

体液, 電解質 및 酸·塩基平衡(上)

南 治 州*

第 1 節 体液 (Body fluid)

動物은 体液의 恒常性機轉(homeostatic mechanism)에 의하여 細胞内液과 細胞外液은 일정한 組成을 유지하고 있다. 体液의 水分과 電解質의 불균형은 심한 細胞機能障害(cellular dysfunction)을 일으킨다.

대부분의 疾患, 外傷 그리고 手術創은 水分과 電解質의 平衡을 변화시킨다. 본래의 疾病 그 자체보다 속발적으로 일어나는 体液障害때문에 生命에 위협을 초래하기도 한다.

1. 体液의 区分(Compartments of body fluid)

動物體는 固形分(40%)과 水分(60%)으로 구성되며, 水分 즉 体液은 細胞内液(Intracellular fluid 40%)과 細胞外液(Extracellular fluid 20%)으로 나누어진다. 細胞外液은 다시 血漿(plasma 5%)과 組織間質液(Interstitial fluid 15%)으로 나누어진다.

이들 細胞内液과 細胞外液은 서로 成分을 교류하여 力學的인 均衡상태를 이루고 있다.

2. 体水分量 (Body water volume)

성숙한 정상동물에서는 總水分량은 体重의 약

60%이다. 新生動物은 水分량이 体重의 약 80%로 높은 비율을 차지한다. 수분비율은 늙어감에 따라 점점 감소한다. 또 個体사이에는 수분함량에 있어서 상당한 차이가 있다. 脂肪은 水分함량이 아주 낮다. 그러므로 비만한 동물은 어린 동물보다 체중에 대한 수분함량 비율은 낮다.

細胞内液은 일반적으로 체중의 약 40%로서 대부분이 骨骼筋(skeletal muscle)에 있다.

細胞外液은 성숙한 동물은 체중의 약 20%이며, 新生動物이나 아주 어린 동물은 체중의 약 40%나 된다. 이와같이 어린 동물은 細胞外液이 높은 비율을 차지하므로 질환이 일어날 경우 水分과 電解質의 심한 不均衡이 급속히 일어나게 되는 것이다. 間質液의 약 10%는 眼房水, 腦脊髓液, 關節, 消化管, 膽汁 등에 있는 細胞橫斷水分(transcellular water)으로 이루어진다.

3. 体液의 橫成成分(Cheical composition of body fluid)

細胞内液과 細胞外液의 주요한 화학적 성분은 표 1 과 같다.

細胞内液에는 칼륨(K)과 마그네슘(Mg)이 주요한 陽ion이고, 磷酸塩(PO₄)과 蛋白質이 주요한 陰ion이다. 細胞外液에서는 陽ion으로는 나트륨(Na)이 제일 많으며 陰ion으로는 塩素(Cl)가 가장 많고, 그 다음으로는 重炭酸塩(bicarbonate)이다. 細胞外液의 間質液과 血漿의 組成

* 서울대학교 獸醫科大學

은 蛋白質 含量的 차이를 제외하고는 거의 비슷하다.

Table 1. 体液의 構成成分 (mEq/l)

		細胞內液	細胞外液	
			間質液	血漿
陽 ion	나트륨	15	147	142
	칼륨	150	4	5
	칼슘	2	25	5
	마그네슘	27	1	2
陰 ion	중탄산염	10	30	27
	염소	1	114	103
	인	100	2	2
	황산염	20	1	1
	유기산	0	7.5	5
	단백질	63	0	16

体液이 가장 적당한 内部環境으로 있기 위해서는 이들 組成比率이 일정하게 유지되어야 한다.

細胞內液과 細胞外液의 조성의 차이는 細胞膜의 活動性輸送出納(active transport pump)에 의하여 유지되고 있는 것으로 생각하고 있다.

疾病狀態에서는 細胞代謝가 변화되고, 細胞의 에너지생산은 감소되며, 細胞膜上에 있어서의 수송기능이 감퇴된다. 예를들면 질환으로 인해 나트륨의 出納障礙가 일어나면 細胞內에 나트륨을 축적하여 細胞內浮腫(intracellular edema)을 유발하여, 臟器의 손상을 일으키게 된다.

4. 水分平衡(Body water balance)

水分分量(Body water volume)은 섭취, 배설에 의하여 좌우된다.

飲水와 飼料中の 水分으로 水分을 섭취하는데 飲水는 視床下部에 있는 渴中樞의 支配에 의한다. 細胞外液中の 나트륨濃度は 이 中樞에 의해 크게 영향을 받는다. 한편 体内 營養물의 酸化에 의하여 생긴 代謝性水分이 있다.

水分排泄은 呼吸에 의한 상실, 皮膚로부터의 상실, 또 糞便 및 尿에 의한 상실 그리고 泌乳中에는 乳汁으로도 배설되어 상실된다. 이와같은 水分의 상실은 여러가지 조건에 따라 좌우된다. 예를 들면 皮膚로부터의 상실과 呼吸에 의한 상실은 氣溫, 濕度와 크게 관계가 있고, 또 그 비율은 汗腺의 발달과도 관련이 있는데 즉 말은 皮膚에서, 개는 呼吸에 의하여 상실되는 量이 많다. 오줌으로 배설되는 量과 皮膚, 肺로부터 배설되는 量(不感性蒸泄量)과의 비율에 있어서도 말은 오줌으로 배설되는 量이 적은 반면, 돼지와 개는 오줌으로 배설되는 量이 많다. 反芻獸는 양자가 서로 비슷하다.

