



北京协和医院
杜斌

利益冲突

- 无

低钠血症：病例1

- 58岁男性多发骨髓瘤患者, 主诉腰背疼痛. 血液生化检查结果如下:

– Na	130	mmol/L
– K	4.9	mmol/L
– Cr	135	μmol/L
– BUN	18	mmol/L
– Pro	110	g/L
– Alb	30	g/L
- 为确定低钠血症的原因, 应进行什么检查?

低钠血症：病例2

- 73岁男性抽搐发作. 血液生化结果如下:

– Na	104	mmol/L
– K	4.1	mmol/L
– Cr	114	μmol/L
– BUN	15	mmol/L
– Sosm	234	mOsm/L
– Uosm	245	mOsm/L
– Na _u	78	mmol/L
- 诊断为何?

正常人体内钠的分布(BWt 70 kg)

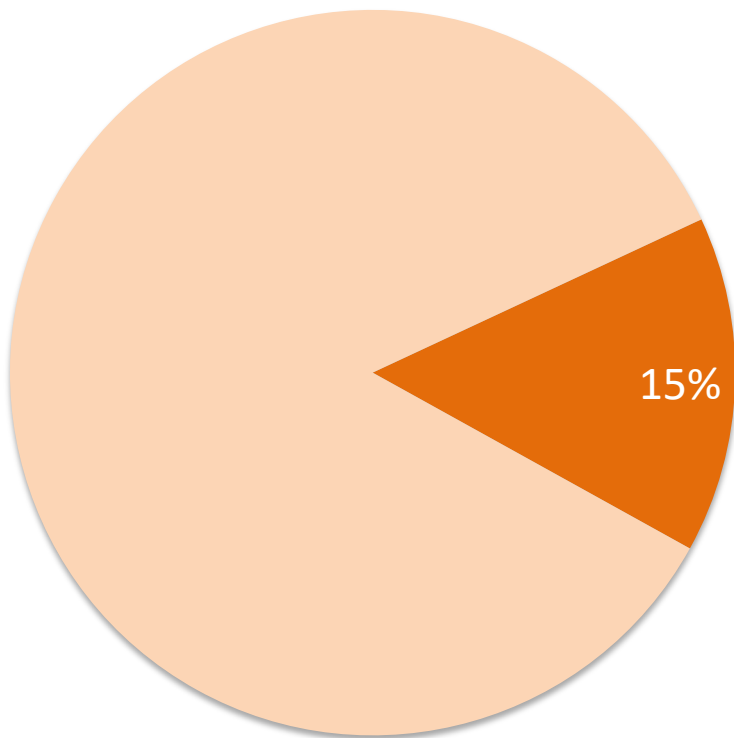
	总量(mmol)	mmol/kg
总体钠	4000	58
骨骼中不能交换的钠	1200	17
可以交换的钠	2800	40
细胞内钠	250	3
细胞外钠	2400	35
骨骼中可以交换的钠	150	2

低钠血症：定义

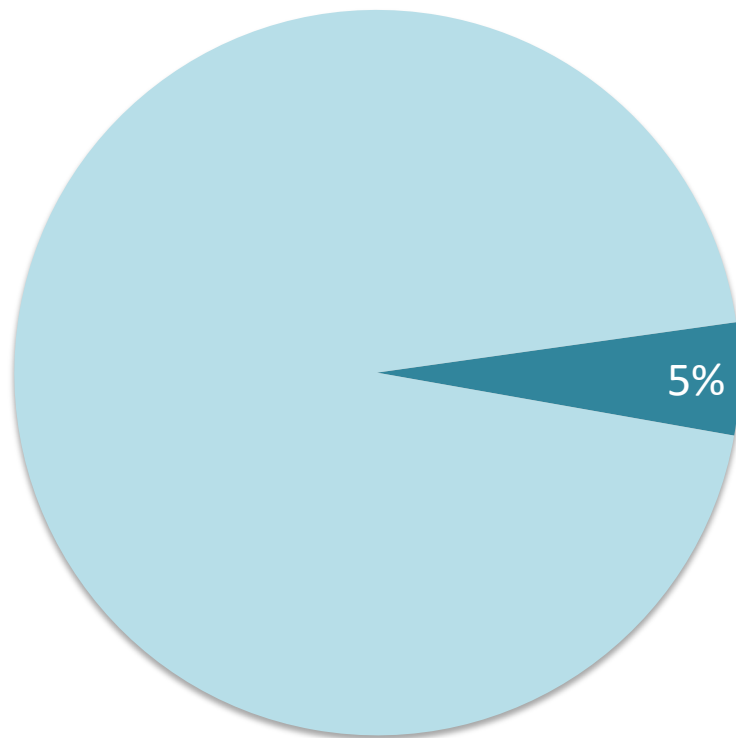
- 血清钠浓度 < 136 mmol/L

低钠血症：患病率

血钠浓度 < 134 mmol/L



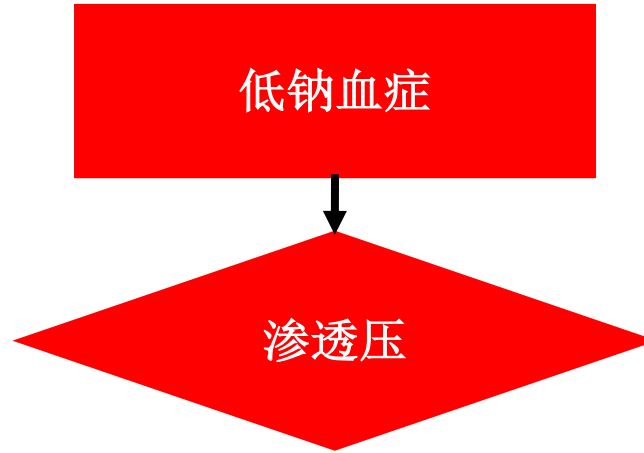
血钠浓度 < 125 mmol/L



低钠血症：重要性

- 最常见的电解质紊乱
- 急性严重低钠血症显著增加罹患率及病死率
- 轻度低钠血症在治疗过程中仍可进展
- 具有多种基础疾病的低钠血症患者病死率极高
- 过快纠正低钠血症可能引起神经系统异常甚至死亡

低钠血症：鉴别诊断



生理学：血浆渗透压

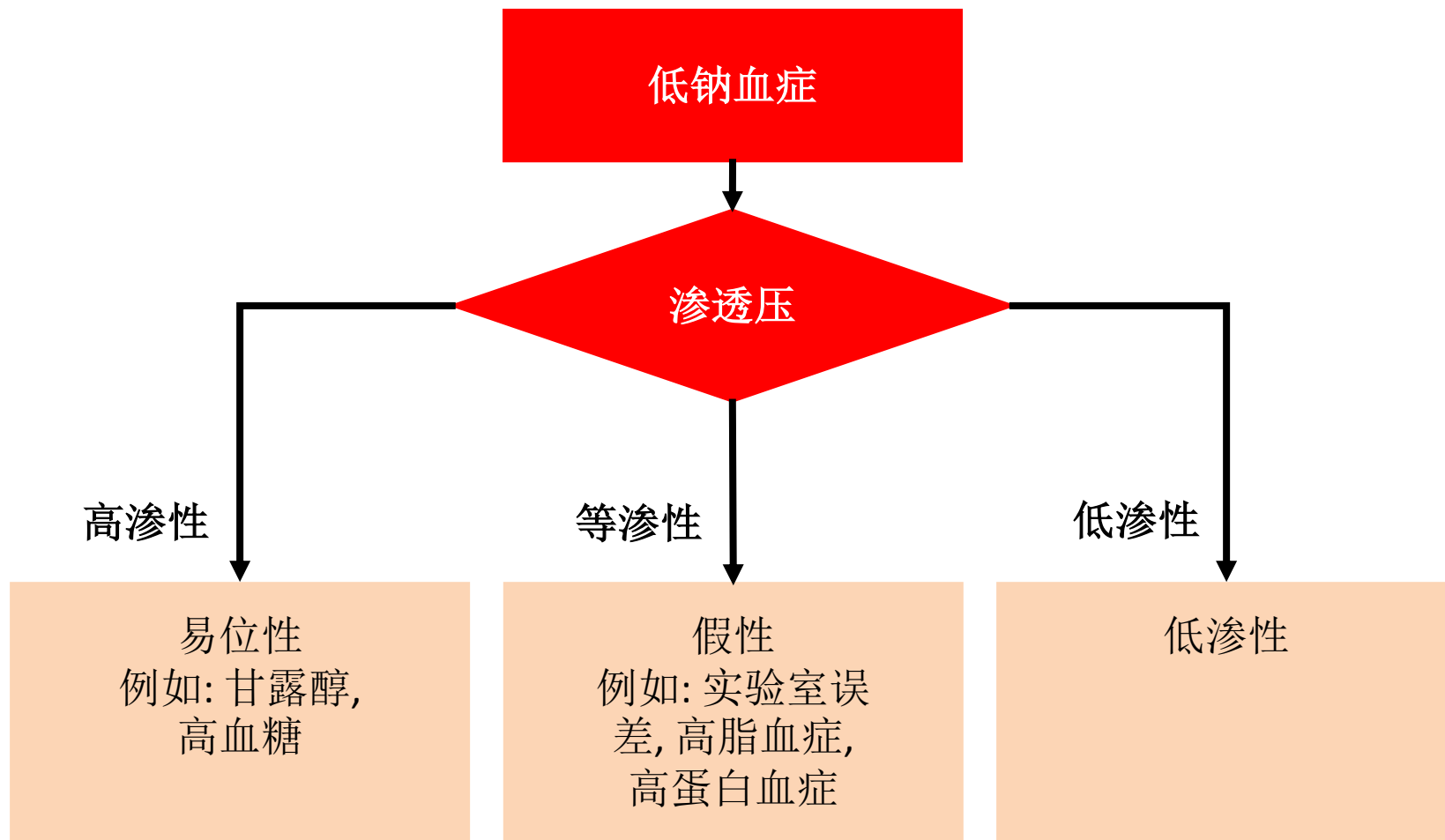
$$\text{Osm} = 2 \times [\text{Na}^+] + [\text{Glu}] + [\text{BUN}]$$

