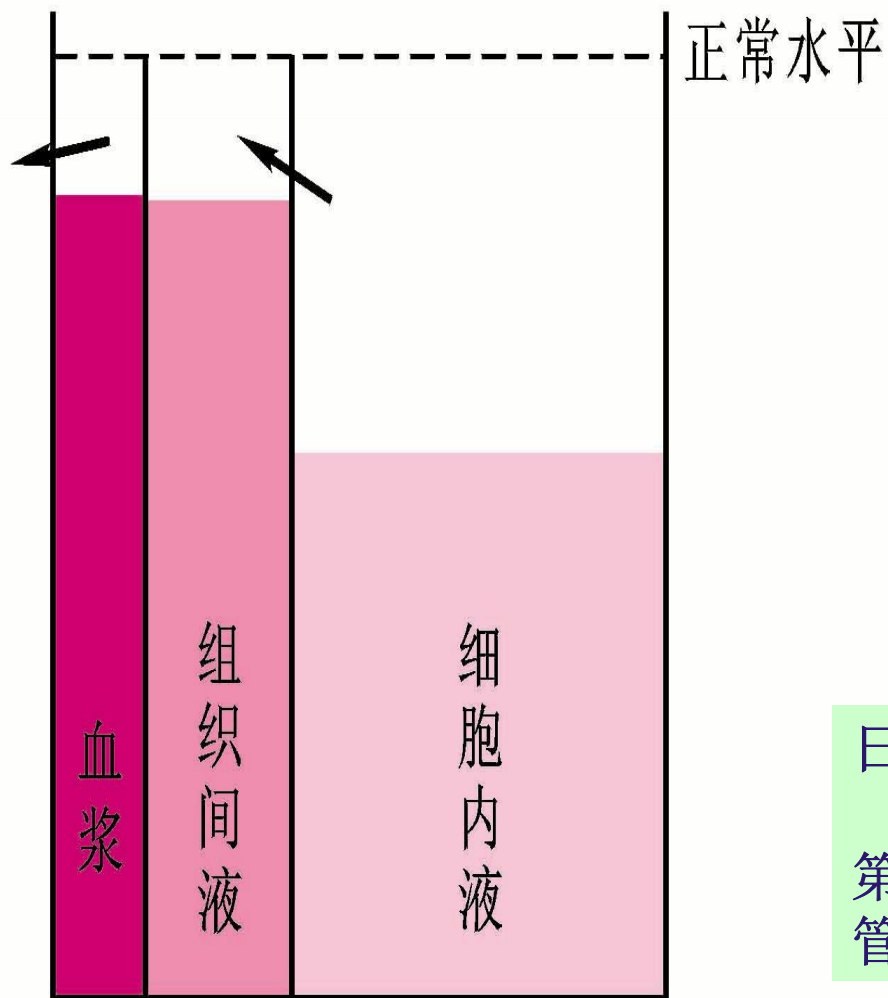
➤ 临床表现

➤ 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？

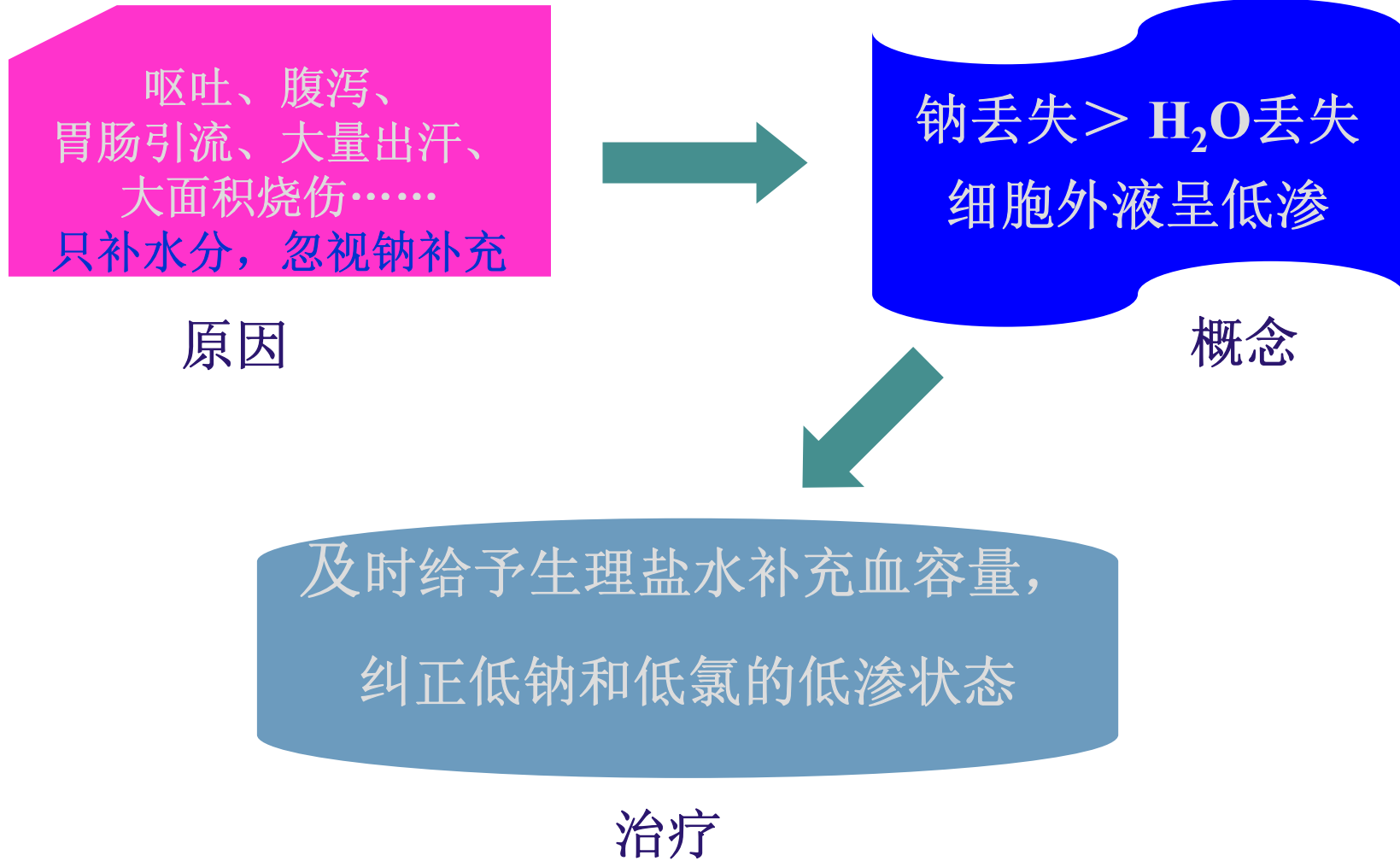
丢失量=正常体液总量-现有体液总量