이와같이 水分平衡은 여러가지 요인에 의하여 영향을 받으므로 輸液할 때에는 이 점을 고려하여 실시할 필요가 있다.

5. 脫水(Dehydration)

脫水(dehydration)는 水分의 결핍상태를 말한다. 脫水에는 病態生理學的 機轉이 다른 세가지 종류가 있다. 여러종류의 內外科的 疾病에서 脫水가 일어나며, 이때에 電解質 및 酸.塩基障礙(disturbances of electrolyte and acid-base balance)와 같은 다른 合併症이 일어나기도 한다.

1) 等張性脫水(Isotonic dehydration)

等張性脫水(isotonic dehydration)의 특징은 血漿나트륨濃도가 정상이다. 그러므로 細胞外液의 容積의 결핍에도 불구하고 血漿의 나트륨濃도가 정상일 때에는 細胞로부터 水分의 再分布는 일어나지 않는다. 等張性脫水의 原因은 일반적으로 胃腸管으로부터의 体液喪失이다. 軟部組織의 外傷, 腹膜炎 그리고 腸閉鎖 등으로 細胞外液이 상실될 경우에도 等張性脫水가 일어난다.

물의 過量給與에 의하여 等張性脫水를 보충할 때에는 血清나트륨濃도가 감소되어 低張性脫水(hypotonic dehydration)를 일으킬 수 있다.

2) 低張性脫水(Hypotonic dehydration)

低張性脫水(hypotonic dehydration)는 血漿나

트륨濃도가 감소하는 것이다. 細胞外液이 低張性이 되고 水分이 細胞外間隙에서 細胞內로 이동된다. 이때에는 細胞外容積이 심히 감소된다. 그러므로 이와같은 환측은 더욱 血管虛脫(vascular collapse)이 일어나기 쉬우므로 즉각적이고 집중적인 치료를 해야한다.

低張性脫水는 副腎皮質不全(adrenocortical insufficiency)에서나 等張性脫水(isotonic dehydration)때에 過량의 水分을 보충할 때에 일어난다.

3) 高張性脫水(Hypotonic dehydration)

高張性脫水(Hypertonic dehydration)는 수분이 결핍되고, 나트륨過量으로 血漿나트륨濃도가 증가하는 것이 특징이다.

過나트륨血症으로 인한 細胞外液의 高張으로 水分이 細胞內에서부터 細胞外間隙으로 이동된다.

血漿의 過滲透性은 동물체로 하여금 渴症을 느끼게 하며, 또 抗利尿호르몬(ADH)유출을 자극하여 수분의 섭취와 停滯를 조장한다.

高張性脫水는 水分섭취를 거의 할 수 없을 때, 氣道로부터 水分의 과량상실(熱射病) 그리고 尿崩症(diabetes insipidus) 환측에 대한 수분섭취 제한등에서 일어난다.

4) 脫水狀態의 評價(Estimation of dehydration)

脫水狀態를 평가하는 방법과 体液을 보충하는 방법은 脫水의 형태에 관계없이 일반적으로 비슷하다. 脫水狀態를 평가하기 위해서는 病歷, 一般檢査 그리고 實驗室成績 등을 조사한다.

실제 獸醫臨床에서는 광범위한 實驗室檢査를 실시하기가 곤란하기 때문에 病歷의 청취는 輸液療法(fluid therapy)의 실시에 있어서 상당히 중요하다. 그리고 体液과 電解質障害에 관련하는 모든 要因들에 대해 잘 알아둘 필요가 있다. 예를들면 泄瀉, 嘔吐, 多尿症, 多飲多渴症, 食慾絶閉, 水分攝取不足, 發熱 심한 流涎 혹은 呼吸促進 등이 있었는지를 확인하여야 한다. 이때에 水分의 喪失程度를 평가하여 두는 것도 도움이 된다. 만약 動物의 正常體重을 알고 있다면

얼마나 많은 体液이 소실되었는지를 조사하는데 많은 도움이 될 수 있다. 체중감소에 의한 体液欠乏量을 아는데에는 慢性疾患에서 보다 急性疾患에서 훨씬 정확하다. 輸液初期에 일어나는 體重變化는 輸液이 적당한지에 대한 指針이 된다.

一般檢査로 水分과 電解質의 不均衡 상태와 정도를 개괄적으로 알아낼 수 있다. 즉 皮膚의 彈力性和 柔軟性의 상실, 口腔粘膜의 건조, 眼球陷沒, 毛細血管再充滿時間(capillary refilling time, CRT)의 지연, 出血性 暈(hypovolemic shock) 등은 脫水를 나타내는 증후이다. 獸醫臨床에서는 體重에 대한 百分率(percent)로서 脫水の 정도를 推定하여 現存하는 体液欠乏量을 算定하여 輸液을 실시한다(표 2).

