

Fluid, Electrolyte and acidobase disorder



臨床數據判讀與護理意涵課程

邱艷芬教授

體液之容量

□ total body fluid

- Male: 60% of body weight
- female: 50% of body weight

□ two components

- 細胞內液(intracellular fluid, ICF): 2/3
- 細胞外液(extracellular fluid, ECF): 1/3
 - 血液容積(25%)
 - 組織間液(75%)

體液之成分

□ 電解質

- 參與滲透壓之維持
- 化學反應之媒介物
- 維持酸鹼平衡
- 神經肌肉功能完整

□ 蛋白質

□ 非解離物質

電解質之含量

	ECF(mEq/L)	ICF(mEq/L)
Na ⁺	140	10
K ⁺	5	140
Ca ⁺²	5	0
Mg ⁺²	3	62
Cl ⁻	103	4
HCO ₃ ⁻	28	10
PO ₄ ⁻²	4	75
SO ₄ ⁻²	1	2

滲透壓

- 半透膜兩邊維持單位容積內顆粒數目相等
 - mmol/L, mEq/L
 - 正常情形下ICF與ECF滲透壓相等
- 滲透壓之計算
 - Osmolality (mOsm/kg)=
$$2(\text{Na}+\text{K}) + \text{Glucose}/18 + \text{BUN}/2.8$$
 - 正常值 280~300

Fluid Intake and Output

	Normal output (cc/day)				需要量
	urine	stool	skin	lung	cc/kg
infant	300~600	30~45	50~200	30~150	130
Child	600~1000	45~120	250~400	100~300	80
Adult	1000~1500	100~200	600~700	400~500	50

體液之調節

□ ADH

- 促進腎小管水的再吸收
- 釋放條件
 - 體液高滲透壓時
 - 循環血量減少時
 - 神經刺激

□ Aldosteron

- 促進腎小管鈉之吸收與鉀之排出

□ Natriuretic hormone(利鈉尿激素), ANF

- 位於心房中，於血鈉高時釋出，促進鈉之排出

□ Others

- Estrogen;增加鈉之再吸收
- Progesteron:促進鈉與水之排出

水與電解質不平衡之原因

- Intake不足
- Disturbance of GI tract
 - vomit, diarrhea, fistula, drainage
- renal disorder
 - excrete/retain Na, K, water
- 出汗或蒸發過量
- bleeding, trauma, and burn
 - 細胞破壞時，細胞內離子釋出

低血容(hypovolemia)

- dehydration
- hypertonic hypovolemia
 - water loss > Na loss
 - 不能飲水、溶質利尿、尿崩症、出汗
- hypotonic hypovolemia
 - Na loss > water loss
 - renal disease
- isotonic hypovolemia
 - water loss = Na loss
 - GI loss

S/S of hypovolemia

- low BP , fast HR , JVD(-) in supine
- skin, mucus membrane dry
- sunken eye
- weight loss
- 靜脈回填緩慢
- oliguria, or anuria
- Hgb, Hct up
- 尿比重增高

高血容(hypervolemia)

□ etiology:

- fluid overload
- excess sodium intake
- 長期使用腎上腺皮質荷爾蒙
- CHF, Nephrotic syndrome

□ S/S

- edema, systemic and pulmoanry
- increase of BW
- Hgb, Hct down
- 尿比重降低

常用輸液

□ Crystalloids

- 提供每日所需之 water and electrolytes
 - Saline: Na requirement: 70~80 mEq/day
 - Glucose
 - KCl
 - NaHCO₃: in acidosis

□ Colloids

- Dextran: short term volume expansion
- albumin: medium term volume expansion
- Hydroxyethyl starch: HAES-steril: long term volume expansion