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

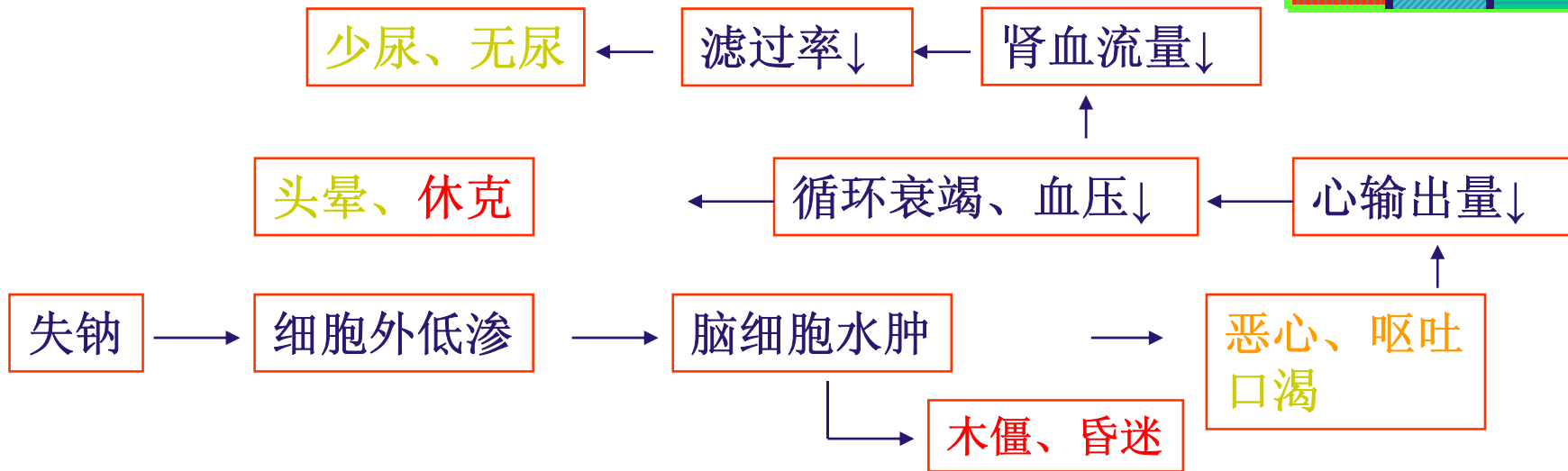
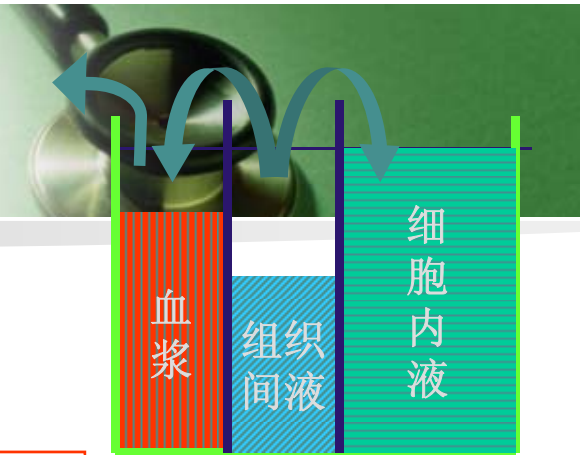


轻度(血浆钠 130mmol/l 左右) : 乏、少、渴、
晕、尿钠低

中度(血浆钠 120mmol/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 110mmol/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