Table 2. 脫水の 評價(體重에 대한 %)

탈수상태	일반검사소견
< 5%	正常
5%	皮膚가 약간 부드럽고 彈力性이 低下
7%	皮膚의 彈力性이 거의 없음 毛細血管再充滿時間 2~3초 약간의 眼球陷沒
10~12%	皮膚의 彈力性 전혀 없음 毛細血管再充滿時間 3초이상 심한 眼球陷沒 쇠약한 동물에서는 暈 不隨意的인 筋肉攣縮
12~15%	심한 暈, 죽음이 임박

* 正常毛細血管再充滿時間(capillary refilling time) = 1½~2초

皮膚의 彈力性을 조사할 때에는 頸部에서와 같이 정상적으로 느슨한 皮膚로 덮여있는 부위를 피해야 하며, 後方肋骨部位에서와 같은 일반적으로 긴장감이 있는 부위를 택하여야 한다. 肥滿한 動物은 脫水가 진행되어 있어도 정상적인 皮膚彈力性을 유지하고 있으므로 脫水狀態를 판단하기 어렵다. 반대로 여윈 動物에 있어서는

正常健康動物보다 더 많이 皮膚彈力性を 잃게되어 体液必要量を 더 많이 평가하게 될 수 있으므로 주의하여야 한다.

口腔粘膜炎의 전조상태로 脫水狀態를 판단할 때에 주의하여야 할 점은 鼻腔充血이나 鼻漏때문에 口腔으로 呼吸하게 되면 비록 体水分이 정상일지라도 口腔粘膜炎이 빨리 전조될 수 있다는 사실이다.

赤血球容積(PCV), 血漿總固形成分濃度(total plasma solid)는 体液喪失의 重症度を 판단하는데 가치가 있다. 脫水된 動物은 이들 檢査値가 正常値보다 증가한다. 다만 이때에는 이 두가지 檢査項目을 모두 동시에 조사하는 것이 좋다. 왜냐하면 질병이 일어나기 전에 이들중 어느 하나가 正常範圍 밖에 있으면 그 檢査성적으로는 오류를 범할 수 있기 때문이다. 예를들면 脫水와 貧血이 있는 동물은 赤血球容積이 正常範圍內에 있을 수 있다. 한편 脫水와 低蛋白血症의 동물은 血漿總固形成분이 正常범위에 있을 수 있다. 그러므로 이들 성적은 脫水의 임상적인 소견에 대한 보조로서 활용하는 것이 좋다. 輸液을 실시하고 있을 때 脫水상태를 주기적으로 평가하기 위해서 赤血球容積과 總固形成分濃度を 측정하는 것이 도움이 된다.

腎臟機能不全(renal inefficiency)이 없을 때에는 尿比重(specific gravity of urine)과 血液尿素窒素(BUN)濃度は 脫水의 상태를 추정하는데 역시 도움이 된다. 腎臟機能이 正常인 때에 脫水가 일어나면 초기에는 尿比重이 증가한다. 脫水가 점차 심하게 되면 腎臟血流가 감소되어서 腎糸球體透過率(glomerular filtration rate)은 감소되고, 尿素窒素濃度は 증가한다. 그런데 赤血球容積, 血漿總固形成分, 尿比重 그리고 尿素窒素濃度로는 脫水의 百分率을 定量할 수는 없다.

第 2 節 電解質 (Electrolytes)

体液中에 용해되어 있는 物質中에는 解離(dissociation)하여 ion으로 되어 작용하는 것과 解

離되지 않는 상태로서 작용하는 것이 있는데 前者가 電解質(electrolyte)이다.

그 電解質가운데는 陰ion을 띠는 것과 陽ion을 띠는 것이 있으며, 이들은 서로 일정한 비율을 유지하고 있다. 이들 電解質은 体液의 緩衝作用에 중요한 뜻을 갖고있다.

1. 患畜의 평가 (Evaluation of patients)

電解質障病을 평가하는 데에는 대체적으로 一般檢査보다 病歷을 잘 듣는 것이 더 믿을만하다. 電解質喪失의 形態와 重症度を 推定하기 위해서 疾病으로 인한 異常狀態의 性狀, 頻度, 期間 등을 조사하는 것도 도움이 된다. 疾病으로 인한 体液喪失 때의 体液構成成分의 變化를 알므로써 그 患畜이 필요로 하는 電解質의 부족상태를 평가할 수 있다(표 3). 그러므로 어떤 疾患에서는 보통 어떤 電解質이 상실한다는 지식을 갖고 있으면 그 특정한 ion을 충분히 공급한다. 腎臟機能이 정상이면 ion의 초과투여량을 배설시킨다.

電解質障病의 임상적증후는 그 疾病의 形態와 정도를 추정하는데 충분한 가치가 있는 것은 아니다. 다만 심한 칼륨障病과 低칼슘血症에서는 예외이다.

電解質異常을 실험실에서 평가하는 실제적 방법은 血清電解質濃度を 측정하는 것이다. 실험실에서 얻어진 血清電解質濃度は 總体内 저장ion과는 平行하지 않을 수도 있다. 血清電解質濃度は 水分의 量과 상관성을 갖고 있다.

病歷 一般檢査 혹은 血清電解質 측정 등으로 電解質의 결핍량을 정확히 알 수 없으나 이와같은 자료를 고려함으로써 계속적인 상실과 그 결핍량을 정상으로 보충할 수 있도록 이용할 수 있는 가치있는 자료를 마련할 수 있다.

