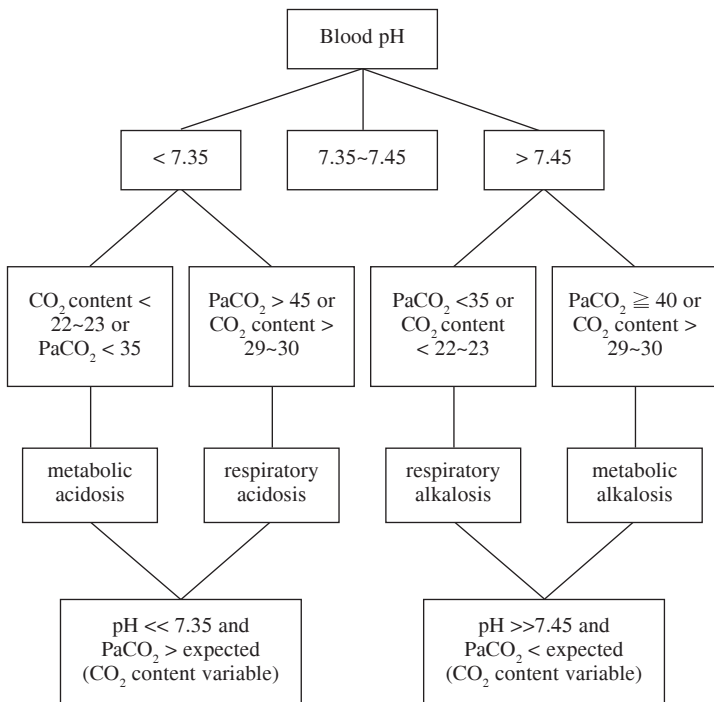


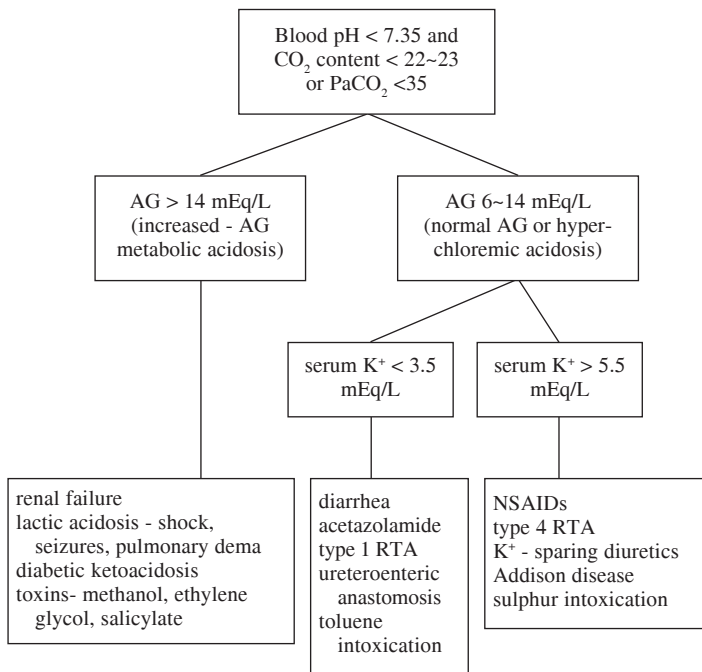
血液氣體分析流程圖

1. 血液氣體分析流程圖



2. 代謝性酸中毒 (Metabolic Acidosis) 分析流程圖

註：AG (Anion Gap) = $\text{Na}^+ - (\text{Cl} + \text{HCO}_3^-)$



3. 代謝性酸中毒的原因

1. Anion gap 增加 ($> 14 \text{ mEq/liter}$) :

(1) 內在因素 :

- a. 腎衰竭：BUN、creatinine、phosphate 升高。
- b. 組織缺氧：shock、convulsion、pulmonary edema：lactate 升高。
- c. 肝衰竭：LFT 不正常、lactate 升高。
- d. 糖尿病控制不良。

(2) 外來因素 :