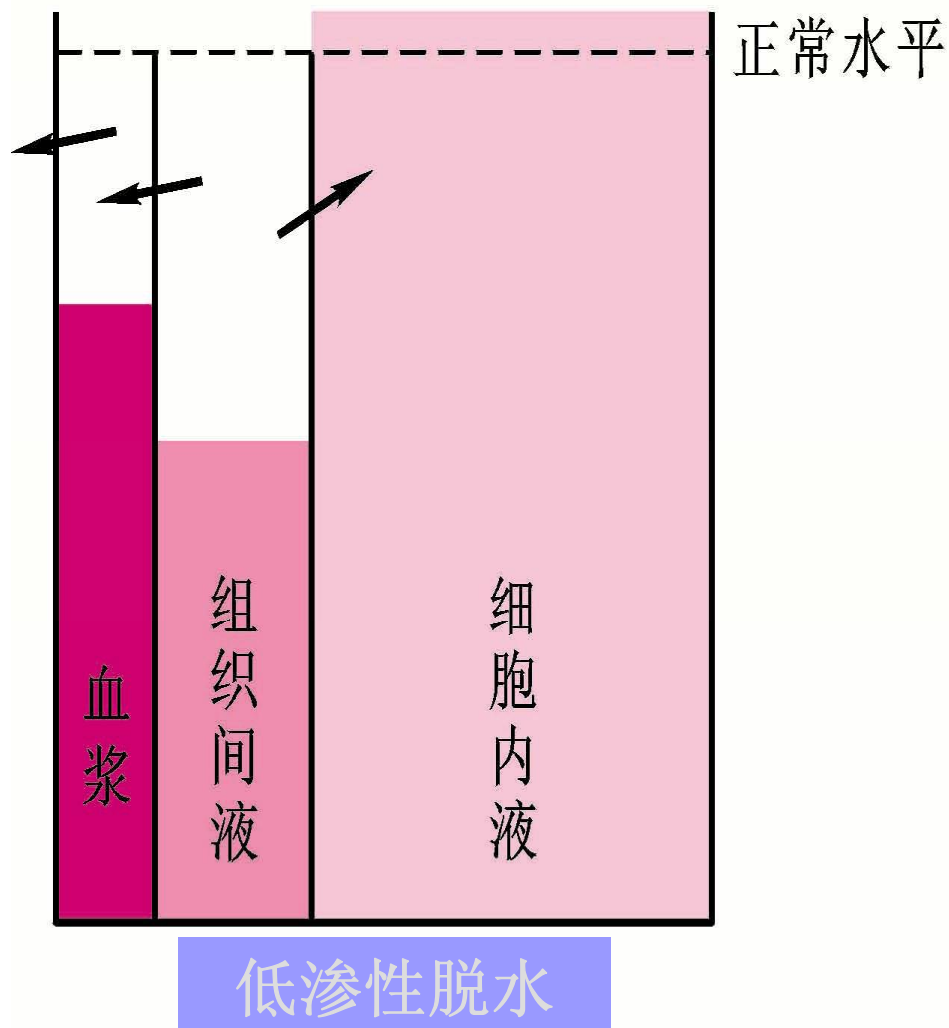
➤ 临床表现

➤ 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 $10:1$)