2. 나트륨 異常 (Sodium abnormalities)

나트륨 細胞外液의 滲透壓에 주로 관여하며, 細胞外液과 細胞內液사이의 水分分布에 크게 영

Table 3. 病的狀態에서 예상되는 体液, 電解質 및 酸·塩基平衡 障礙

病的狀態	예상되는 障礙	輸液요법	添加劑
지속적인 絶食	脫水, 칼륨欠乏 약간의 代謝性酸症	유산링거용액	
嘔吐	脫水, 칼륨欠乏 代謝性 알카리症	링거용액	염화칼륨
泄瀉	脫水, 칼륨欠乏(慢性) 代謝性酸症	유산링거용액	염화칼륨(만성)
糖尿病	脫水, 칼륨欠乏 代謝性 酸症	유산링거용액	염화칼륨
副腎皮質不全症	脫水(血管虛脫) 低나트륨血症, 칼륨血症 代謝性 酸症	유산링거용액 0.9% 생리식염수	
尿道閉鎖	過칼륨血症 代謝性 酸症	유산링거용액	
急性腎不全症	過칼륨血症 代謝性 酸症	유산링거용액	
慢性腎不全症	脫水, 低나트륨血症 약간의 代謝性酸症	유산링거용액	염화나트륨
鬱血性心不全症	나트륨과 水分 (혈장 나트륨 정상)	5%포도당	

향을 미친다. 血漿나트륨의 감소(低나트륨血症, hyponatremia)와 혈장나트륨의 증가(過나트륨血症, hypernatremia)는 細胞内外의 体水分의 再分布의 결과에서 일어난다.

1) 低나트륨血症 (Hyponatremia)

사람에서는 急性低나트륨血症일 때에는 腦内 压의 증가로 일어나는 中枢神經系症候(筋肉攣縮, 痙攣)과 細胞内 水分過量으로 인한 組織症候(流涎, 眼漏, 水樣性泄瀉)가 특징이다. 심한 低나트륨血症에서는 乏尿性腎不全(oliguria renal failure)이 비교적 급속히 일어난다. 이와같은 症候는 動物에서는 자세하게 보고되어 있지 않다.

低나트륨血症(低張性)脫水를 교정하기 위해서는 유산링거용액(lactated Ringer's solution)보다는 高濃度の 나트륨을 함유하는 링거용액(Ringer's solution)이나 生理食塩水の 주입이 지시된다.

2) 過나트륨血症 (Hypernatremia)

사람의 急性 症候의 過나트륨血症때에는 中枢神經系症候(虛弱, 譫妄)와 組織症候(流涎減少, 粘膜乾燥)가 특징이다. 体温은 일반적으로 증가한다. 過나트륨血症의 교정을 위해서는 유산링거용액이 일반적으로 적당하나 나트륨을 적게 함유한 0.45%生理食塩水도 사용할 수 있다.

3. 칼륨異常 (Potassium abnormalities)

칼륨 (potassium)은 細胞內칼륨의 98%가 細胞內에 있는 것으로 밝혀졌다. 細胞外液에는 칼륨의 함량이 적은데도 불구하고 神經筋肉과 心臟機能을 유지하기 위해서는 상당히 좁은 한계 내에서 유지되어야 한다. 나트륨-칼륨 出納作用 (sodium-potassium pump)에 의하여 細胞外로 나트륨을 내보내고 細胞內로 칼륨을 이동시킨다.

1) 低칼륨血症 (Hypokalemia)

濃度の 低下는 보통 体内칼륨결핍을 가리키는 것이다. 사람에서는 總体内칼륨이 200~400mEq/l 감소하면 血漿칼륨濃度は 3mEq/l가 감소되는 것으로 보고되어 있다. 細胞外液의 pH는 總体内칼륨저장과는 관계없이 血漿칼륨濃도에 영향을 미친다. 酸血症 (acidemia)에서는 血漿칼륨濃도가 증가되고 알칼리血症 (alkalemia)에서는 血漿칼륨濃도가 감소된다.

低칼륨血症의 일반적인 症後는 神經筋肉機能 低下 (麻痺, 弛緩)이다. 또 低칼륨血症과 관계있는 것으로 생각되는 症狀은 腸閉鎖 (ileus), 心電圖所見의 異常 (徐脈, bradycardia) QT間隔의 연장, 振幅이 낮은 二相性 T波) 그리고 digitalis 配糖体에 대한 敏感度の 增加等이다.

사람에서는 腎臟에서 농축능력의 불량과 炭水化合物에 대한 耐性的 약화등도 칼륨결핍의 症狀으로 보고되었다.

칼륨결핍은 개와 고양이에서는 常當히 兇見된다. 임상적인 여러가지 病的狀態에서 일어나는 지속적인 絶食은 칼륨결핍을 일으킨다. 칼륨결핍에도 불구하고 充分히 칼륨을 吸收하지 못하고 오줌속으로 칼륨상실이 계속 일어난다. 胃腸管分泌物도 비교적 많은 量의 칼륨을 함유하고 있다. 그러므로 胃腸管液의 過量상실 (심한 嘔吐, 泄瀉)은 칼륨결핍을 일으킨다. 칼륨이 함유되지 않은 輸液을 지속적으로 非經口的으로 투여하면 腎臟에서 칼륨상실이 계속 일어나 칼륨결핍이 때때로 악화된다. 低칼륨血症 (hypokalemia)과 관

계있는 다른 症常은 糖尿病 (diabetes mellitus) 이나 利尿劑의 過量투여로 일어나는 排尿過量이다.