- a. 喝酒 (alcoholic ketoacidosis)：acetone 升高。
- b. Salicylates：salicylate、lactate 升高。
- c. 甲醇：measured serum osmolality $>$ calculated osmolality，血中 formate 和 lactate 升高。
- d. Ethylene glycol：measured serum osmolality $>$ calculated osmolality，oxalate crystalluria；increased BUN later。
- e. CO：lactate 升高、blood carbonmonoxyhemoglobin 升高。

2. Anion gap 正常 ($6\sim 14 \text{ mEq/liter}$) (hypochloremic acidosis)。

(1) 內在因素 :

- a. 嚴重腹瀉或腸瘻管：病史、 K^+ 經常 $< 3.5 \text{ mEq/liter}$ 。
- b. Ureteroenteric anastomosis：病史、AG 有時增加、 K^+ 經常 $< 3.5 \text{ mEq/liter}$ 。
- c. 第一型腎小管酸血症 (type I RTA)：病史、小便 pH

6.0、serum K^+ 經常 < 3.5 mEq/liter。

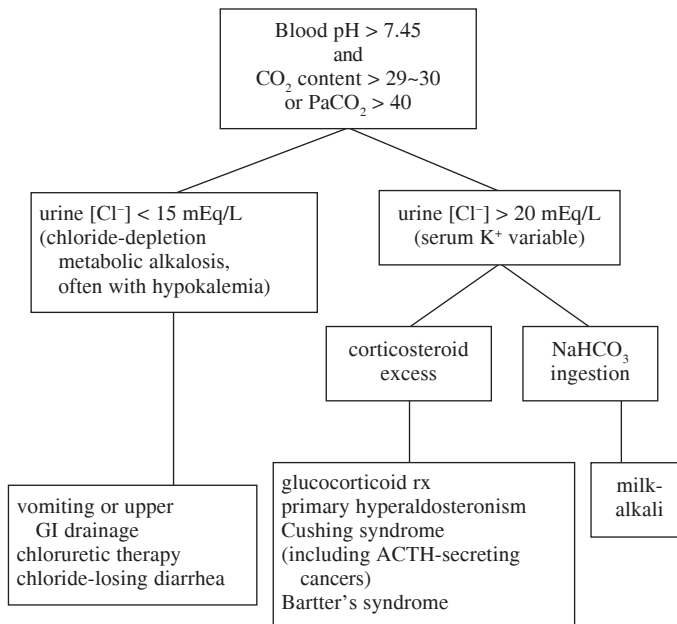
- d. Type 4 RTA (hyporeninemic hypoaldosteronism) : K^+ 經常 > 5.5 mEq/liter、BUN 升高、renin 和 aldosterone 降低。
- e. Addison disease (adrenocortical insufficiency) : K^+ 通常 > 5.5 mEq/liter、 Na^+ 降低、BUN 升高、cortisol 降低、ACTH 升高、aldosterone 降低、renin 升高。

(2) 外來因素：

- a. Acetazolamide : K^+ 經常 < 3.5 mEq/liter。
- b. Hyporeninemic hypoaldosteronism (type 4 RTA) secondary to NSAIDs : BUN 升高、renin and aldosterone 降低、 K^+ 經常 > 5.5 mEq/liter。
- c. Cholestyramine : 病史。
- d. Sulphur : Sulphate 輕度升高、 K^+ 可以 5.5 mEq/liter。
- e. Toluene : K^+ 經常 < 3.5 mEq/liter，血中 P 降低。

4. 代謝性鹼中毒 (*Metabolic Alkalosis*)