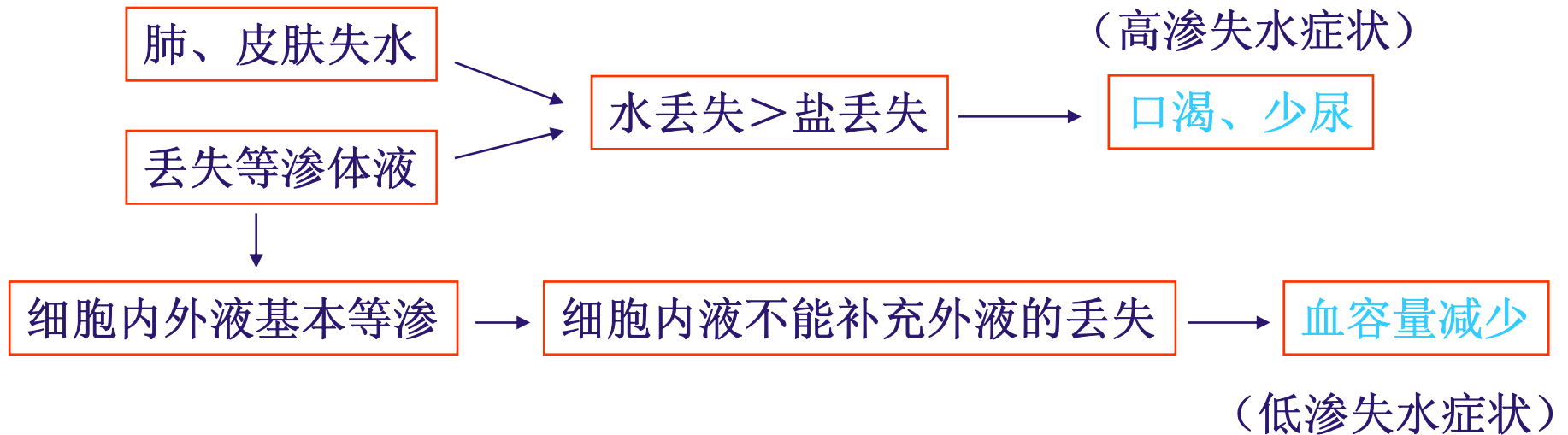
低渗性失水的治疗原则



- 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



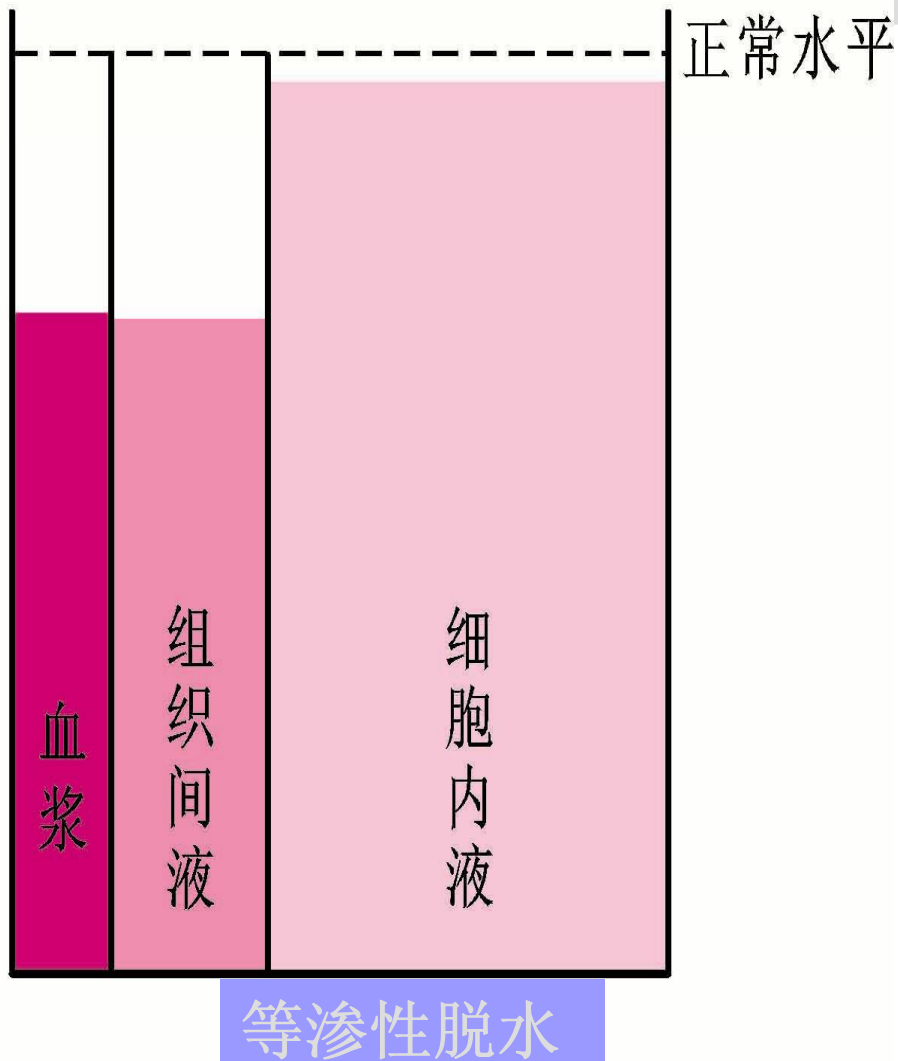