糖尿病에서 insulin 치료는 細胞外液으로 부터 細胞內로 칼륨을 吸收하도록 한다. 低칼륨血症은 補充투여하지 않으면 重症으로 된다. 칼륨 欠乏후가 관찰되거나 지속적인 칼륨상실이 의심이 있으면 低칼륨血症에 대한 치료를 해야한다. 不幸하게도 血清칼륨濃度, 一般檢査所見 그리고 病歷 등으로는 칼륨 欠乏量을 定量할 수 없다. 사람에서는 칼륨 欠乏을 평가하기 위해 다음과 같은 지침이 마련되었다. 血清칼륨이 3mEq/l 이상일 때에는 血清칼륨 1mEq/l 증가시키기 위하여 칼륨 100~200Eq가 필요하며 血清칼륨濃도가 3mEq/l와 같거나 적을 때에는 血清칼륨 1mEq/l 증가시키기 위해서는 칼륨 200~400mEq가 필요하다. 細胞外液의 pH가 0.1단위 변화하는데 血清칼륨은 약 0.6mEq/l의 可逆的인 변화가 일어난다.

칼륨 欠乏을 치료하고자 할 때에는 임상가는 칼륨 欠乏은 細胞內에 있다는 것을 기억해야 한다. 칼륨은 細胞外液으로 통과시키지 아니하고는 직접 칼륨의 細胞內 欠乏을 회복시킬 수 없기 때문에 치명적인 過칼륨血症이 되지 않도록 주의하여야 한다. 過量의 칼륨을 排出할 수 있도록 腎臟機能은 正常이어야 한다. 칼륨을 口腔으로 투여하면 過칼륨血症을 유발시키는 위험성이 적다.

글루론산칼륨 (potassium gluconate)이나 염화칼륨용액 (potassium chlorid sodium) 과 염화칼륨 錠劑가 시판되고 있다. 칼륨 35mEq/l 함유하는 용액은 局所刺戟이나 全身的 毒性도 일으키지 아니하므로 皮下로 투여한다. 만약 칼륨을 靜脈으로 투여할 때에는 시간당, 체중kg당, 0.5 mEq를 초과하지 않도록 하여야 한다.

2) 過칼륨血症 (Hyperkalemia)

血漿칼륨濃度の 증가는 매일 많은 量의 칼륨을 吸收하여 細胞內에서 細胞外液으로 적은 量

의 칼륨을 계속적으로 확산시키므로서 일어난다. 腎臟은 過量의 칼륨을 正常으로 제거하는 유일한 길이므로 過칼륨血症을 예방하기 위해서는 腎臟機能이 正常이어야 한다.

過칼륨血症의 뚜렷한 증상은 심장에 대한 칼륨의 毒作用에 기인하여 일어난다. 心電圖의 변화로는 尖銳한 T波(血清칼륨=6.0~6.5mEq/l), 徐脈, 平垣波(血清칼륨=6.5~7.0mEq/l), 心房停止(7.0~9.5mEq/l) 그리고 心停止 ≥ 9.5 mEq/l 등이다. 개와 고양이에서 急性腎不全, (acute renal insufficiency), 慢性腎不全(chronic renal insufficiency)의 末期, 副腎皮質不全(adrenocortical insufficiency) 尿道閉鎖(urethral obstruction) 그리고 심한 脫水 등은 過칼륨血症을 일으킨다.

過칼륨血症에서는 生命이 위태로우므로 치료를 미루어서는 안된다. 過칼륨血症의 原因과 重症度에 따라 특별한 치료를 해야한다. lactated Ringer solution이나 重碳酸鹽 같은 알칼리화시키는 용액을 輸液함으로써 過칼륨血症을 교정할 수 있다. 腎臟機能과 腎臟血流을 호전시키므로써 칼륨이온을 腎臟에서 排出시킬 수 있다. 심한 過칼륨血症에서는 5% 포도당과 insulin을 (포도당 4~5g + insulin 1단위) 靜脈으로 투여한다. 칼슘이온은 心臟에 대한 칼륨의 毒作用을 예방한다. 그러므로 calcium gluconate의 靜脈주사는 過칼륨血症에 도움이 된다. 그러나 이들 치료방법은 일시적이므로 根本적인 문제를 同時에 교정하도록 해야한다. 이들 치료에 있어서 주기적인 心電圖(electrocardiograph)검사는 도움이 된다.

第3節 酸·塩基平衡(Acid-base balance)

生体内에서 복잡한 代謝反應은 모두 体水分을 溶媒로 하여 이루어진다. 따라서 体液은 이들 반응이 항상 잘 이루어지도록 恒常性を 유지하고 있다. 水素이온濃度を 가급적 일정하게 유지하는 것도 体液恒常性の 重要な 기능의 하나이다. 体液의 pH는 細胞代謝(cellular metabolism)

의 부산물로서 계속 생성되는 많은 量의 酸에도 불구하고 正常적으로는 좁은 범위를 유지하고 있다. 血液의 pH는 体液의 pH를 대표한다. 그 정상범위는 7.35~7.45이다. 이보다 낮으면 酸症(acidosis), 증가하면 알칼리症(alkalosis)이다. 각종의 疾患은 体液의 pH를 변화시키기 때문에 輸液을 할 때에는 이들 각 경우를 고려하여 실시하여야 한다.