分析流程圖

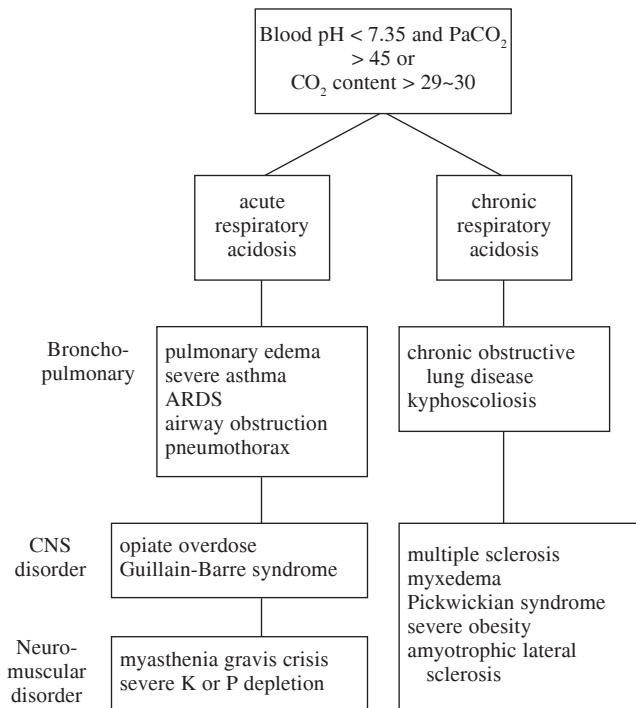


5. 代謝性鹼中毒的原因

1. 原發性漏失 Cl^- （造成續發性瀦留 bicarbonate）：hypochloremia。
 - (1) 腎臟漏失 Cl^- 。
 - a. 利尿劑治療：利尿後小便中 $[\text{Cl}^-]$ 可能 $< 15 \text{ mEq/liter}$ ，但利尿中可能會高。
 - (2) 腸胃道漏失：小便 $\text{Cl}^- < 15 \text{ mEq/liter}$ 。
 - a. 嘔吐：病史。
 - b. 上腸胃道引流。
 - c. 腹瀉漏失 Cl^- ：病史。
2. 原發性 bicarbonate 儲留：小便 $[\text{Cl}^-] > 20 \text{ mEq/liter}$ 。
 - (1) 腎臟：
 - a. 類固醇治療：病史。
 - b. 庫興症候群：cortisol 升高。
 - c. 原發性留鹽激素過高症（primary hyperaldosteronism）：aldosterone 升高，但 renin 降低。
 - d. Bartter's syndrome：renin and aldosterone 均升高。
 - e. Posthypercapnic alkalosis。
 - (2) 胃腸道：
 - a. 服用過多含鹼性的物質：calcium 可能升高（“milk-alkali syndrome”）。

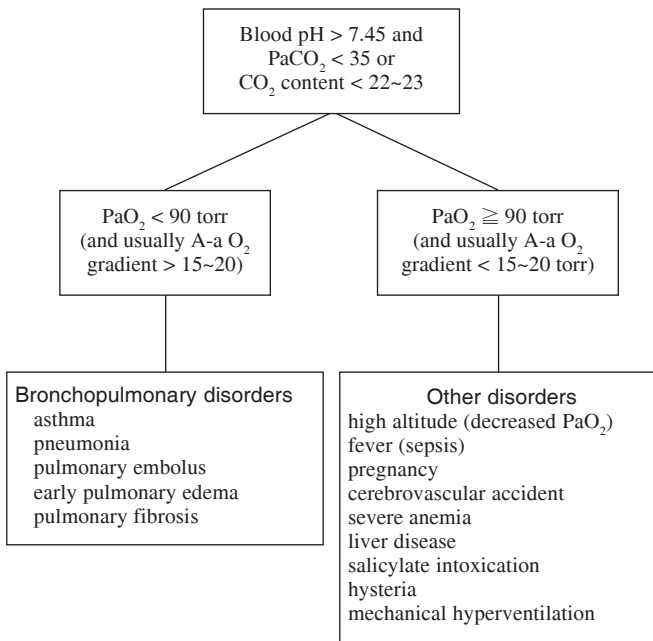
6. 呼吸性酸中毒 (*Respiratory Acidosis*)