[Na⁺]: 血钠浓度, 单位mmol/L

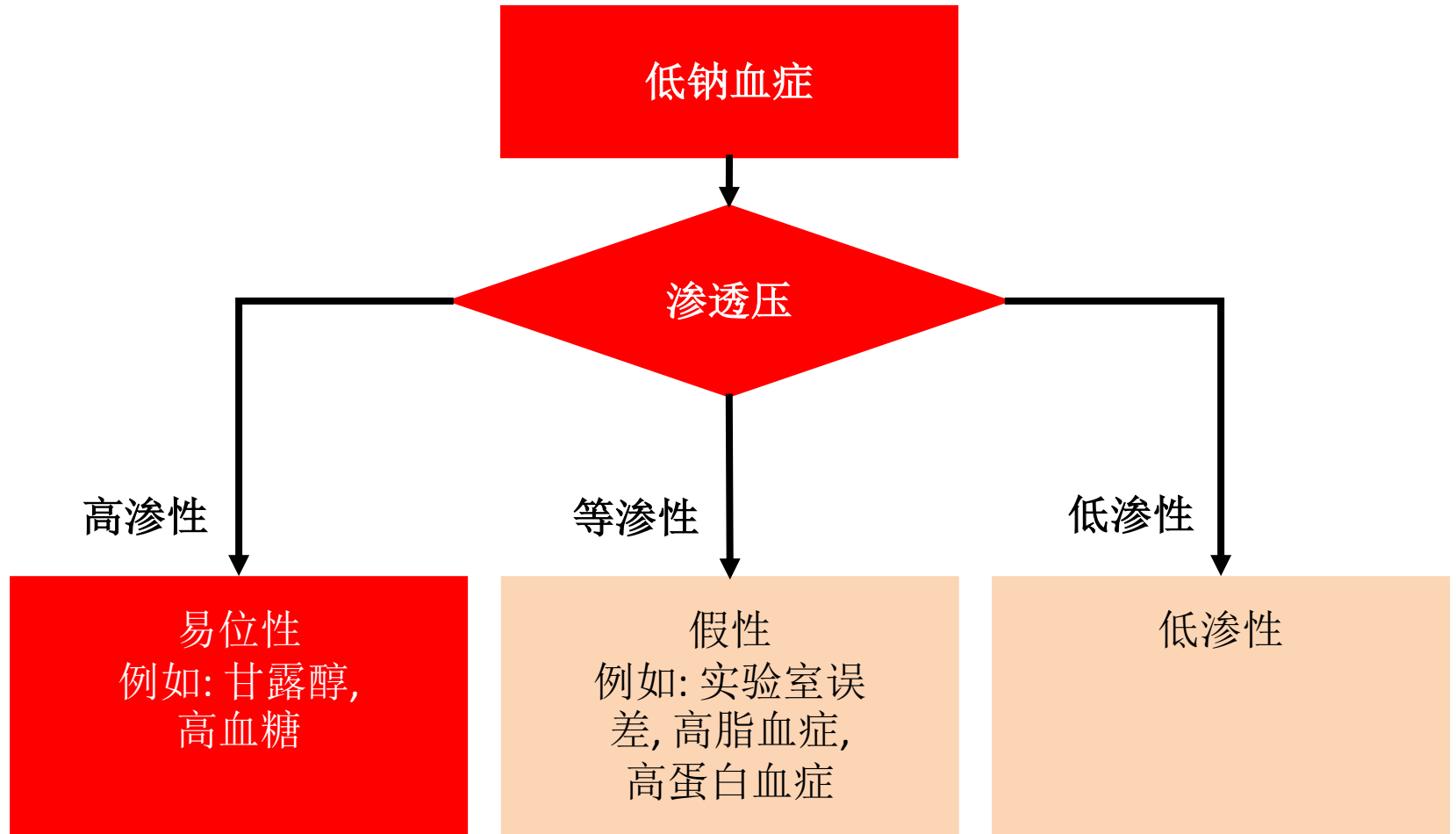
[Glu]: 血糖浓度, 单位mmol/L

[BUN]: 尿素氮浓度, 单位mmol/L

低钠血症：鉴别诊断




低钠血症：鉴别诊断




易位性低钠血症：血浆渗透压

$$\text{Osm} = 2 \times [\text{Na}^+] + [\text{Glu}] + [\text{BUN}] + [\text{X}]$$



葡萄糖



甘露醇
山梨醇
甘油

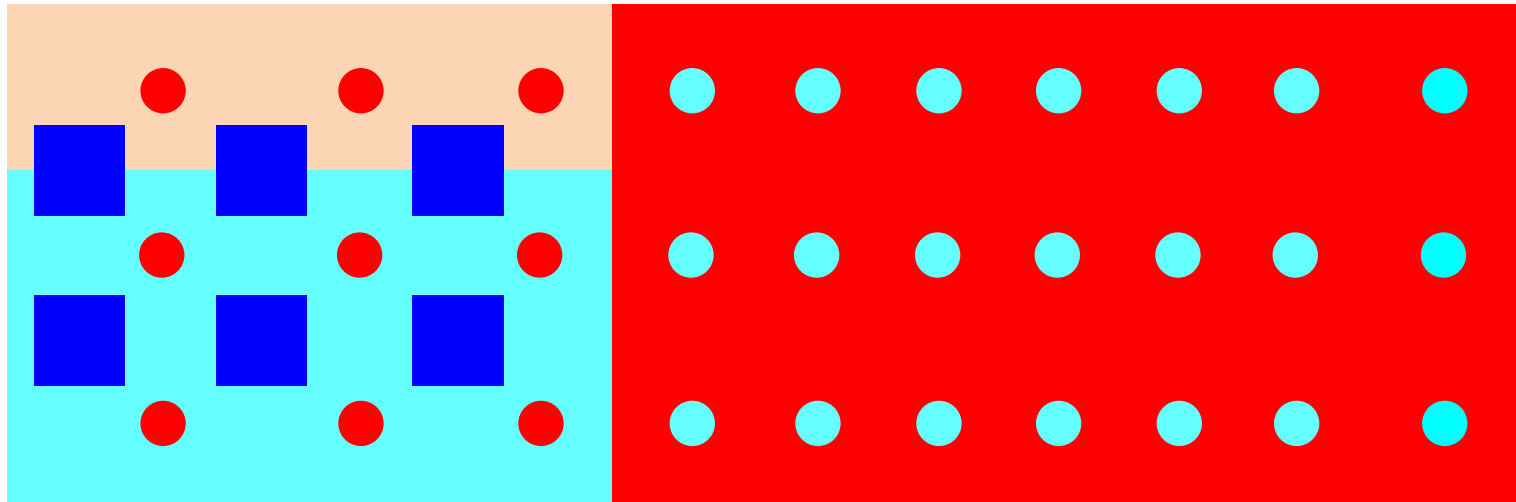
易位性低钠血症

- 局限于细胞外液中的溶质促使水从细胞内转移至细胞外液。例如：
 - 高血糖
 - 高张甘露醇的潴留
- 血清渗透压及张性升高, 张性的增加导致细胞脱水

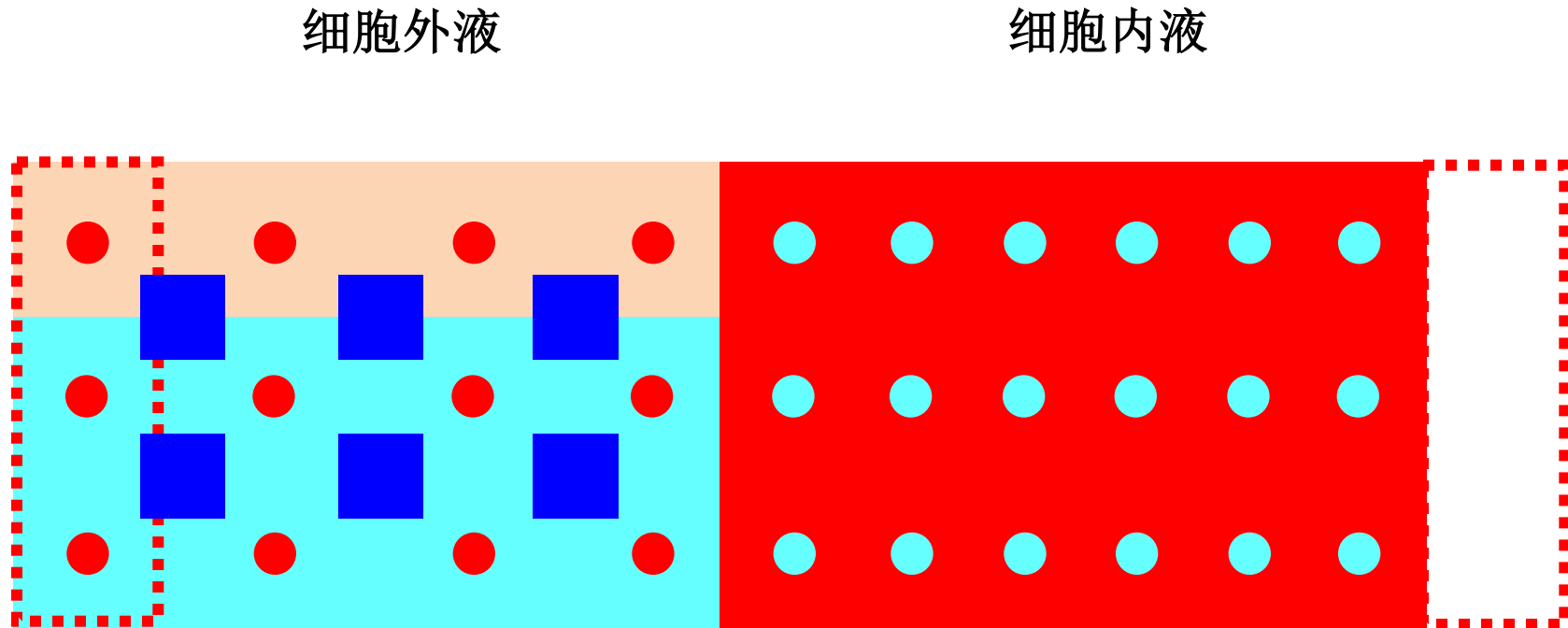
易位性低钠血症：发病机制

细胞外液

细胞内液



易位性低钠血症：发病机制



易位性低钠血症

- 血糖每增加100 mg/dl (5.6 mmol/L)
 - 血清渗透压增加~ 2.0 mOsm/kg
 - 血钠降低~ 1.6 mmol/L
- 高张甘露醇潴留
 - 肾功能不全