➤ 病史

➤ 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

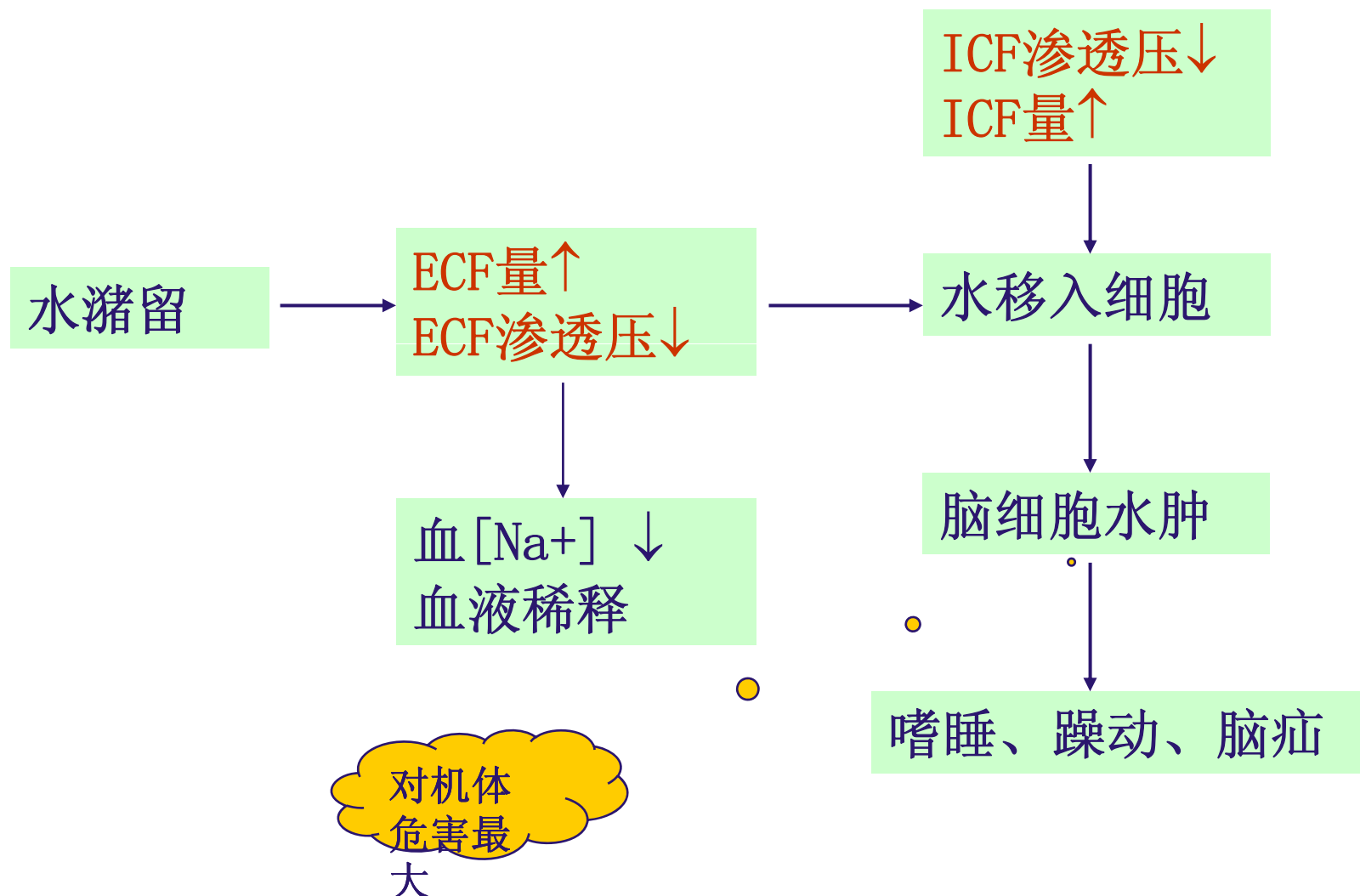
(hypervolemic hyponatremia)