分析流程圖

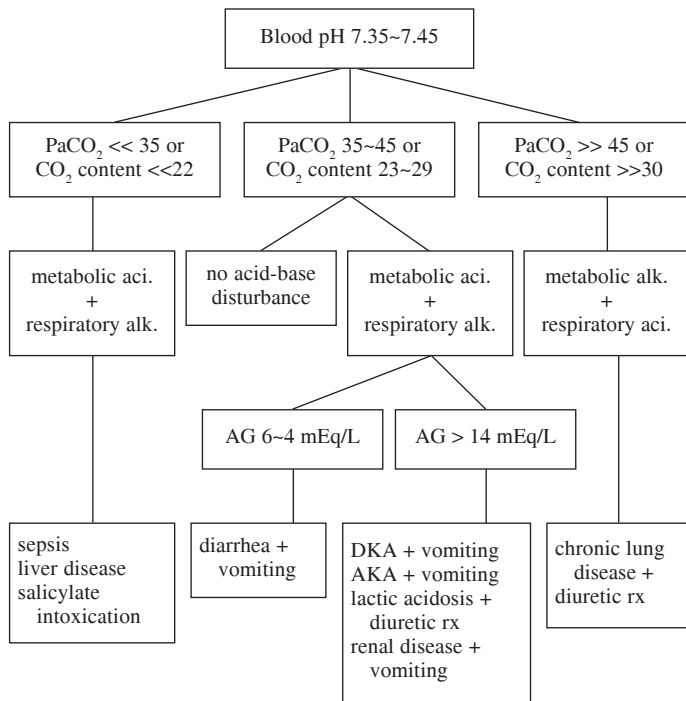


7. 呼吸性鹼中毒 (*Respiratory Alkalosis*)

分析流程圖



8. 混合型酸鹼疾患 (Mixed Acid-Base Disorders) 分析流程圖



9. 混合型酸鹼疾患的原因

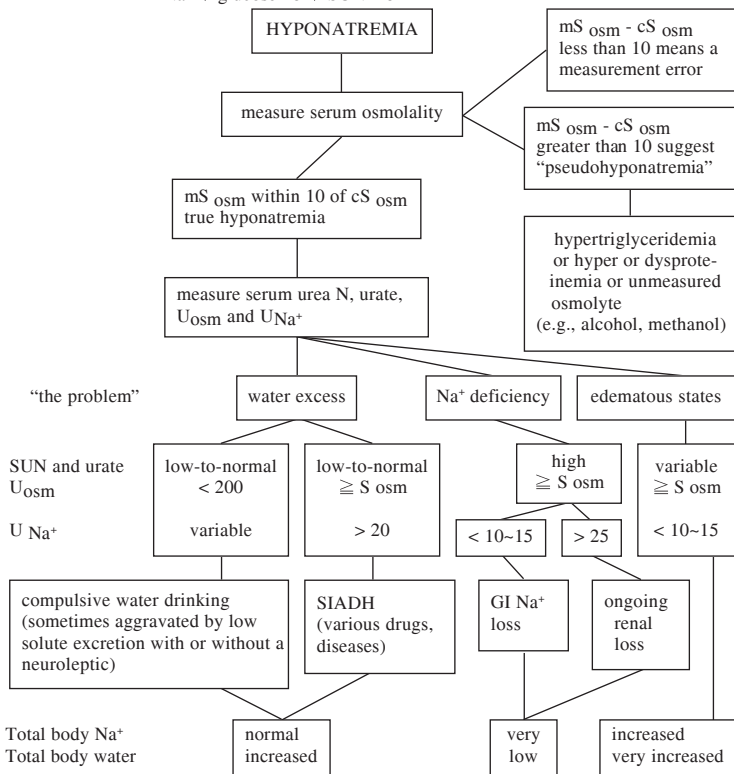
Triple Acid-Base Disorders

	Arterial Blood				Venous Blood			
	pH	PCO ₂	HCO ₃ ⁻	PO ₂	Na ⁺	Cl ⁻	CO ₂	AG
A. Respiratory alkalosis with metabolic acidosis and alkalosis Example: ethanol withdrawal with delirium tremens, ketoacidosis and vomiting.	7.62	30	30.5	95	140	83	33	24
B. Respiratory acidosis with metabolic acidosis and alkalosis Example: chronic lung disease with hypercapnia, acute lactic acidosis, and furosemide therapy.	7.35	70	37.3	35	140	75	41	24