1. 患者평가(Evaluation of patient)

病歷으로부터 患者의 酸·塩基障礙의 양상에 대한 자료를 얻을 수 있다. 原發性疾患의 症候의 정도를 고려하므로써 酸·塩基障礙가 輕症인지 重症인지를 예측할 수 있다. 일반검사만으로는 酸·塩基障礙의 양상과 重症度を 믿을 수 있을 정도로 예견할 수 없다.

酸·塩基平衡에 대하여 가장 믿을 만한 자료는 실험실 성적으로부터 얻어진다. 血液gas 및 pH分析器를 사용하여 측정한다. 그러나 完全한 실험실 조사가 불가능할 때에는 가장 단순하고 비용이 적게드는 血漿總탄산gas 함량을 측정하므로써 酸·塩基障礙에 대한 의의있는 자료를 얻을 수 있다. 總炭酸gas는 거의 대부분이 重炭酸으로 되어 있으며 이는 重炭酸-炭酸緩衝系의 代謝性(非呼吸性)부분을 나타내는 것이다. 이렇게 總炭酸gas 함량을 측정하고 病歷으로 얻어진 자료들을 종합 검토함으로써 일반적으로 酸·塩基의 변화를 거의 정확하게 해석할 수 있다.

酸·塩基障礙를 평가하기 위해서는 動脈血(arterial blood)을 채취하여 측정하는 것이 가장 이상적이다. 그러나 실제로 動脈血을 얻기가 곤란할 때에는 頸靜脈血을 채취하여도 믿을 만한 자료를 얻을 수 있다. 麻醉나 外科手術 동안에는 舌下靜脈(sublingual vein)으로 血液을 얻는 것이 편리하다. 興奮한 動物은 過剩換氣(hyperventration) 때문에 유의하게 炭酸gas 분压(P_{CO₂})이 감소되고, pH가 증가한다. 그러므로 血液을 채취하기 전에 환축을 조용하게 하도록 해야한다.

酸·塩基 狀態를 조사하기 위해서는 血液을 공기에 접촉시켜서는 안된다. (공기에 접촉하면 炭酸 gas 分圧이 감소되고 pH와 酸素分圧이 증가한다). 채혈후 즉시 분석하는 것이 가장 좋지만 그렇지 못한 때에는 주사기의 주사침끝에 고무마개를 끼워서 냉장고에 보관하면 2~3시간까지는 만족할 만한 결과를 얻을 수 있다.

대개의 酸·塩基分析은 37°C에서 행하여야한다. 온도는 酸·塩基分析에 크게 영향을 끼치므로 얻어진 성적을 동물의 체온으로 교정하여야한다.

2. 酸·塩基障病의 分類 (Classification of acid-base disorders)

네가지의 原發性 酸·塩基障病이 있다 (표 4). 즉 呼吸性 酸症 (respiratory acidosis), 呼吸性 알칼리症 (respiratory alkalosis), 代謝性 알칼리症 (metabolic alkalosis) 代謝性 酸症이다. 때로는 原發性障病이 혼합하여 일어나기도 한다. (呼吸性 및 代謝性 酸症, 呼吸性 및 代謝性 알칼리症) 細胞代謝의 부산물로 生成된 炭酸 gas 量보다 초과해서 排出하거나 또는 정체시킬 때에는 呼吸性으로 인한 酸·塩基平衡에 障病을 일으키는 것이며 그 平衡障病의 原因이 呼吸性이 아닐 때에는 代謝性에 起因한다. 代謝性으로 因한 酸·塩基變位는 消化異常, 代謝異常, 그리고 水素이온이나 重炭酸이온의 喪失과 정체 등에 의해서 일어난다.

1) 呼吸性 酸症 (Respiratory acidosis)

體組織의 CO₂ 生産量이 폐에서 제거되는 CO₂ 量보다 초과하면 血液炭酸 gas 分圧 (PCO₂) 이 증가된다. 이렇게 되면 呼吸性酸症 (respiratory acidosis) (혹은 탄산 gas 과잉血症)이 된다. 마취를 하지 않은 動物에서는 原發性呼吸性酸은 비교적 드물다. 痲醉劑에 의해 延髓의 呼吸中樞는 억제되고 換氣가 부적당할 때에는 때때로 炭酸過乘이나 酸血症 (acidemia)을 일으킨다. 換氣를 방해하는 腦腔內病巢가 있을 경우, 中樞神經系를 영향하는 약제나 病巢가 正常呼吸을 방해

하는 경우 등에서도 呼吸性酸症이 일어난다. 한편 呼吸性酸症은 代謝性알칼리症 (metabolic alkalosis)에 대한 代償性機轉으로서도 일어난다

呼吸性酸症에 대한 代償性反應 (compensation)은 腎臟에서 일어난다. 즉 H⁺이온의 排出을 증가시키고 重炭酸이온 (HCO₃⁻)의 재吸收가 증가한다. 炭酸過剩의 치료는 炭酸 gas 정체의 원인을 해결해야 한다. 換氣시설도 역시 필요하다.