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：

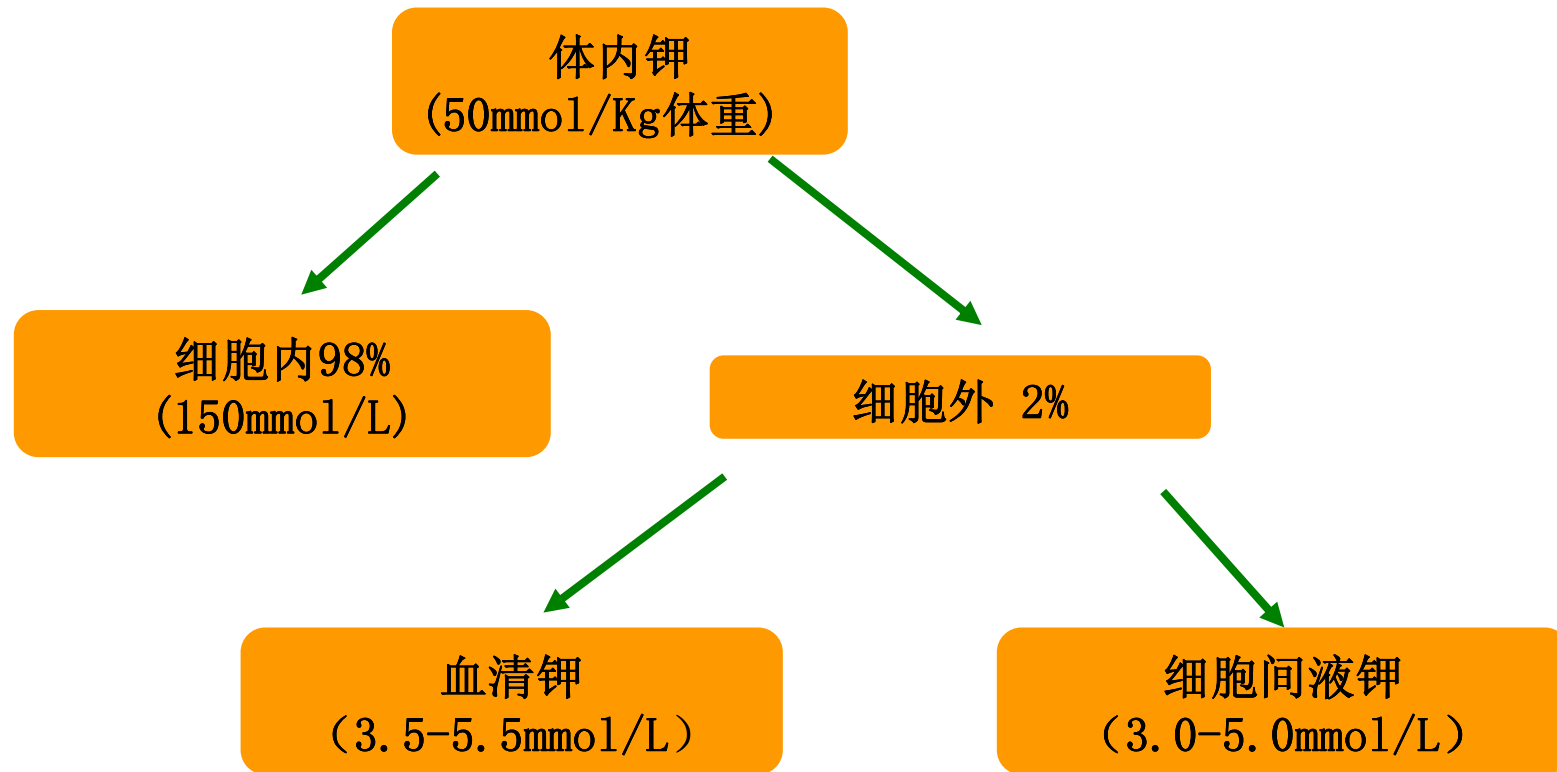
$$\text{需补钠 (mmol)} = [125 - \text{患者血钠 (mmol/L)}] \times \text{体重 (kg)} \times 0.6$$

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

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 0.7mmol/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