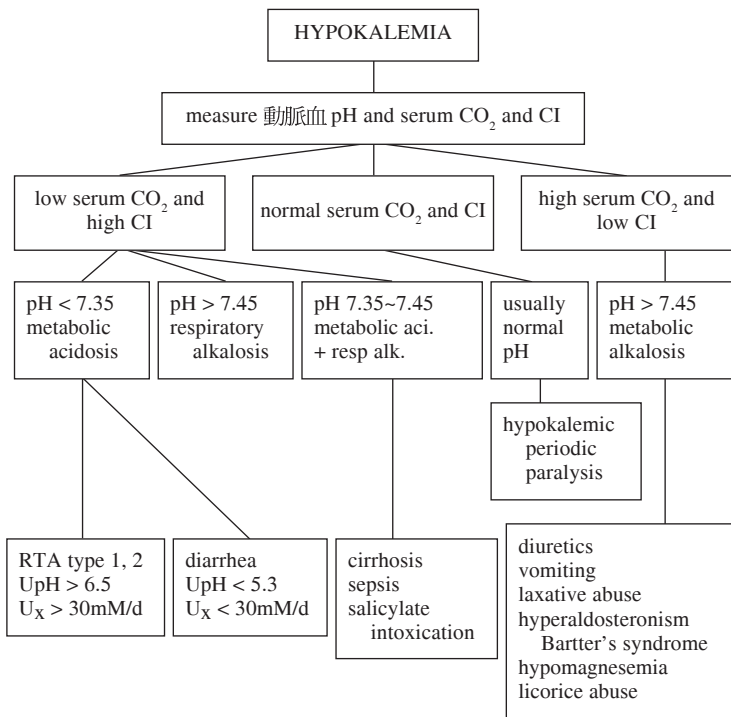
電解質不平衡分析流程圖

1. 低血鈉 (*Hyponatremia*) 分析流程圖

註：mS_{osm} = measured serum osmolality
 cS_{osm} = calculated serum osmolality
 $= 2 \text{ Na}^+ + \text{glucose}/18 + \text{SUN}/2.8$



5. 低血鉀 (*Hypokalemia*) 分析流程圖



6. 血鉀過低的原因和治療

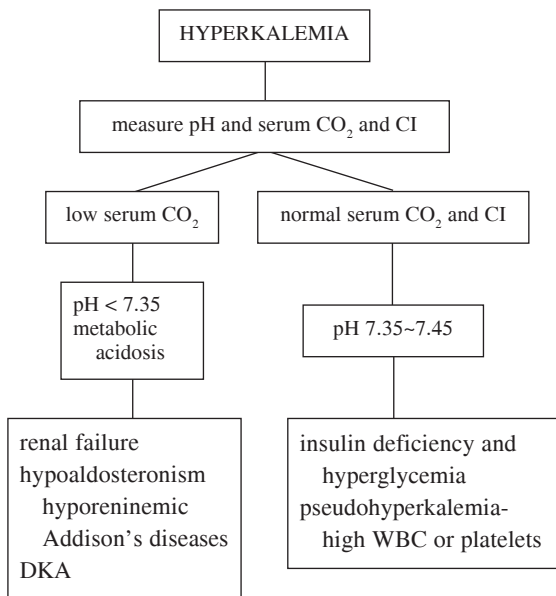
原因

1. 攝取不足—多半為促發因素，但若沒有鉀的流失，很少為主因。
2. 鉀從細胞外流向細胞內：
 - (1) 鹼血症：acute respiratory alkalosis。
 - (2) 注射 insulin。
 - (3) 低血鉀性週期性麻痺（hypokalemic or familial periodic paralysis）。
3. 漏失太多：
 - (1) 腸胃道：腹瀉、引流、嘔吐。
 - (2) 腎臟：
 - a. 利尿劑：thiazides and loop diuretics。
 - b. 類固醇治療。
 - (a) Glucocorticoid therapy。
 - (b) Hyperaldosteronism。
 - (c) Cushing syndrome。
 - c. Mg^{++} 缺乏。
 - d. 第一型腎小管酸血症（type 1 renal tubular acidosis）。