不同輸液的體液增加效果

	輸入量	TBW	ICF	組織間液	血管容積
D5W	1L	1L	↑800ml	↑ 100ml	↑ 100ml
Lactate Ringer	1L	1L	--	↑ 700ml	↑ 300ml
3%NaCl	1L	1L	↓2.5L	↑ 2400ml	↑ 1100ml
25% Albumin	100ml	100ml	--	漸下降450ml	↑ 550ml

致命的電解質異常

- Hypokalemia
- Hyperkalemia
- Hyponatremia
- Hypocalcemia
- Hypercalcemia
- Hypophosphatemia
- Hypomagnesemia

電解質異常的特點

- 常為潛在疾病進行之表示
- 矯正異常，但須找原因
- 電解質異常時的表徵常不具特異性
- 電解質異常會改變細胞功能與細胞膜電位，因此依賴細胞膜電位的組織器官的功能受影響最明顯(heart, kidney, neurologic, muscle)

血中之正常值與危險質

	正常值	臨床危險值
鉀(mEq/L)	3.5~5.0	< 2.5 or > 6.5
鈉(mEq/L)	135~145	< 120 or > 160
血清鈣/游離鈣 Mg/dL(mmole/L)	9~11/4.5~5.5 (4.5~5.5)/(2.3~2.6)	<6.5 or >13 (> 3.2 or >6.5)
磷(mg/dL) (mmole/L)	2.4~4.7 (0.8~1.45)	<2.0 or > 7.2
鎂(mg/dL) (mmole/L)	1.6~2.6 (1.3~2.2)	

Hypokalemia

□ 血鉀過低 < 3.5 mEq/L

■ 細胞轉移

- Beta receptor 促進劑 (eg. Dopamine, Dobutrex) 之使用，
- Alkalosis
- 也可隨 insulin/glucose 過渡進入細胞引起

■ 鉀的流失

- 腎臟鉀之排出增加
- 腹瀉

□ 症狀

- 減少神經肌肉傳導功能，肌肉漸進性虛弱。
- 症狀以 cardiac, neuromuscular, GI 為主
- arrhythmia, T波小, U波, GI distension, ileus,

Hypokalemia之處置

- KCl 0.7 mEq/kg IV drip不可IV push
- normal usage:10~20 mEq/hr
- | <u>血經鉀</u> | <u>最大輸液速度</u> | <u>最大濃度</u> | <u>24小時最大劑量</u> |
|------------|---------------|-------------|-----------------|
| >2.5 mEq/L | 10 mEq/hr | 40 mEq/L | 200 mEq |
| <2.5 mEq/L | 40 mEq/hr | 80 mEq/L | 400 mEq |
- 以IV緊急處理時須作EKG監測，避免血鉀突然升高造成致命性心律不整
- 高劑量(40mEq/hr)時，不宜自cvp直入心房，宜以數條週邊管路輸入
- 酸鹼不平衡問題宜先處理

Hyperkalemia

- 血鉀過高 (>5.5 mEq/L)
 - 細胞轉移: 細胞壞死, 酸中毒, insuline不足, 毛地黃中毒
 - 腎排出減少: renal failure, 留鉀利尿劑, KCl
- 症狀
 - 以 cardiac, neuromuscular 為主
 - arrhythmia, T波高, muscle weakness,
- 處理
 - 以 NaHCO_3 , glucose+insulin, 將 K^+ 移入細胞
 - 以 dialysis, diuretics 將 K^+ 移出體外

電解質練習題

- K 2.2 mEq/L, 醫囑 40mEq in 250cc D5W,
- 計算各滴數達 3.5 mEq/L及5.5 mEq/L之時間
- BW 70kg, Urine 50 cc/hr, 4 mEq/100cc,