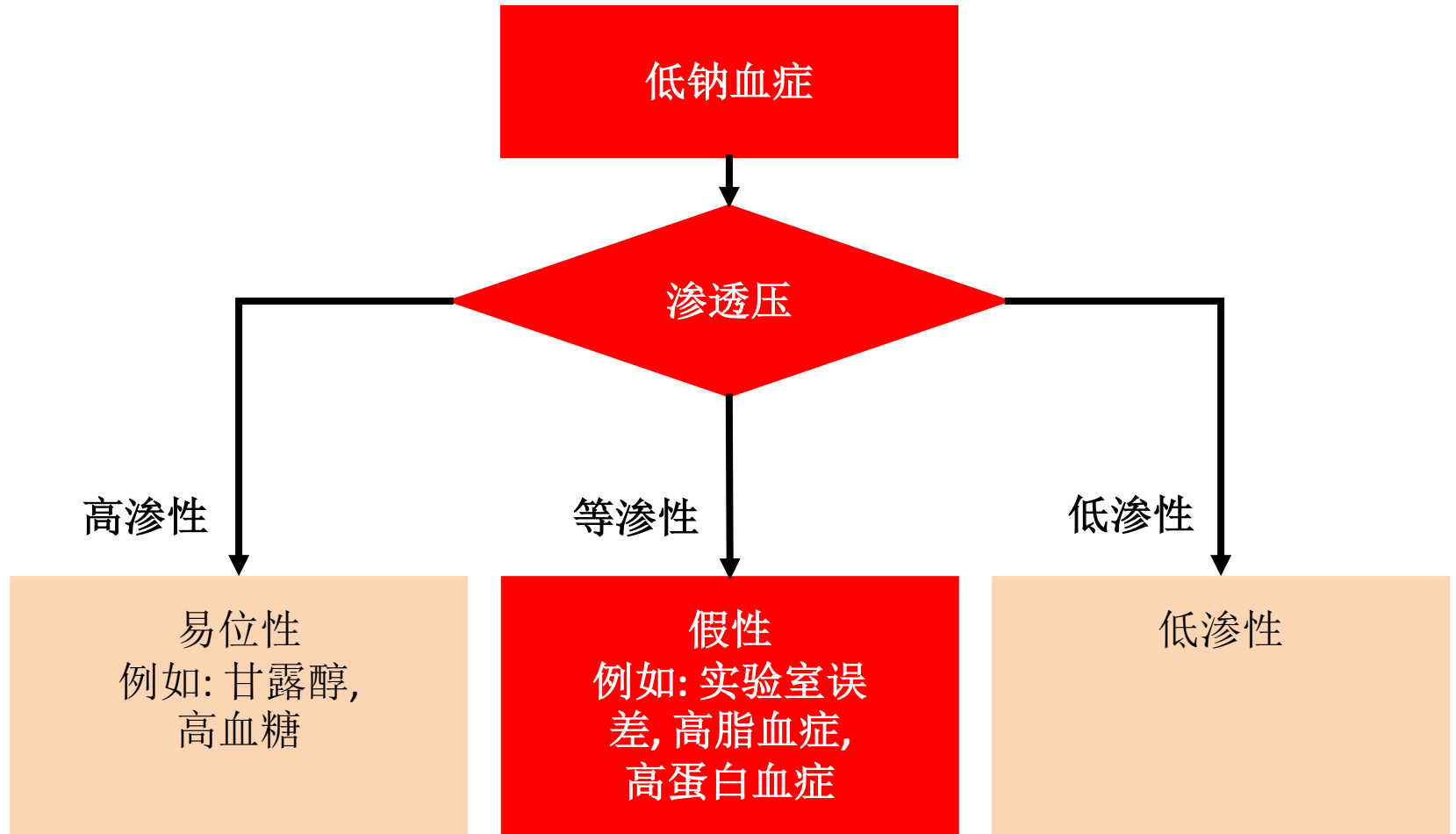
低钠血症：鉴别诊断

- 我们推荐测定血糖水平，如果血糖升高，应根据血糖水平对血钠进行校正，以排除高血糖性低钠血症(1D)

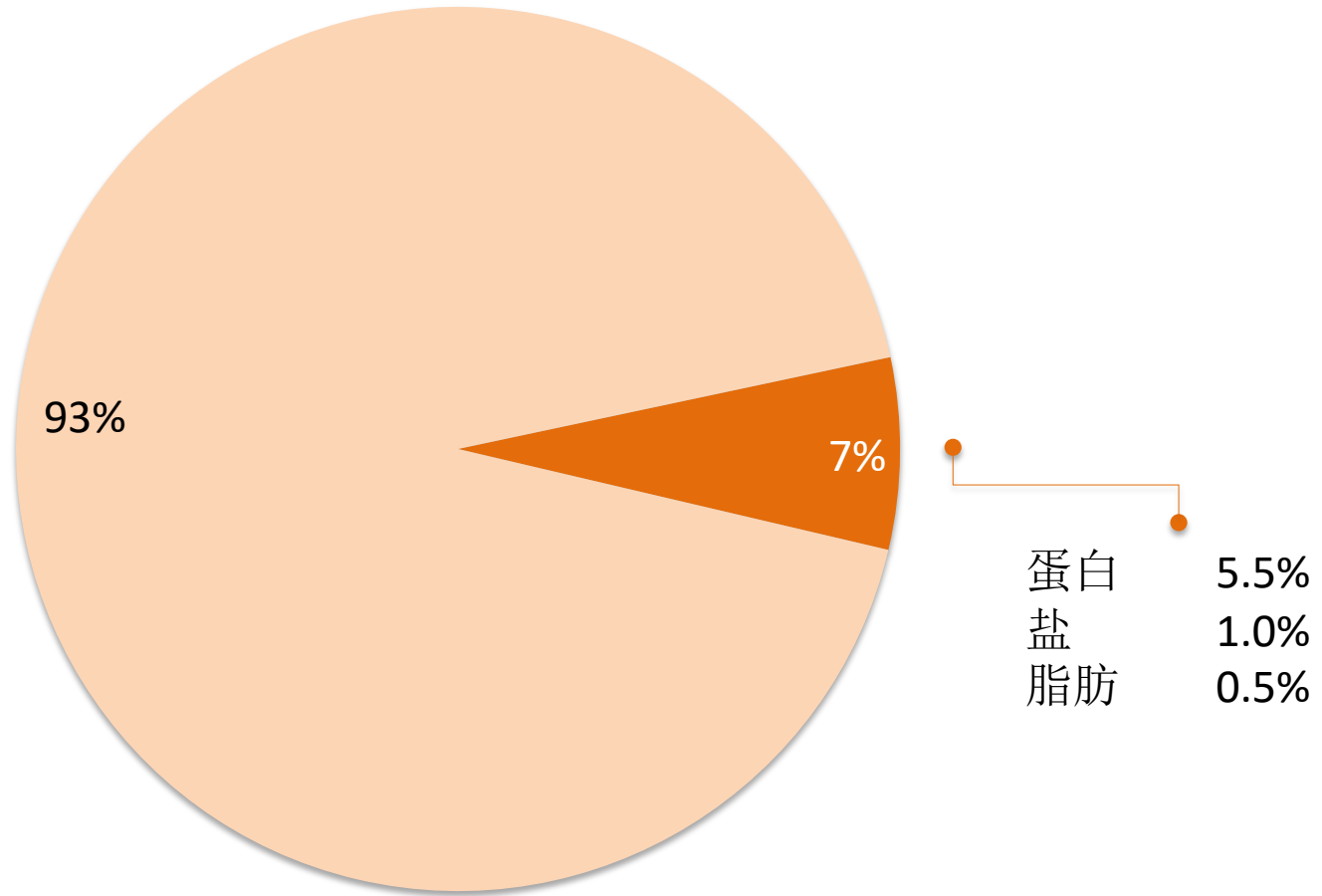
$$\text{校正后 [Na}^+\text{]} = \text{测定 [Na}^+\text{]} + 2.4 \times \frac{[\text{Glu (mg/dL)}] - 100 \text{ mg/dL}}{100 \text{ mg/dL}}$$

$$\text{校正后 [Na}^+\text{]} = \text{测定 [Na}^+\text{]} + 2.4 \times \frac{[\text{Glu (mg/dL)}] - 5.5 \text{ mmol/L}}{5.5 \text{ mmol/L}}$$

低钠血症：鉴别诊断



血浆成分



假性低钠血症：发病机制

- 如果血浆中固体相显著增加，将出现假性低钠血症
 - 高脂血症(hyperlipidemia)
 - 高蛋白血症(hyperparaproteinemia)

假性低钠血症：常见病因

高甘油三酯血症

[> 1500 mg/dL (17 mmol/L)]

- 糖尿病
- 阻塞性肝脏疾病
- 肾病综合征
- 急性胰腺炎
- 家族性高甘油三酯血症

高蛋白血症

[> 10 g/dL (100 g/L)]

- 副蛋白血症
 - 多发骨髓瘤
- 大量应用静脉丙球

血钠的实验室测定

- 火焰光度计(flame photometry)
 - 1980年前后常规测定血钠的唯一方法
 - 采用稀释的血浆或血清标本
- 离子特异性电极(ion-specific electrode)
 - 间接离子特异性电极: 稀释标本
 - 直接离子特异性电极: 未经稀释标本

血钠的实验室测定

- 血钠单位：mmol/L血浆
 - 钠仅存在于血浆的水相中
 - 血浆水相中钠的浓度 = 有生理意义的指标
- 例如
 - 钠浓度140 mmol/L
 - 水相占血浆总容量的93%
 - 血浆水相中具有生理意义的钠浓度 = $140 \times (100 / 93) = 150$ mmol/L