2) 呼吸性알칼리症 (Respiratory alkalosis)

體組織에서 生成된 CO₂ 量보다 많은 量을 肺로 排出시킬때 血液 CO₂ 分圧 (PCO₂)은 감소한다. 이 CO₂ gas 分圧의 감소를 호흡성, 알칼리증 혹은 炭酸不足症 (hypocarpnia)이라고 한다.

呼吸性알칼리症은 개에서는 자주 일어난다. 흥분한 動物에서는 채혈하는 동안 CO₂를 過量으로 排出하기 때문에 呼吸性알칼리症이 일어난다. 또 疼痛이 있거나 심리적 stress를 받고있는 動物에서 呼吸이 증가할 때 일어나기도 하고 주위온도가 높을 때 過熱을 방지하기 위해 排氣를 많이 하기때문에 일어나기도 한다. 또한 肺炎이나 肺水腫과 같이 下部氣道障病이 있을 때 呼吸性알칼리症이 일어난다. 왜냐하면 이와같은 障病에서는 血液의 酸素分壓 (PO₂)이 감소되어 努力性呼吸을 하게 되며 결과적으로는 換氣가 심하게 되어 탄산 gas 排出을 심하게 하기 때문이다. 또한 代謝性酸症 (metabolic acidosis)에 대한 代償性反應으로서도 炭酸不足이 일어난다.

呼吸性 알칼리症에서는 腎臟에서 重炭酸 (HCO₃⁻) ion 排出과 水素 ion (H⁺)의 정체에 의하여 代償되어진다. 換氣過剩에 대한 치료는 그 障病의 原因은 제거하도록 하여야 한다

3) 代謝性 酸症 (Metabolic acidosis)

體組織에서 重炭酸 ion을 상실하거나 또는 炭酸이외의 酸으로 부터 水素 ion을 축적함으로써 血漿重炭酸含量이 감소하는 것을 代謝性酸症 (metabolic acidosis)이라고 한다. 代謝性酸症은 수의임상에서 酸·塩基障病 가운데 가장 많이 일어난고 있다.

표 4. 酸-塩基 障의 類型과 特性

類 型	原 因	原發性障碍	代償性反應	平 均 值	
				急性(非代償)	慢性(부분대상)
呼吸性酸症	呼吸中枢의 抑制 藥物(麻醉劑) 中枢神經系損傷	CO ₂ 정체 肺包換氣減少	腎臟 HCO ₃ 정체 H ⁺ 排出 적혈구 내로 塩素 이동	pH 7.25, PCO ₂ 50** HCO ₃ 21, PO ₂ 60	pH 7.35 PCO ₂ 50** HCO ₃ 26* PO ₂ 60
呼吸性알카리 症	환기과잉: 흥분 기계적 환기 低산소증-이차 적 환기과잉: 하부기도질환	CO ₂ 과량 상실 (폐포환기증가)	腎臟 HCO ₃ 排出 H ⁺ 정체	pH 7.60 PCO ₂ 21** HCO ₃ 20, PO ₂ 95	pH 7.48 PCO ₂ 21** HCO ₃ 15* PO ₂ 95
代謝性酸症	泄瀉, 糖尿病 심한 腔素血症	HCO ₃ 상실 H ⁺ 정체 H ⁺ 生産과잉	폐(급하게) 호흡수와 깊이 증가 신장(천천히) 호흡성 산증에서 같이	pH 7.20, PCO ₂ 32 HCO ₃ 12** PO ₂ 85	pH 7.35, PCO ₂ 23* HCO ₃ 12** PO ₂ 92
代謝性 알카리症	嘔吐 過량의 HCO ₃ 투여	H ⁺ 상실 HCO ₃ 정체	폐(급하게) 호흡수와 깊이 감소 腎臟(천천히) 호흡성 알카리증 같이	pH 7.59 PCO ₂ 32 HCO ₃ 32, ** PO ₂ 85	pH 7.50, PCO ₂ 40* HCO ₃ 30** PO ₂ 79

(정상 動脈血值: pH 7.40, PCO₂ 32, HCO₃ 20, PO₂ 85)

*: 대상성 반응. †: 신장대상은 구토에 의해서 일어나는 대사성 알카리증에는 일어나지 않음.

** : 원발성 장애.

血液 pH의 감소(acidemia)는 障碍의 重症度, 血液과 組織의 緩衝能力 그리고 呼吸性 代償作用力 등에 좌우된다.

代謝性酸症을 일으키는 主要한 原因은 泄瀉, 腸閉塞, 有機酸의 体内 축적, 糖尿病 케토시스(ketosis) 腎不全, 질식, shock 등이다.

代謝性酸症은 肺에서 換氣를 많이 시키고 腎臟에서 重炭酸을 정체하고 水素 ion을 배출시키므로서 代償시킨다.

代謝性酸症의 치료는 酸症(acidosis)의 原因과 重症度에 달려있다. 輕症의 代謝性酸症을 일으키는 原發性疾患을 빨리 치료할 수 있을 때에는 代謝性酸症을 특별히 치료할 필요는 없다. 輕度내지 中症度의 酸症에서는(pH > 7.20) 乳酸 Ringer 溶液을 투여한다. 심한 酸症에서는(pH < 7.20) 重炭酸溶液이나 또는 乳酸 Ringer 溶液에 重炭酸을 첨가하여 투여한다.

만약 患者의 血漿重炭酸濃度를 안다면 乳酸이

나 重炭酸의 量을 대략 구할 수 있다.