計算

□ K缺

- $(3.5-2.2)\text{mEq/L} \times 5\text{L}=6.5 \text{ mEq}$

- $(5.5-2.2)\text{mEq/L} \times 5\text{L}=16.5 \text{ mEq}$

□ IV conc. 16 mEq/100cc

□ 補的速度

- 10cc/hr 1.6 mEq/hr

- 20cc/hr 3.2 mEq/hr

- 30cc/hr 4.8 mEq/hr

- 40cc/hr 6.4 mEq/hr

Hyponatremia

- 低血鈉 (<130 mg/L)
 - 常因攝取減少、排出增加、水份攝取過量引起
- 症狀以 neurologic, muscular, GI 為主
 - 意識改變、肌肉痙攣疼痛、抽筋

	<u>Hypervolemic</u>	<u>Isovolemic</u>	<u>Hypovolemic</u>
Na	↑	normal	↓ ↓
水	↑ ↑	↑	↓
原因	利尿劑之使用 腎皮質功能缺損 腹瀉	SIADH 水中毒	heart failure renal failure 肝硬化
處理	3% NaCl	利尿劑	利尿劑

- 矯正過速，以免引起 brain edema

Correction of hyponatremia

□ Volume of 3% saline =

$$\frac{0.6 \times \text{Weight (kg)} \times (\text{Desired Na} - \text{Current Na})}{513 \text{ mEq/L}}$$

- Sodium intake should be increased by no more than 1 to 2mEq/L/hr or 10 to 20 mEq/L/day (Konick-McMahon, 1999b).
- Too-rapid correction can lead to seizures, coma, and death (Narins et al, 1998)

Hypernatremia

- 高血鈉 > 145 mEq/L

	<u>Hypervolemic</u>	<u>Isovolemic</u>	<u>Hypovolemic</u>
Na	↑↑	normal	↓
水	↑	↓	↓↓
原因	Na給太多	水的流失	利尿劑、嘔吐腹瀉

- 症狀：意識改變、肌肉無力、抽筋

- 處理：補充水分

- $H_2O \text{ deficit} = [0.6 \times BW(\text{kg})] \times [(\text{血清Na} / 140) - 1]$
- 先補 H_2O deficit 之一半再評估
- 減少 Na 12-20 meq/L in 24 hrs
- 不宜矯正過速，以免引起 brain edema

血鈣血磷異常

- Hypocalcemia
 - Hypercalcemia
 - Hypophosphatemia
 - Hypomagnesemia
- 主為細胞內之電解質
 - 與能量(ATP)之合成與使用有關
 - 不正常時可引起嚴重之神經肌肉,心臟,與呼吸功能的問題
 - 通常以 iv 矯治

鈣磷之功能與恆定機轉

■ 鈣之功能

- 神經衝動之傳導
- 維持細胞通透性，血鈣上升時通透性降低
- 促進prothrombin變成thrombin
- 促進VitB12吸收，促進骨骼牙齒監固

■ Vit.D促進鈣從腸胃道吸收，磷抑制此吸收

■ 骨骼與副甲狀腺共同維持血清鈣質

- 血清鈣低→副甲狀腺分泌減少→尿鈣排出增加、降低腸胃吸收鈣→恢復血清鈣質
- 血清鈣高→副甲狀腺分泌增加→尿鈣排出降低、骨骼吸收鈣→恢復血清鈣質

低血鈣

□ Lab data

- 血清鈣 <4.5 mEq/L(<9 mg/dL)
- 游離鈣 <2.2 mEq/L(<4.4 mg/dL)

□ 症狀

- 神經肌肉興奮性增加，強直痙攣抽筋
- Chvostek's sign(CN7), Trousseau's sign
- 呼吸困難、腸蠕動急、腹瀉、心律異常、出血時間延長

□ 處置

- IV 10% Ca. gluconate in D5W
- Oral Ca. Gluconate, Ca. Chloride, Ca. lactate

高血鈣

□ Lab data

- 血清鈣 > 5.5 mEq/L (> 11 mg/dL)
- 游離鈣 > 2.8 mEq/L (> 5.5 mg/dL)