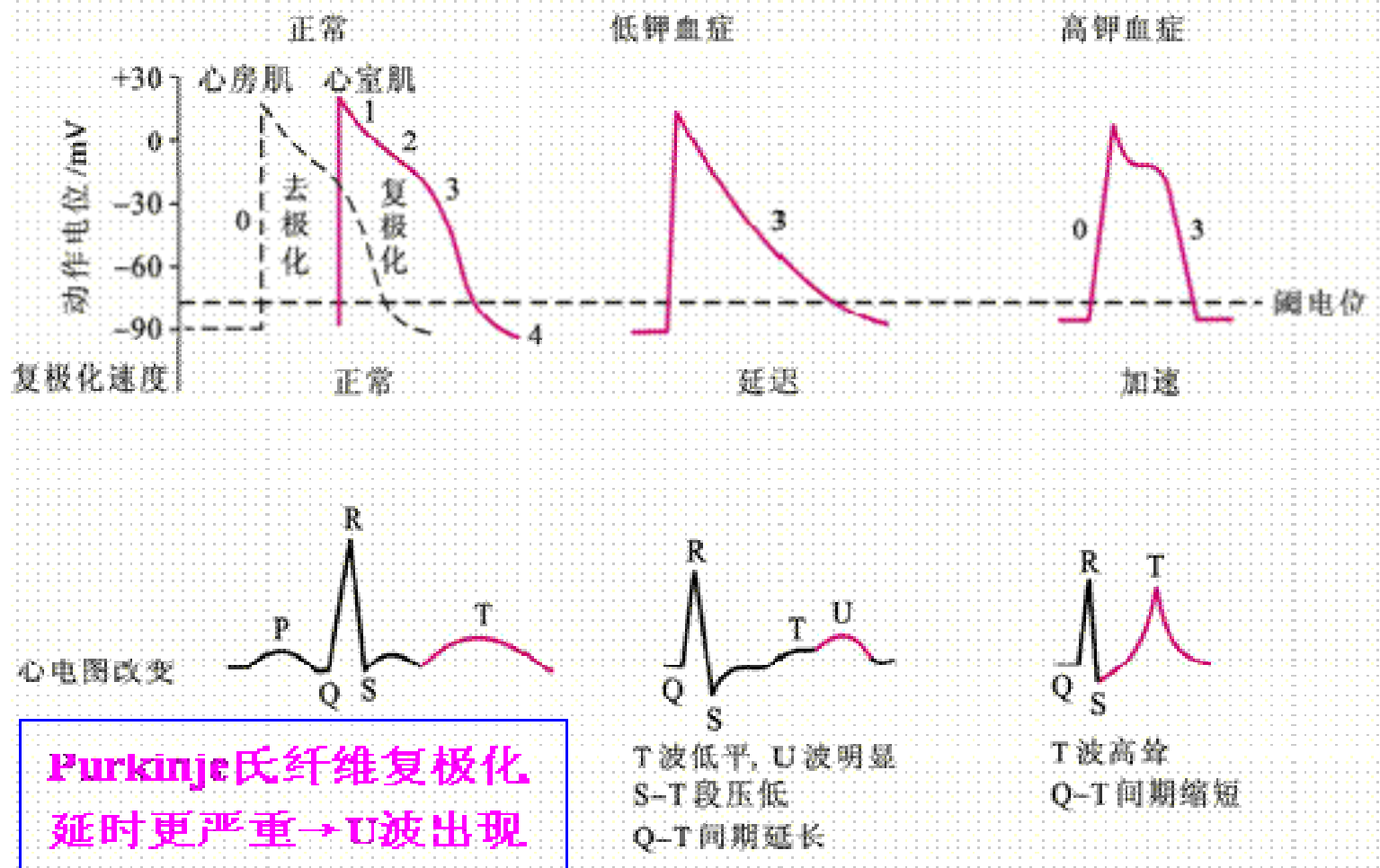


临床表现

- 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



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 1mmol/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 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 8g ）
- 中度低钾：血清钾 $2.5-3.0\text{mmol/L}$ （补氯化钾 24g ）
- 重度低钾：血清钾 $<2.5\text{mmol/L}$ （补氯化钾 40g ）

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、 β 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 β_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：2.15mmol/L

- 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 !