重炭酸投與量 (mEq/l) = 0.5 × 体重 kg × 血漿中 重炭酸 결핍량 (정상중탄산함량 - 환측의 중탄산함량)

일반적으로 계산된 重炭酸의 量은 48시간에 걸쳐서 천천히 投與하여야 한다. 너무 빨리 投與할 때는 心停止(cardiac arrest)가 일어난다. 또 大量을 단시간내에 반복투여하면 中枢神經系의 억압 혹은 혼수 등이 일어날 수 있으며 치명적이기도 하다.

胃腸管障碍가 없고, 급한 경우가 아니면 重炭酸 鹽을 口腔으로 投與할 수 있다. 代謝性酸症의 치료시에는 血漿重炭酸濃度를 주기적으로 검사하여 치료의 결과를 추정할 수 있다. 일반적으로 尿의 pH증가는 代謝性酸症이 치료되어가는 것을 가르키므로 간단한 치료지침이 될 수 있다.

4) 代謝性 알카리症 (metabolic alkalosis)

水素 ion이 상실되거나 지나치게 많은 알카리를 투여하여 血漿重碳酸이 증가하는 것을 代謝性 알카리症 (metabolic alkalosis)이라 한다.

代謝性 알카리症은 반추동물의 第四胃轉位, 無力症 또는 上部腸管의 폐쇄가 있을때 그리고 심한 칼륨 결핍이 있을 때 일어난다. 또 代謝性 알카리症은 呼吸性酸症에 대한 代償性反應으로서 때때로 관찰한다.

代謝性 알카리症은 肺에서 換氣를 잘 시키지 아니하는 換氣不足 (hypoventilation)으로나 腎臟에서 水素 ion을 정체시키고 重碳酸 ion을 排出시키므로서 代償되어진다. 그러므로 이때에는 알카리尿로 된다. 그러나 심한 嘔吐에 의한 代謝性 알카리증에서는 酸性尿가 때때로 관찰된다.

代謝性 알카리症의 치료는 原因에 따라 다르다.

만약 과량의 알카리를 투여한 결과 알카리증이 일어났을 때는 알카리 투여를 중지하여야 한다. 嘔吐에 의한 代謝性 알카리症에는 塩素不足이 일어나며 때로는 칼륨결핍도 일어난다. 그러므로 이때에는 염소와 칼륨을 투여함으로써 효과적으로 치료할 수 있다. Ringer 溶液에는 충분한 塩素가 함유되어 있으나 칼륨의 함량은 적으므로 칼륨(염화칼륨)을 Ringer 溶液에 첨가하여야 한다. 0당 35mEq 함유하도록 Ringer 溶液에 칼륨을 첨가하면 안전하게 투여할 수 있다. 칼륨은 靜脈으로 投與할 때에는 過칼륨血症을 피하기 위해 0.5mEq/hr/kg을 초과하지 않도록 투여해야 한다. 動物이 사료를 먹기 시작하면 사료중의 칼륨을 흡수함으로써 칼륨결핍은 급히 보상하게 된다. (계속)

圖書案内 (2)

中村良一外/臨床獸醫ハンドブック (增訂改版) 1,360pp 1977 養賢堂	₩ 15,000	石井進外/獸醫畜産家畜衛生ハンドブック 764pp 82. 2 養賢堂	₩ 12,000
大森常良外/牛 病 学 1,231pp 1980. 11 近代出版	₩ 38,000	曹慶鍾/航空衛生 昭文出版 82. 5. 25 81	₩ 5,000
態各哲夫外/豚 病 学 (生理, 疾病, 飼養) 第2版 1,035pp 82. 10. 20 近代出版社	₩ 30,000	曹慶鍾/船舶衛生指針書 昭文出版 82. 9.	₩ 10,000
其田三丈外訳/牛の臨床検査診断 510pp 1981. 8 近代出版	₩ 20,000	金教準外/最新家畜疾病学 先進文化社 82.	₩ 6,500
尾形学外/新版家畜微生物学 第5刷 288pp 1981. 4. 朝倉書店	₩ 10,000	韓仁奎/最新家畜營養学 先進文化社 82.	₩ 8,000
星修三・田内亮/新版家畜臨床繁殖学 新版 334pp 82. 9. 15 朝倉書店	₩ 15,000	趙忠鎬/獸醫産科学 英才文化社 82. 81.	₩ 35,000
印井和戰外訳/臨床獸医学 (I, II) 初版 1,254pp 1981. 7. 文永堂	₩ 28,000	/韓英医学大事典 壽文社 英韓医学大事典 壽文社	₩ 26,000 ₩ 30,000
笹原二郎外/獸医伝染病学 第1版 630pp 1979. 3 近代出版	₩ 18,000	李芳煥/家畜臨床診療学 (牛編) 83. 3.	₩ 15,000
内藤元男監修/畜産大事典 各専攻家145名共著 1822pp 78. 3 養賢堂	₩ 45,000	李芳煥/家畜臨床診療学 (豚編) 韓弘栗外/獸医臨床病理	₩ 15,000
今井信実外訳/獸医免疫学 (Veterinary Immunology) 第1版 299pp 1981. 10 医歯薬出版	₩ 7,000	449pp 82. 11. 機電研究社	₩ 9,000

農 耕 社

TEL. 612-6387
422-2096