治療

1. K 3~3.5 需補 100 mEq、K 2.5~3 需補 200 mEq，但如血鉀低於 2.5 mEq/L 或出現心律不整時，建議用靜脈注射鉀離子。
2. 速率：10~40 mEq/hr，可以 1/2 amp in 1 bt/hr，但 DKA 時可 1 amp in 1 bt/hr，於嚴重的 DKA 甚至可以 60 mEq/hr。
3. 於心臟停止時給鉀是 class III。

7. 高血鉀 (*Hyperkalemia*) 分析流程圖



8. 血鉀過高的原因和治療

原因

1. 溶血造成的假象。
2. 鉀從細胞內跑到細胞外 K^+ :
 - (1) Metabolic acidemia 。
 - (2) Hyperosmolarity : hyperglycemia 太厲害。
 - (3) Insulin 缺乏。
 - (4) 厲害的組織破壞 : tumor lysis or rhabdomyolysis 。
3. 攝取太多鉀 : 較少見 , 除非是合併腎臟排泄得太少。
4. 減少腎臟的排出 :
 - (1) 腎衰竭 : 特別是急性的、合併大量組織破壞 (tumor lysis or rhabdomyolysis) 。
 - (2) Antikaliuretic drugs :
 - a. 利尿劑 : spironolactone 、 triamterene 、 amiloride 。
 - b. NSAID 。
 - c. ACE inhibitors 。
 - d. Angiotensin receptor blocking drugs 。
 - (3) 留鹽激素低下症 (hypoaldosteronism) :
 - a. Hyporeninemic (ie, type 4 renal tubular acidosis) 。
 - b. Adrenocortical insufficiency (Addison disease) 。