血钠的实验室测定

- 血浆中水相容量保持恒定
- 血钠浓度与血浆水相钠浓度的差异可以忽略
- 例外情况：
 - 血浆水含量改变，或
 - 测定前标本被稀释

低钠血症：血浆中固相成分的影响

病例A

患者A的1 ml血浆中含：

930 μl 水及70 μl 固体

水中 $[\text{Na}^+] = 150 \text{ mmol/L}$

固相 $[\text{Na}^+] = 0 \text{ mmol/L}$

采用1:10稀释的标本测定钠浓度=

$$150 \times 0.93 / 10 = 14 \text{ mmol/L}$$

$$\text{血钠浓度} = 14 \times 10 = 140 \text{ mmol/L}$$

病例B

患者B的1 ml血浆中含：

800 μl 水及200 μl 固体

水中 $[\text{Na}^+] = 150 \text{ mmol/L}$

固相 $[\text{Na}^+] = 0 \text{ mmol/L}$

采用1:10稀释的标本测定钠浓度=

$$150 \times 0.8 / 10 = 12 \text{ mmol/L}$$

$$\text{血钠浓度} = 12 \times 10 = 120 \text{ mmol/L}$$

血钠的实验室测定

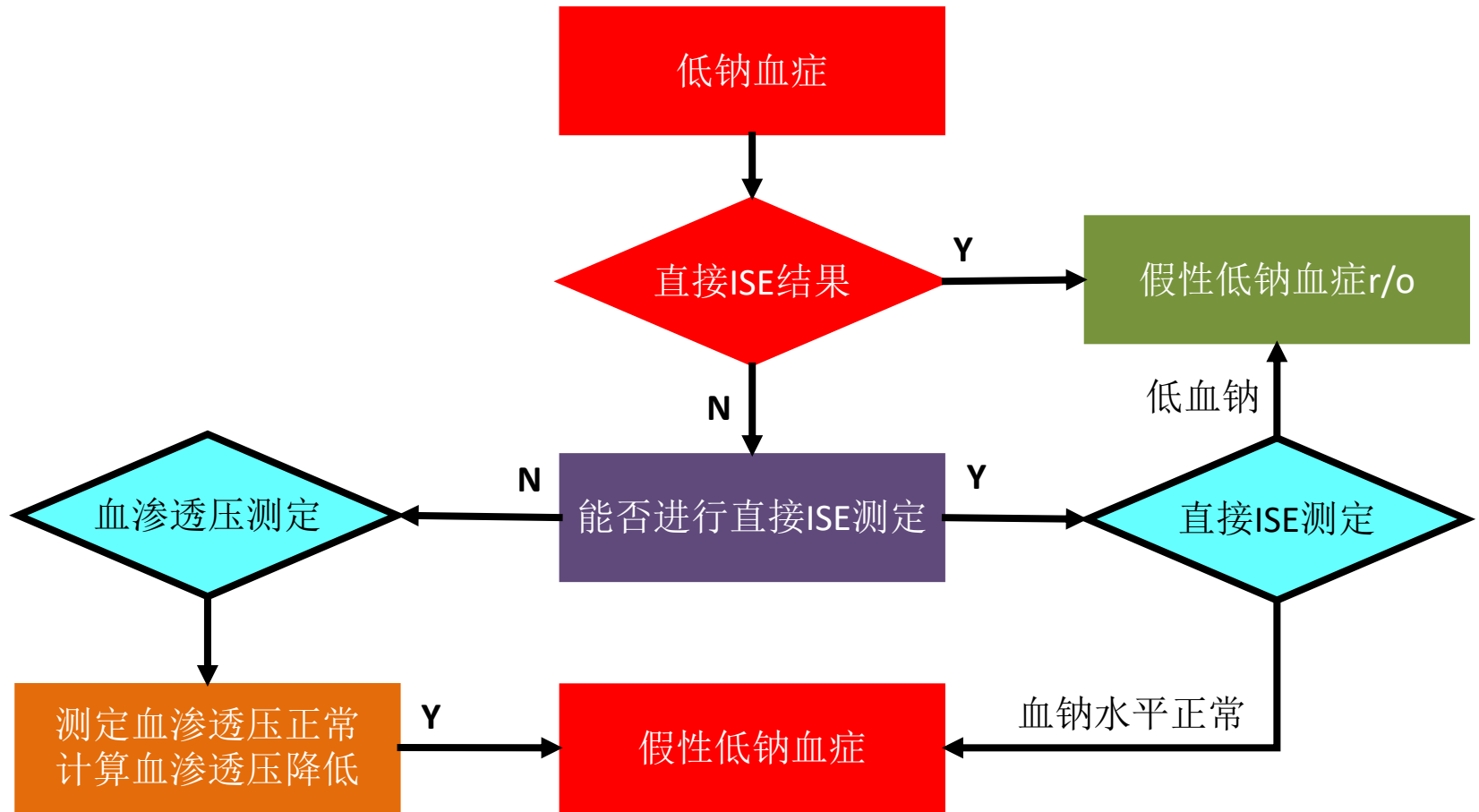
测定方法	正常血浆 mEq/L	高脂血症 mEq/L
火焰光度计	140	120
离子特异性电极*	112	112

*采用未经稀释的血清测定值乘以系数后，可以得到与火焰光度计相同的测定值

假性低钠血症：校正方法

$$\text{血浆水\%} = 99.1 - 1.03 \times \underset{\text{g/L}}{\text{脂肪浓度}} - 0.73 \times \underset{\text{g/L}}{\text{蛋白浓度}}$$

假性低钠血症：鉴别诊断



低钠血症：病例3

- 6岁IDDM男性患者
- 入院时昏迷及脱水2周，伴间断呕吐及腹痛
- 眼科检查：视网膜脂血症（严重高脂血症引起）
- 实验室检查：
 - 代谢性酸中毒
 - 高血糖(37 mmol/L)
 - 严重低血钠(89 mmol/L)
 - 高血脂(TG 223 mmol/L, Chol 41.4 mmol/L)

低钠血症：病例3

- 入院后2 hr 0.9% NS
- 入院后7 hr Na 116 mmol/L
 右侧偏瘫，强直性惊厥
- 入院后33 hr 死于脑出血

入院后7 hr标本去除血脂后重新测定
[Na⁺] 222 mmol/L

低钠血症：病例4

- 40岁女性重症急性胰腺炎
- 入院时实验室检查
 - Na 111 mmol/L
 - Chol 732 mg/L
 - TG 4130 mg/L
- 临床诊断
 - 低钠血症与严重低血压有关

低钠血症：病例4

- 入院前5天
 - 输注大量高张及等张盐水（“直至血钠正常”）
 - 患者“不合作，争执，不讲道理”
 - 主诉口渴严重，曾喝下洗澡用的肥皂水，并试图跳窗
 - 精神科医生会诊：镇静及约束
- 入院第6天
 - 假性低钠血症确诊（入院时血钠200 mmol/L）
 - 停用所有钠
 - 自由饮水
 - 神经系统症状恢复

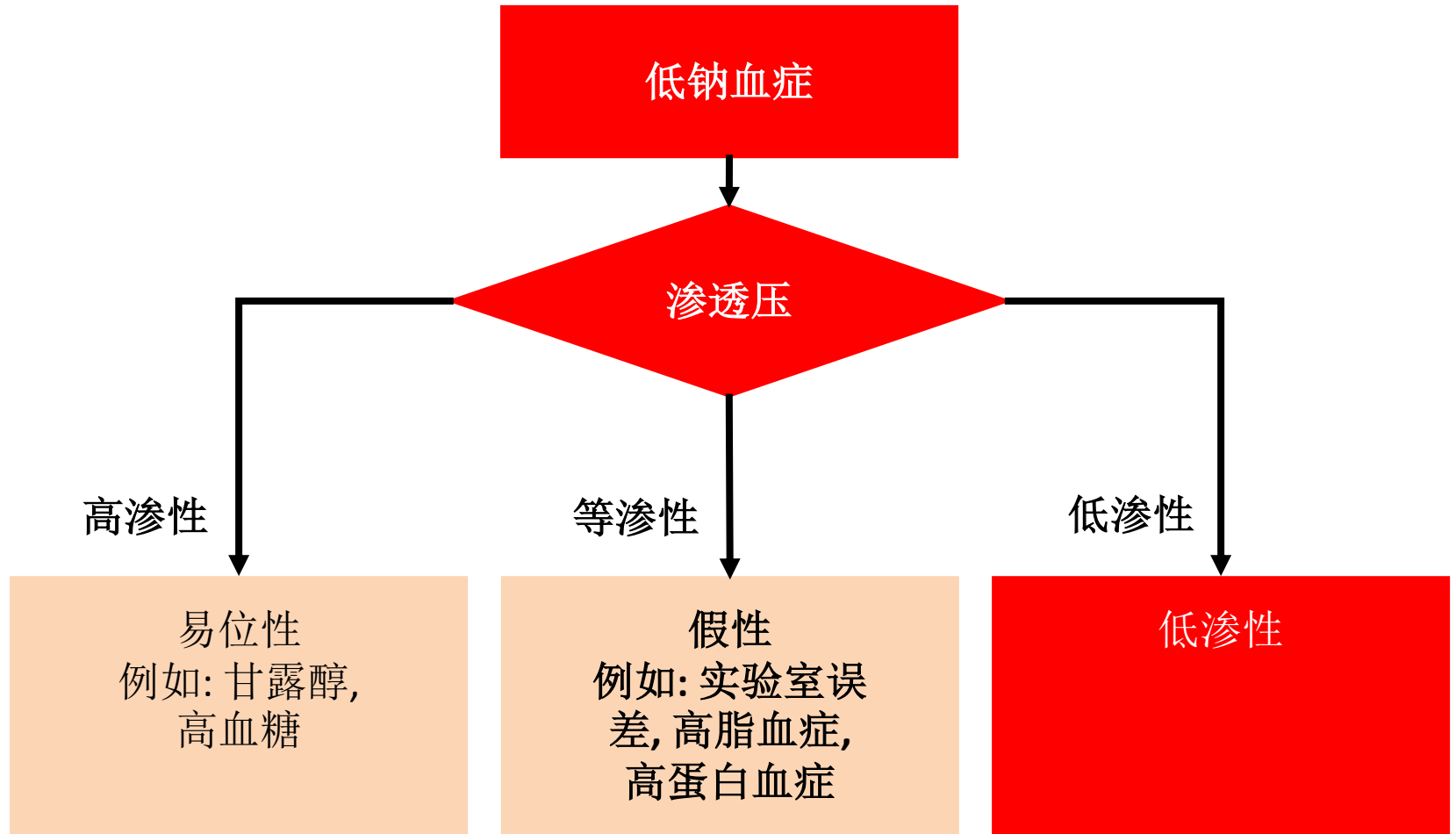
低钠血症：鉴别诊断

- 若低钠血症患者渗透压 < 275 mOsm/kg，提示为低张性低钠血症(NG)
- 若患者没有引起非低张性低钠血症的常见原因，则应诊断为低张性低钠血症(NG)