□ 症狀

- 噁心嘔吐腹脹便秘
- 肌肉無力疲憊嗜睡意識混亂昏迷
- 心傳導受阻EKG上ST變短QT延長心跳停止
- 易毛地黃中毒

□ 處置

- IV 0.9% NaCl 合用 Lasix、強迫飲水促進尿鈣排出
- Calcitonin 抑制副甲狀腺、IV 磷

低血鎂

- 低血鎂(<1.5mEq/L or 1.8mg/dL)
 - 出現於長期營養不良及酗酒者，
 - 症狀主要在於神經肌肉強直及全身痙攣、VPC, VF, AF、也可引起低血鉀
- 鎂的特質
 - 60% in bone, 49% inside cell, 1% in ECF
 - 腸胃吸收鈣時同時吸收鎂，多由尿排出
 - 功能
 - 透過Na-K pump影響鈉鉀及蛋白質之使用
 - 包括骨骼肌平滑肌及心肌之神經衝動傳導
 - 抑制副甲狀腺
- 處理：
 - IV MgSO₄ 宜慢速，快速時會有熱及泛紅之感覺

酸鹼不平衡對生命之影響

□ 酸中毒

⇒降低Hgb-O₂結合率，SaO₂下降

⇒降低血管對catecholamines的反應

⇒抑制中樞神經系統，導致頭痛、嗜睡
定向感不足，進而昏迷

⇒減少心肌收縮之能力，

⇒干擾藥物之作用

酸鹼不平衡對生命之影響

□ 鹼中毒

- ⇒ 過度刺激神經系統，肌肉產生震顫
抽筋現象
- ⇒ 阻止紅血球釋放氧

ABG

- PaCO₂: 呼吸性酸 (40mmHg)
- PaO₂: 血中氧分壓 (>80 mmHg)
- SaO₂: 動脈血中 Hgb 與 O₂ 結合的百分比
- HCO₃⁻: 代謝性鹼 (24mEq/L)
- pH: 血中酸鹼淨值 (7.35~7.45)
- BE: base excess, 過剩鹼 mEq/L
 - total body base excess = $1/3 \times BW \times BE$

動脈氣體分析七大分類

主因在於通氣狀況者

	PaCO ₂	pH	HCO ₃
Acute vent. I.	<30	>7.50	正常
Chronic V. I.	<30	7.40~7.50	降低
Acute Vent. F	>50	<7.30	正常
Chronic V. F	>50	7.30~7.40	升高

主因在於代謝狀況者

□		PaCO ₂	pH	HCO ₃
	Uncomp. Acidosis	正常	<7.30	降低
	Alkalosis	正常	>7.50	升高
	P. comp. Acidosis	<30	<7.30	降低
	Alkalosis	>50	>7.50	升高
	C. comp. Acidosis	降低	7.30~7.40	升高
	Alkalosis	升高	7.40~7.50	降低

呼吸性酸鹼不平衡

□ 呼吸性酸中毒

- Respiratory acidosis, VF
- 換氣不足CO₂ retention, 以 ventilatory failure(VF)稱之

□ 呼吸性鹼中毒

- Respiratory alkalosis, VI
- 換氣過多呼出太多CO₂, 常因缺氧代償而起, 以 ventilatory Insufficiency(VI)稱之, 表示原本之換氣狀態不足供氧

□ Manage from ventilation and oxygenation route

代謝性酸鹼不平衡

□ 代謝性酸中毒(Metabolic acidosis)

■ 高陰離子隙裂： >16

□ 過多酸的蓄積，如酮酸中毒、乳酸蓄積、水楊酸中毒....

■ 正常陰離子隙裂： 12 ± 4

□ 重碳酸鹽之流失，如腹瀉、腸漏管、....

陰離子隙裂(anion gap)= $Na - (Cl + HCO_3)$

□ 代謝性鹼中毒(Metabolic alkalosis)

■ 嘔吐、胃液抽吸、鉀流失

□ Manage from metabolic route