血鉀過高的心電圖表徵

1. 血鉀濃度 5.5~6.5 : 尖高的 P 波。
2. 血鉀濃度 6.5~8.0 : P 波變平、PR 延長、QRS 變寬、尖高的

P 波、心律不整（房室阻斷、心室內阻斷、心搏過緩、心室早期收縮）。

3. 血鉀濃度大於 8：P 波消失、QRS 變寬、sine 波、VT、VF、asystole。

治療

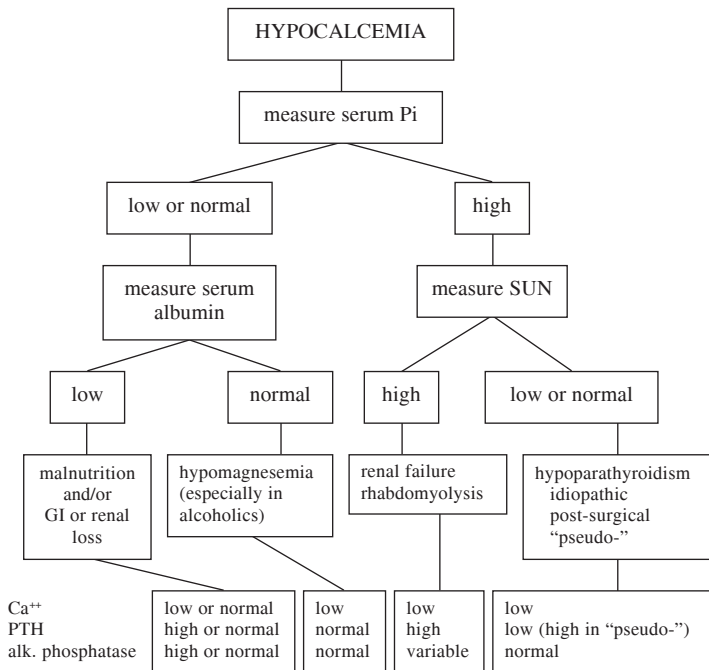
治療血鉀過高的藥物有三大種類，茲說明如下：

1. 穩定細胞膜：為暫時性措施，當心電圖顯示 QRS 已變寬，就要優先使用 10% calcium chloride 10 ml（13.6 mEq）滴注 1 分鐘，如為心臟停止，則用同劑量靜注。10 分鐘內即可作用，可維持 30 分鐘，故 30 分鐘後可再一個劑量 20 ml 給予。如為毛地黃中毒引起的血鉀過高，則不可使用鈣離子藥物。如果要使用 calcium gluconate，則要給 30 ml，因為 10% calcium gluconate 10 ml 只有 4.6 mEq，約為 calcium chloride 的三分之一。
2. 將鉀帶進細胞內：亦為暫時性措施，包括：insulin in glucose、beta adrenergic agonist (albuterol)，epinephrine、sodium bicarbonate、magnesium、intravenous saline。
 - (1) Insulin in glucose：10 units 的 insulin 加入 D50W 3~5 amp（25~50 gm），5~20 分鐘可作用，持續 60 分鐘，注意低血糖的情形。
 - (2) Magnesium：1~2 gm IVP，5~20 分可作用，持續時間不定，注意呼吸抑制的情形。
 - (3) Albuterol：0.5 mg in 100 ml N/S IV 15~20 分鐘或 10~20 mg in 4 ml N/S 10 分鐘吸完，5~10 分鐘可作用，持續 30 分鐘，注意心跳加速。

- (4) Epinephrine : 1 mg IVP , 可立即作用 , 僅使用於心臟停止時。
 - (5) Sodium bicarbonate : 1 mEq/kg IVP , 5~10分鐘可作用 , 於 acidosis 時特別有效 , 須留意體液儲留的問題。
 - (6) Saline : 維持有尿量的情況 , 為永久性措施 , 亦有將鉀排出的作用 , 須注意 pulmonary edema 的情形 , 僅在腎功能好的情況下使用。
3. 將鉀排出體外 :
- (1) Polystyrene binding resin : 30~60 gm PO/PR , 於 AMS 病人 , 有 aspiration 的危險。
 - (2) Lasix : 0.5~1.0 mg/kg , 於腎功能不良時 , 劑量要大些。
 - (3) Hemodialysis : 可排 50 mEq , 須會診專家處理。
 - (4) Peritoneal dialysis : 可排 10 mEq , 須特殊的設備。
4. 另有一派說法認為血鉀過高的治療按以下的程度而有所區別 :
- (1) Sod bicarb 1 mEq/kg 。用於中高以上的高血鉀症。
 - (2) Mild (5~6) – lasix, kayexalate 。
 - (3) Mod (6~7) – D50W 5 amp + RI 10U 。吸入霧化 albuterol 10~20 mg , 5分鐘。
 - (4) Severe (> 7) – 前面的所有治療再加上 cal gluconate or cal chloride 、 HD 。
 - (5) 於心臟停止時給 calcium 是 class I 位階。

9. 低血鈣 (*Hypocalcemia*) 分析流程圖

註：Pi: Serum inorganic phosphate



10. 血鈣過低的原因和治療

原因

1. 血中蛋白太低：於是結合的 calcium 就少了。
 - (1) 腸胃道吸收不良或蛋白質外漏。
 - (2) 腎病症候群。
 - (3) 肝硬化。
2. 血中游離鈣太少：
 - (1) 高血磷症 (hyperphosphatemia)：
 - a. 腎衰竭。
 - b. 大量組織破壞：tumor lysis、rhabdomyolysis。
 - c. 甲狀腺功能低下症。
 - (a) 手術後。
 - (b) 不明原因。
 - (c) 假性副甲狀腺功能低下症。
 - (2) 低血鎂症：特別是酗酒、或營養不良者。
 - (3) 維他命 D 缺乏症：於成人少見，除非合併 hypoalbuminemia。
 - (4) “Hungry bone syndrome” Gbone repair after parathyroid adenomectomy。
 - (5) 急性嚴重的病人 (ICU hypocalcemia)。

治療

1. 10% calcium chloride或calcium gluconate 10 ml (100 mg) over 10~20 min 。然後再以 10% calcium gluconate 60~90 ml ，加在 500~1,000 ml 的 D5W 中，以每小時 0.5~2 mg/kg 的速度給予，之後每 4~6 小時監測血中鈣濃度，以達到血清鈣至 7~9 mg/dl 。
2. Total : 1 gm over 6~12 hrs 。

11. 高血鈣 (*Hypercalcemia*)

分析流程圖

註：SPEP: Serum protein electrophoresis
 PTH-r-P: Parathyroid hormone related protein
 Pi: Serum inorganic phosphate