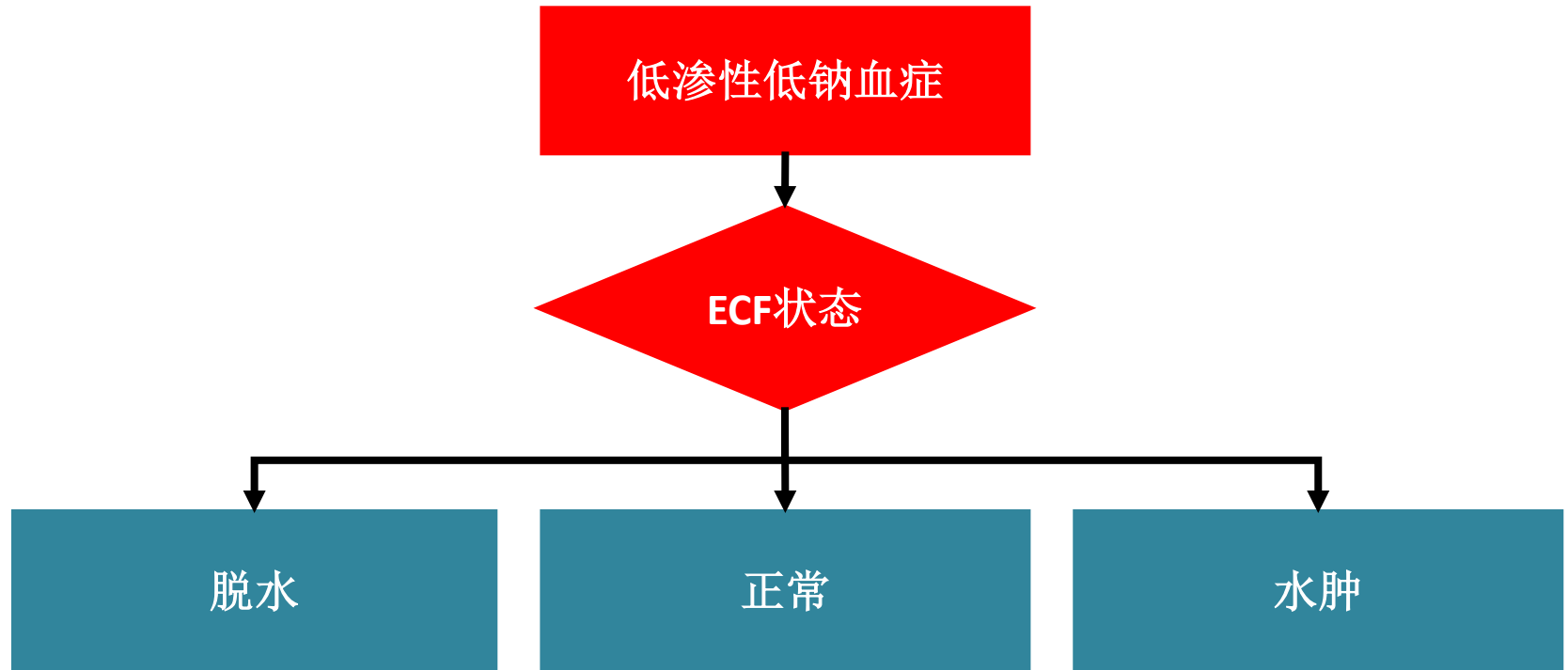
非低张性低钠血症：病因

	血清渗透压	举例
存在有效渗透分子能够增加血清渗透压，同时导致低钠血症	等张或高张	葡萄糖 甘露醇 甘氨酸 组氨酸—色氨酸—酮戊二酸盐 高渗造影剂 麦芽糖
存在无效渗透分子能够增加血清渗透压，但不导致低钠血症	等张或高张	尿素 乙醇 乙二醇
存在内源性溶质导致假性低钠血症	等张	甘油三酯 胆固醇 静脉丙种球蛋白 单克隆丙种球蛋白病

低钠血症：鉴别诊断



低钠血症：鉴别诊断

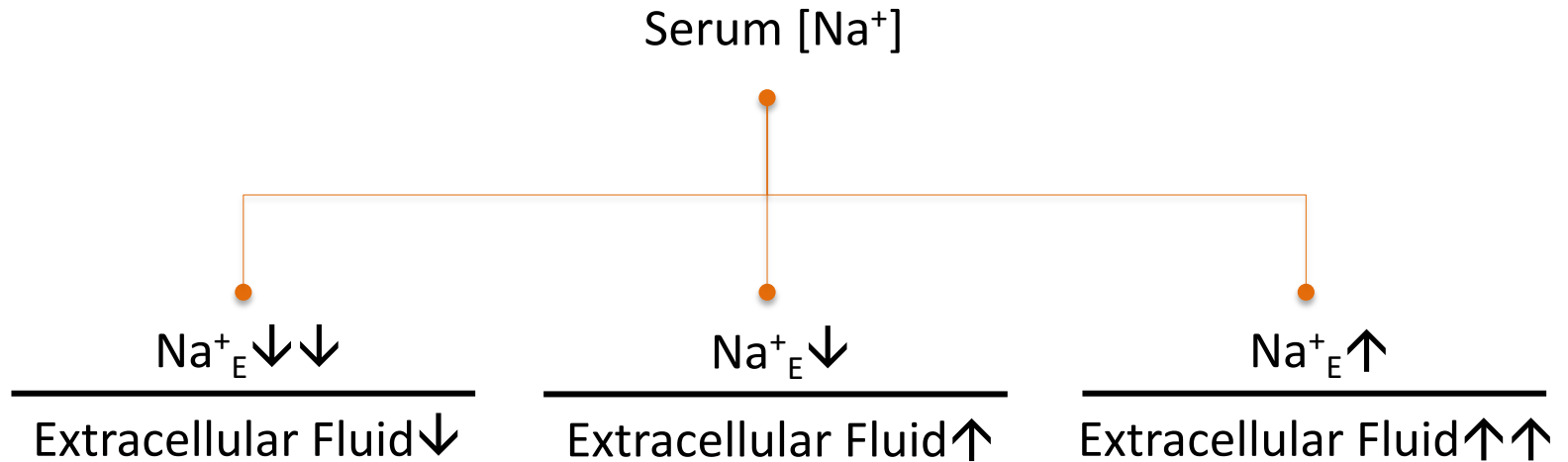


生理学：血钠浓度

$$\text{Serum [Na}^+\text{]} \approx \frac{\text{Na}^+_E + \text{K}^+_E}{\text{Total Body Water}}$$

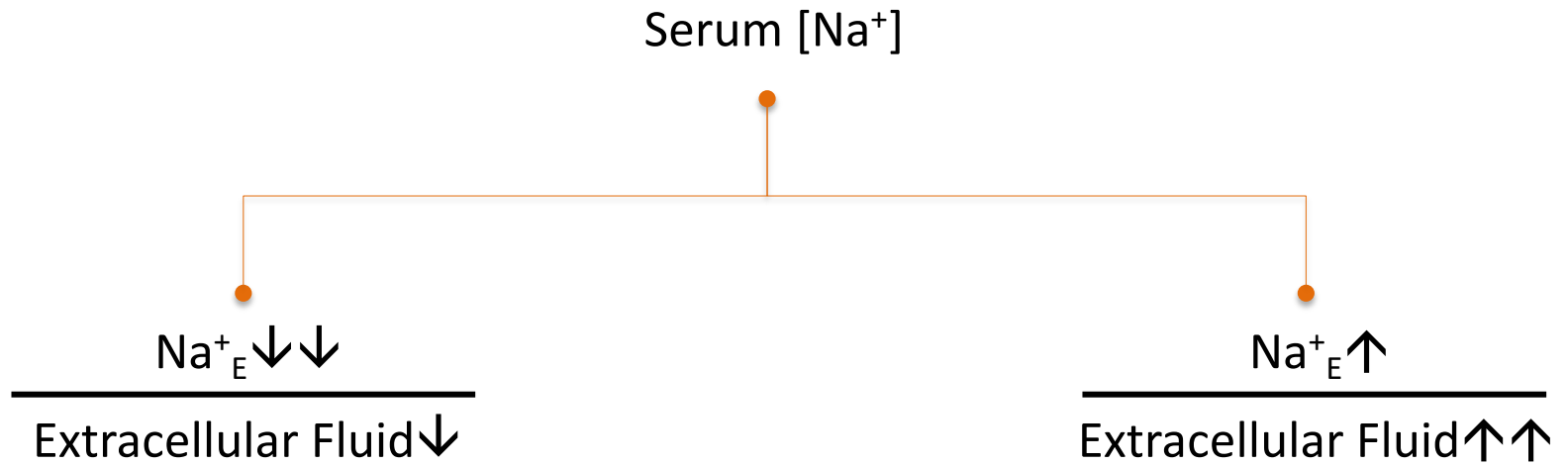
$$\text{Serum [Na}^+\text{]} \approx \frac{\text{Na}^+_E}{\text{Extracellular Fluid}}$$

低渗性低钠血症：病因



tolvaptan: 选择性血管加压素V2受体拮抗剂，对V2受体亲和力较V1受体高29倍，产生利尿作用（不促进电解质排泄）

低滲性低钠血症：病因



总体水增加：病因

- 水摄入增加
 - 须摄入 > 20 L/d 以克服肾脏清除自由水的能力
- 肾脏清除水的能力降低

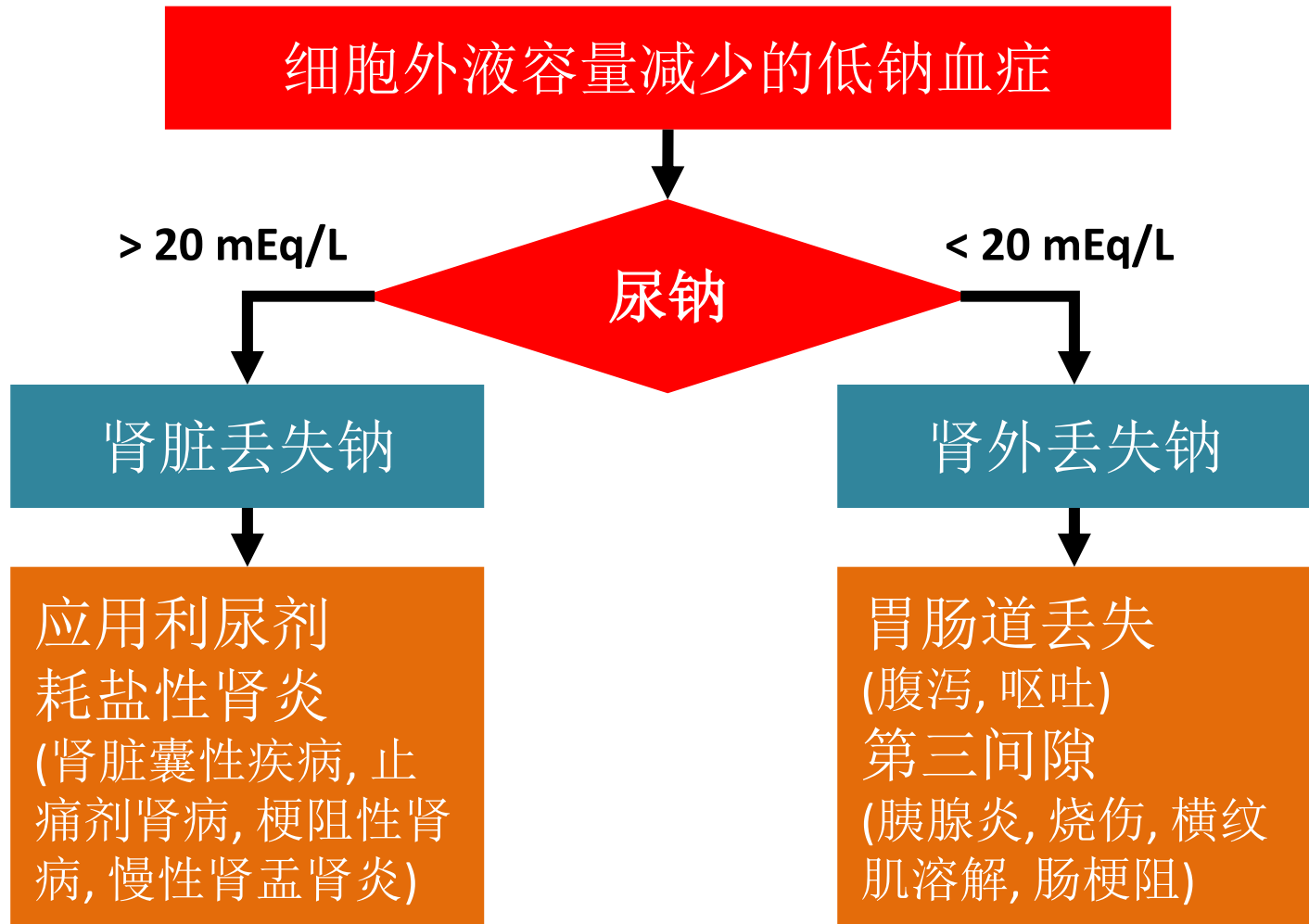
低钠血症：容量状态的评价

- 对于确定初始治疗非常重要
 - 限液 vs. 输液
- 病史
 - 腹泻，呕吐，口渴，多尿
- 护理记录
 - 每日体重，出入量
- 体格检查
 - 体位性低血压，颈静脉充盈，外周水肿，腹水

低钠血症：容量状态的评价

- 细胞外液容量增加
 - 外周水肿或腹水（提示总体钠增多）
- 细胞外液容量减少
 - 循环功能障碍（如体位性低血压或心动过速）
 - 无水肿
- 细胞外液容量正常

低钠血症：尿钠的鉴别作用



低渗性低钠血症：鉴别诊断

细胞外液状态	尿钠 > 20 mmol/L	尿钠 < 20 mmol/L
脱水	急性肾功能衰竭多尿期， 脑耗盐综合征，盐皮质激素缺乏	胃肠道或皮肤丢失（恶心， 呕吐），第三间隙增加 （腹膜炎，腹水）
正常	急性或慢性肾功能衰竭， SIADH，甲状腺功能减退， 糖皮质激素缺乏	神经性多饮，酒狂
水肿	急性或慢性肾功能衰竭	肝硬化，充血性心力衰竭， 肾病综合征

低钠血症：SIADH诊断标准

- 基本标准

- 有效血清渗透压 < 275 mOsm/kg
- 有效血清渗透压降低时尿渗透压 > 100 mOsm/kg
- 循环容量正常
- 正常饮食摄入盐和水时尿钠浓度 > 30 mmol/L
- 没有肾上腺、甲状腺、垂体或肾脏功能不全
- 近期末使用利尿剂

- 附加标准

- 血清尿酸 < 0.24 mmol/L
- 血清尿素 < 3.6 mmol/L
- 输注0.9%生理盐水不能纠正低钠血症
- 钠排泄分数 > 0.5%
- 尿素排泄分数 > 55%
- 尿酸排泄分数 > 12%
- 通过限液纠正低钠血症

低钠血症： SIAD vs. CSWS

	SIADH	脑耗盐综合征
血清尿素氮水平	正常—低	正常—高
血清尿酸水平	低	低
尿量	正常—少	多
尿钠水平	> 30 mmol/L	>> 30 mmol/L
血压	正常	正常—体位性低血压
中心静脉压	正常	低

SIADH: 病因

肿瘤

肺
纵隔
胸外

中枢神经系统异常

急性精神病
占位病变
炎症及脱髓鞘疾病
卒中
出血
创伤

药物

去氨加压素
催产素
尼古丁
酚噻嗪
三环类抗抑郁药
前列腺素合成抑制剂
5-羟色胺摄取抑制剂
阿片类
氯磺丙脲
卡马西平
环磷酰胺
长春新碱

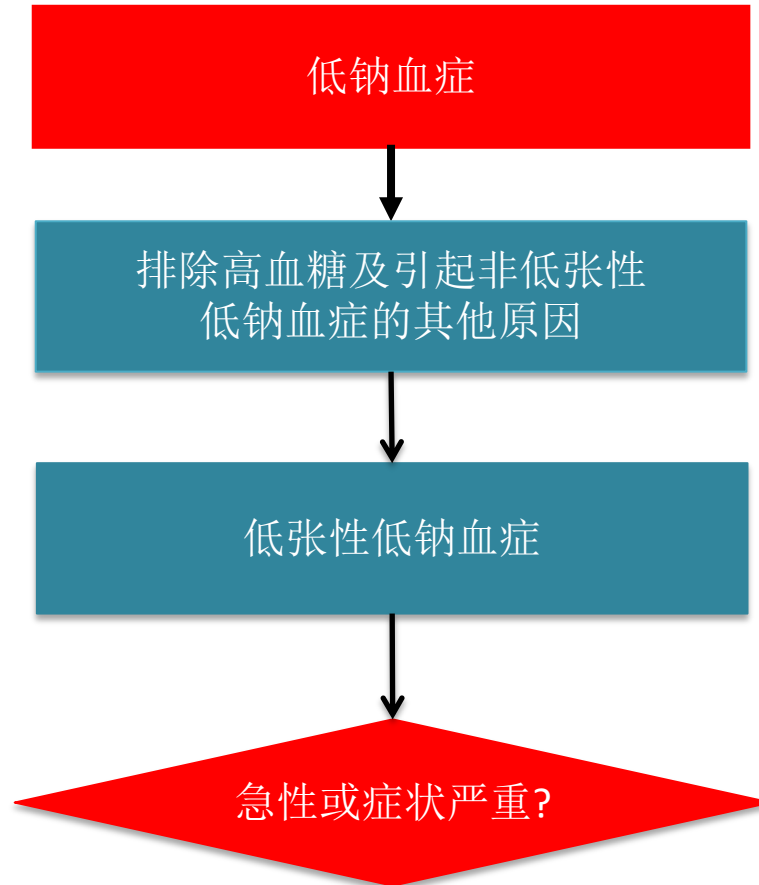
肺

感染
急性呼吸功能衰竭
正压通气

其他

HIV
长时间锻炼
老年萎缩
特发性

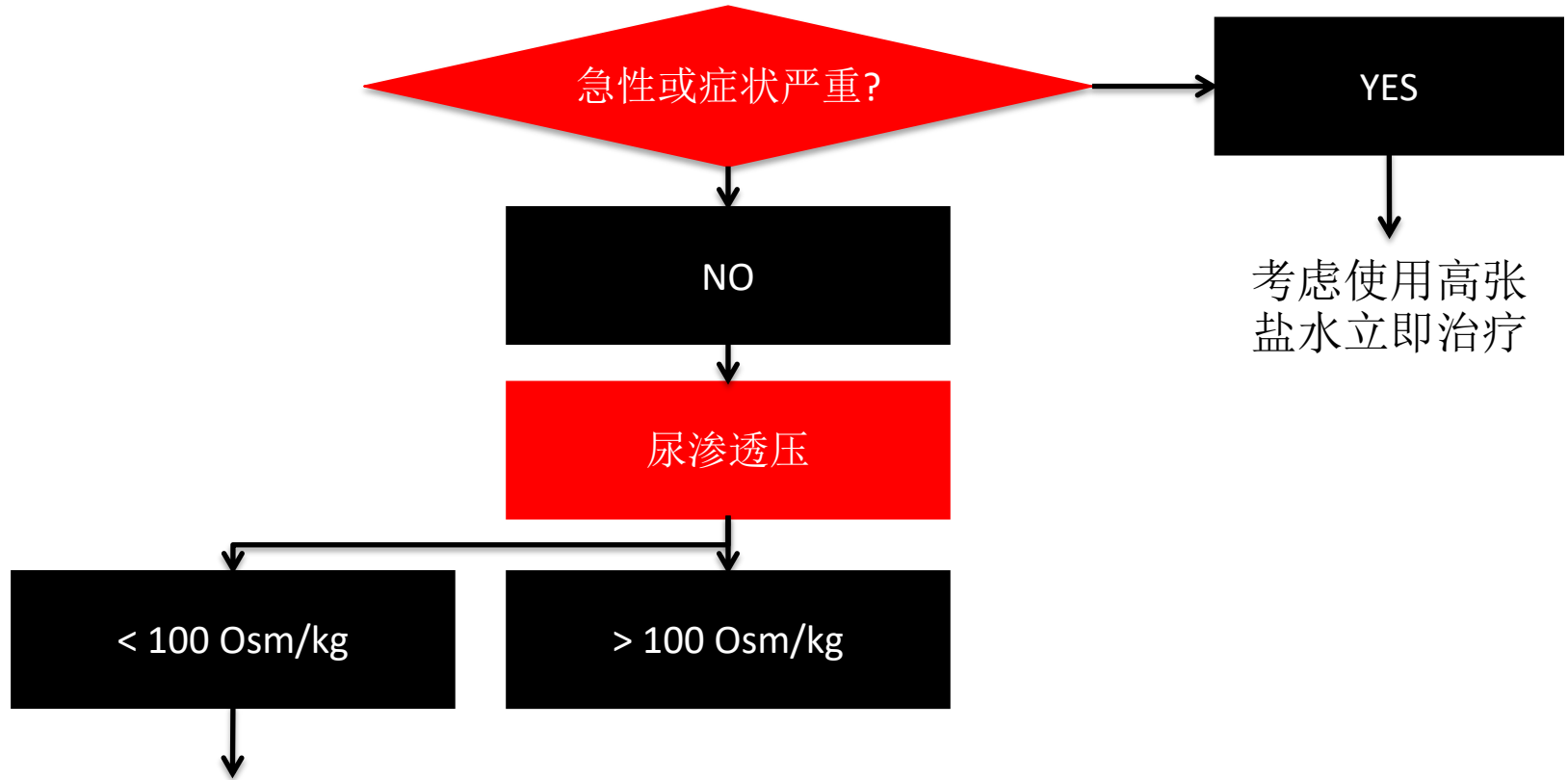
低钠血症：鉴别诊断



低钠血症：鉴别诊断

严重程度	症状
中 等	恶心不伴呕吐 意识模糊 头痛
重 度	呕吐 心脏呼吸窘迫 异常及深度嗜睡 癫痫 昏迷(GCS \leq 8)

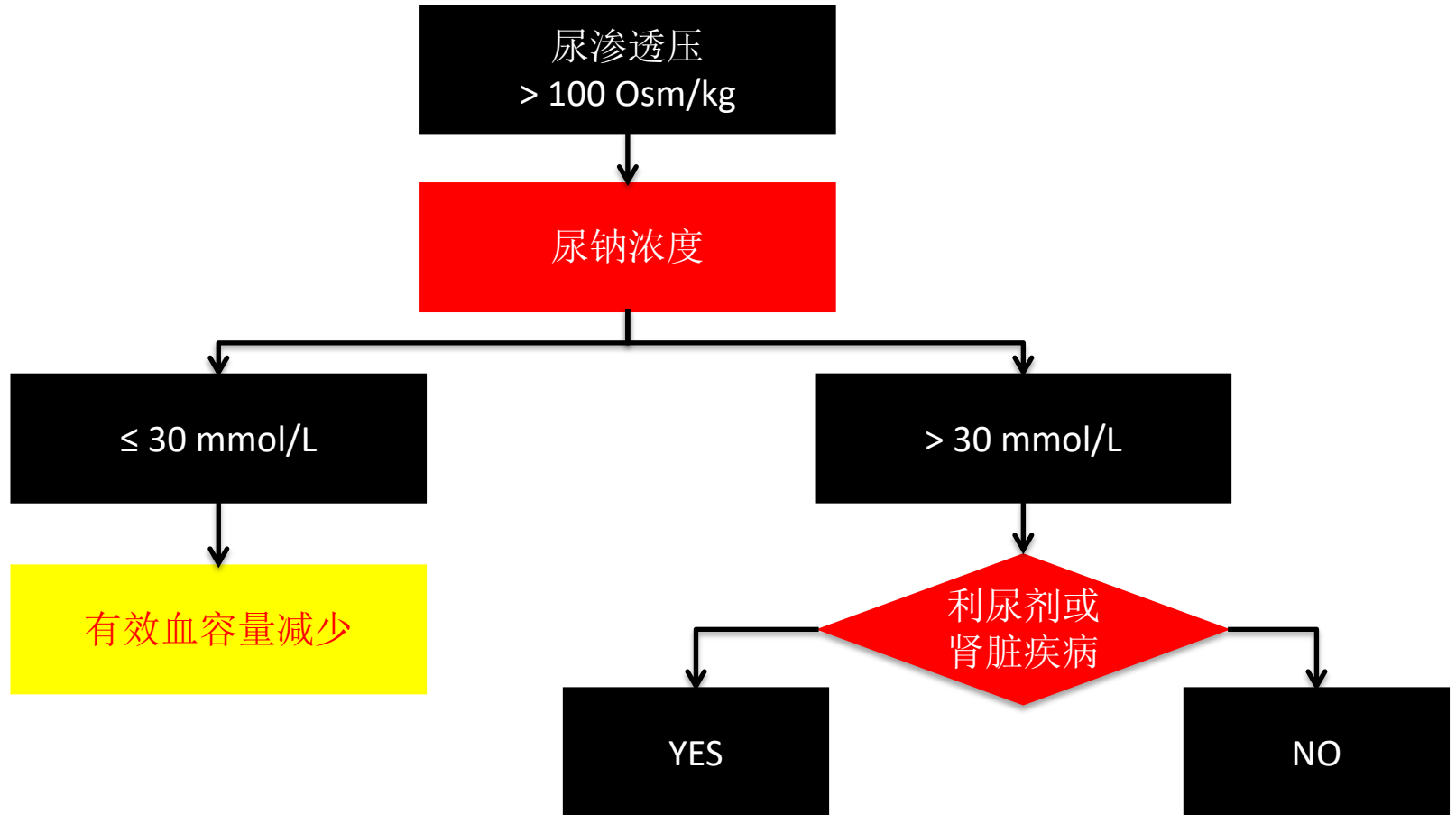
低钠血症：鉴别诊断



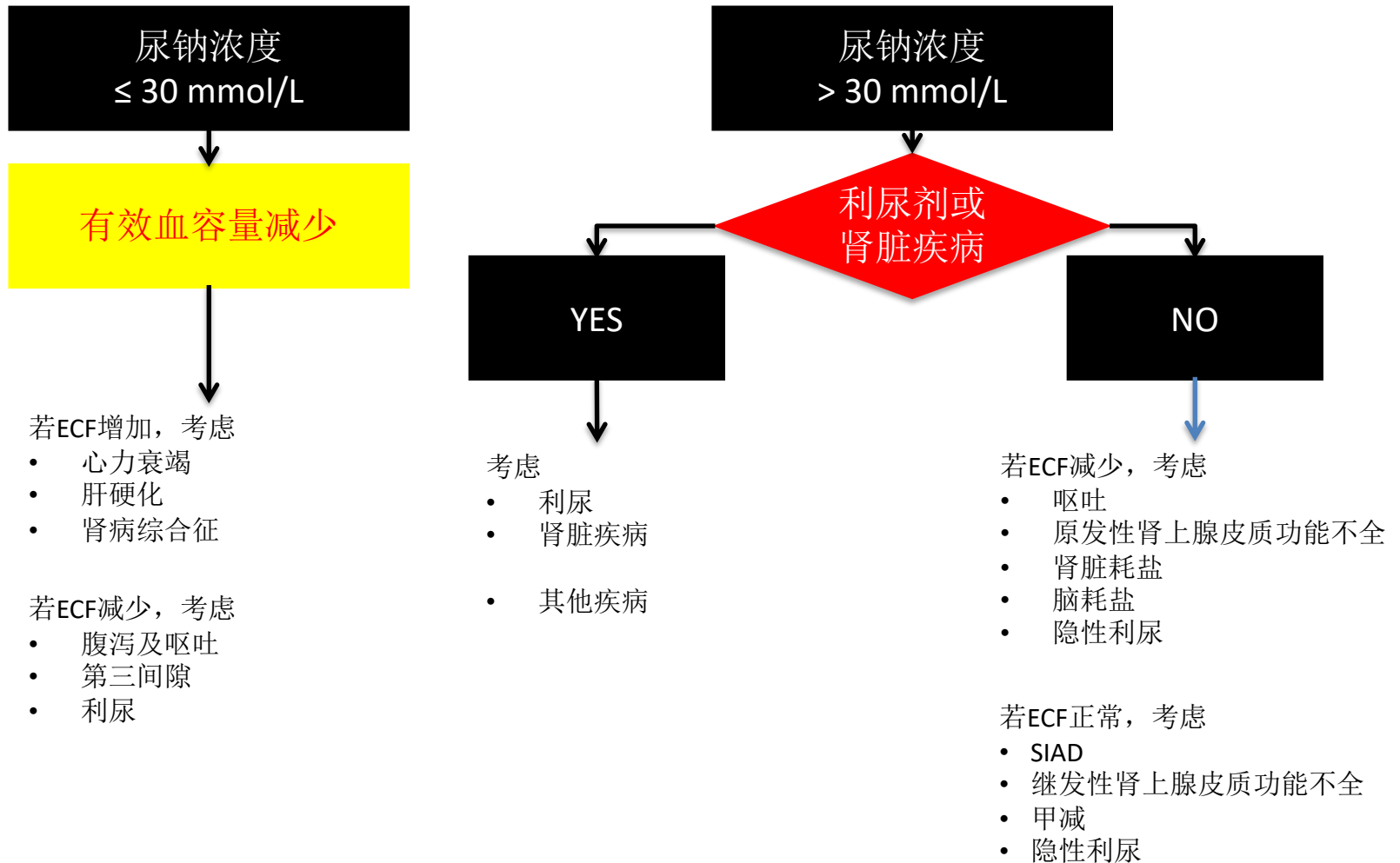
考虑

- 原发性多饮
- 溶质摄入少
- 酒狂

低钠血症：鉴别诊断



低钠血症：鉴别诊断



低钠血症：鉴别诊断

- 我们推荐首先测定尿液标本的渗透压(1D)
- 如果尿渗透压 ≤ 100 mOsm/kg，我们推荐考虑相对性水摄入过多作为低张性低钠血症的病因(1D)
- 如果尿渗透压 > 100 mOsm/kg，我们推荐在测定血液标本的同时测定尿钠水平(1D)
- 如果尿钠水平 ≤ 30 mmol/L，我们建议考虑有效血容量减少作为低张性低钠血症的病因(2D)
- 如果尿钠水平 > 30 mmol/L，我们建议评估细胞外液状态，并使用利尿剂进一步鉴别低钠血症的可能病因(2D)
- 我们不建议测定血管加压素确诊SIADH (2D)

低钠血症：病例1

- 58岁男性多发骨髓瘤患者, 主诉腰背疼痛. 血液生化检查结果如下:

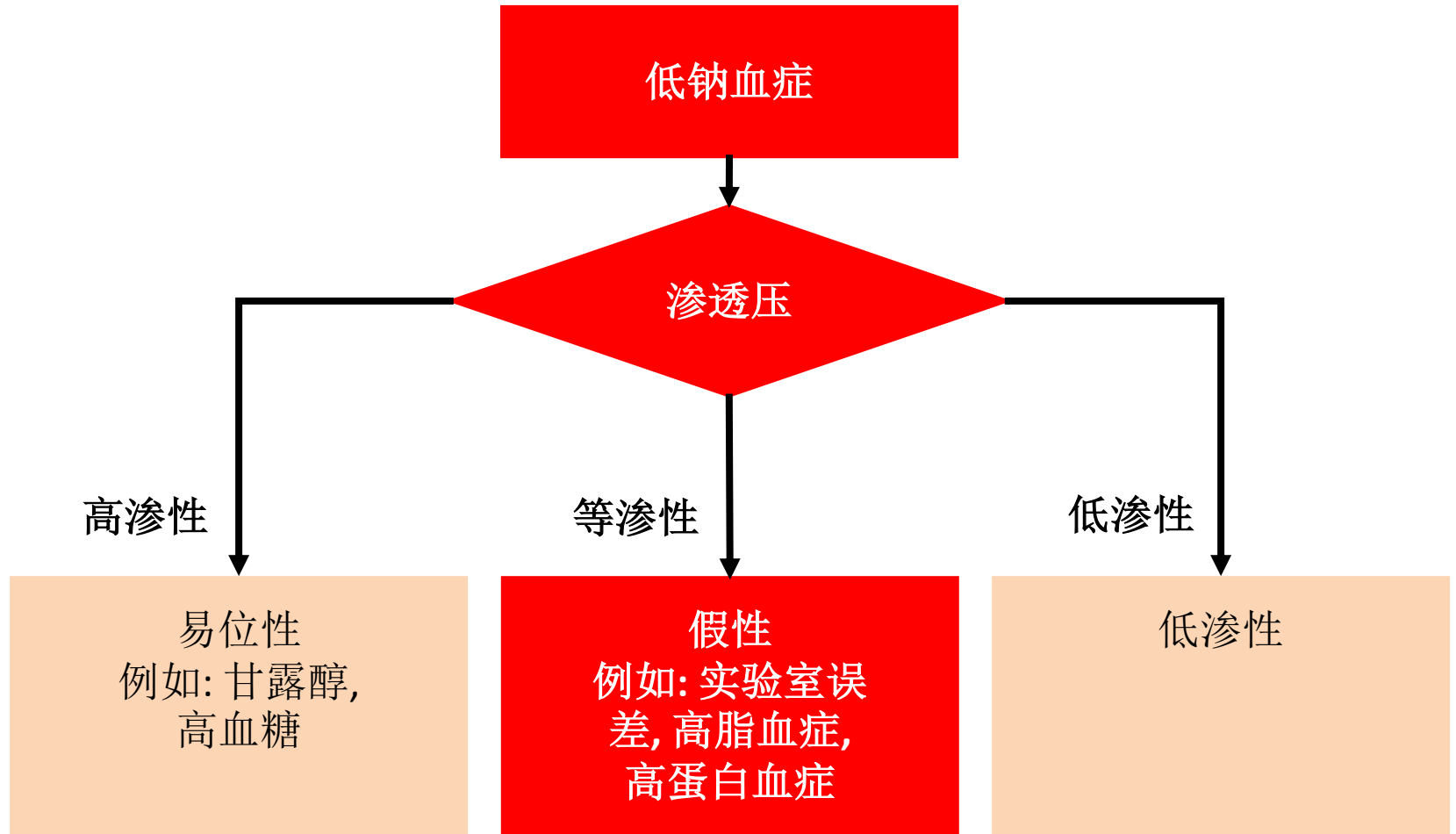
– Na	130	mmol/L
– K	4.9	mmol/L
– Cr	135	μmol/L
– BUN	18	mmol/L
– Pro	110	g/L
– Alb	30	g/L
- 为确定低钠血症的原因, 应进行什么检查?

低钠血症：病例1

- 化验：血清渗透压
- 结果：302 mOsm/L

- 导致低钠血症的原因为何？

低钠血症：鉴别诊断



低钠血症：病例1

- 58岁男性多发骨髓瘤患者, 主诉腰背疼痛. 血液生化检查结果如下:

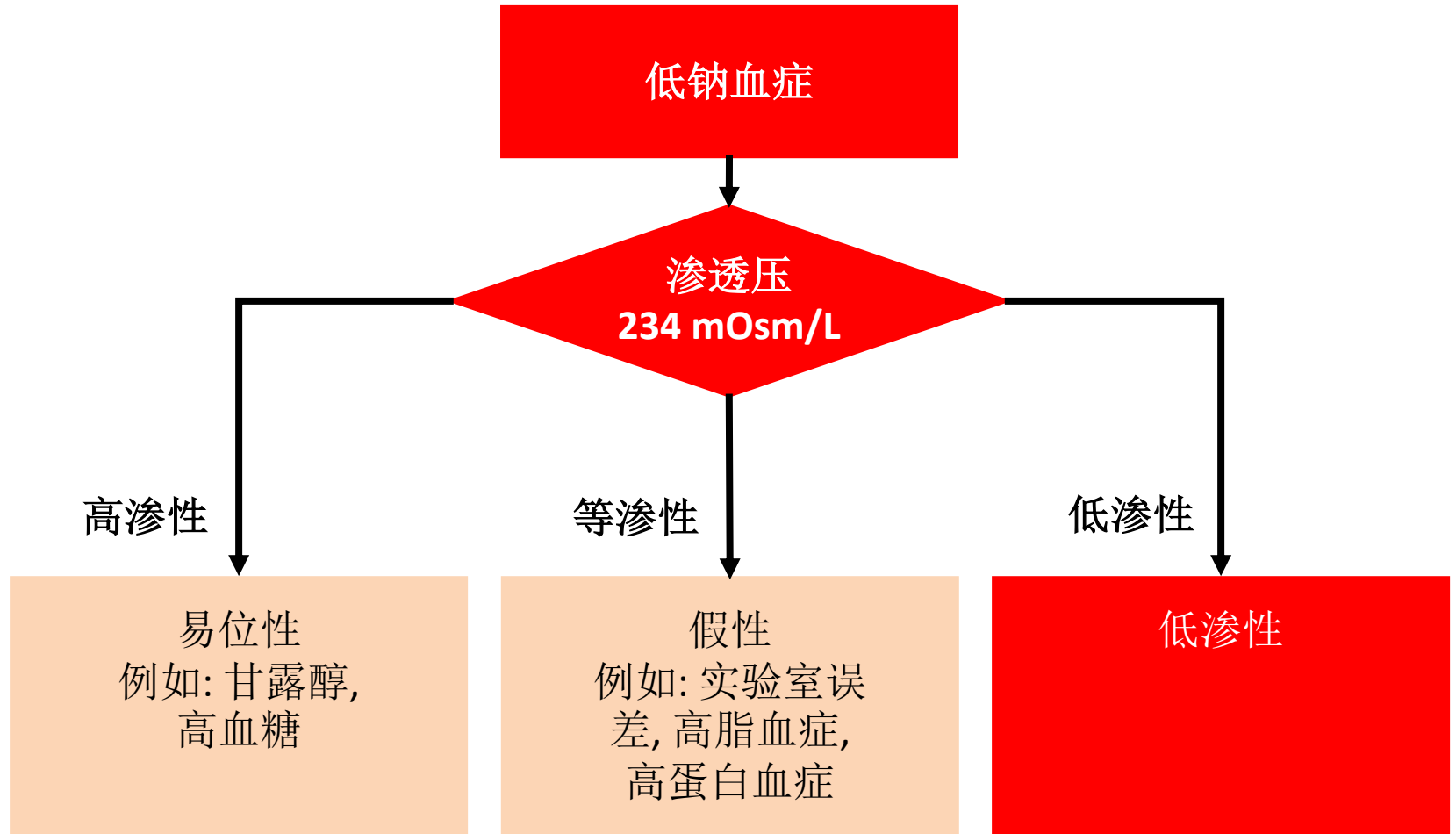
– Na	130	mmol/L
– K	4.9	mmol/L
– Cr	135	μmol/L
– BUN	18	mmol/L
– Pro	110	g/L
– Alb	30	g/L

低钠血症：病例2

- 73岁男性抽搐发作. 血液生化结果如下:

– Na	104	mmol/L
– K	4.1	mmol/L
– Cr	114	μmol/L
– BUN	15	mmol/L
– Sosm	234	mOsm/L
– Uosm	245	mOsm/L
– Na _u	78	mmol/L
- 诊断为何?

低钠血症：鉴别诊断



低渗性低钠血症：鉴别诊断

细胞外液状态	尿钠 78 mmol/L	尿钠 < 20 mmol/L
脱水	急性肾功能衰竭多尿期， 脑耗盐综合征，盐皮质激素缺乏	胃肠道或皮肤丢失（恶心， 呕吐），第三间隙增加 （腹膜炎，腹水）
正常	急性或慢性肾功能衰竭， SIADH，甲状腺功能减退， 糖皮质激素缺乏	神经性多饮，酒狂
水肿	急性或慢性肾功能衰竭	肝硬化，充血性心力衰竭， 肾病综合征

低钠血症：病例2

- 诊断为何？
- 缺乏充分资料鉴别SIADH与脑耗盐综合征
- 鉴别SIADH与耗盐性疾病需要什么检查？

低钠血症：病例2

- 诊断为何?
- 缺乏充分资料鉴别SIADH与脑耗盐综合征

- 鉴别SIADH与耗盐性疾病需要什么检查?
- 细胞外液状态

- 若患者呈低血容量表现，则诊断为何?

低渗性低钠血症：鉴别诊断

细胞外液状态	尿钠 78 mmol/L	尿钠 < 20 mmol/L
脱水	急性肾功能衰竭多尿期， 脑耗盐综合征，盐皮质激素缺乏	胃肠道或皮肤丢失（恶心， 呕吐），第三间隙增加 （腹膜炎，腹水）
正常	急性或慢性肾功能衰竭， SIADH，甲状腺功能减退， 糖皮质激素缺乏	神经性多饮，酒狂
水肿	急性或慢性肾功能衰竭	肝硬化，充血性心力衰竭， 肾病综合征

低钠血症的鉴别诊断

- 血清渗透压
 - 真性 vs. 假性
- 细胞外液状态
 - 水潴留 vs. 水丢失
- 尿钠浓度
 - 肾性丢失 vs. 肾外丢失