

子牛の下痢による脱水症状と代謝性アシドーシス

新生子牛を守るのは、基本的には「低体温」と「低酸素症」対策ですが、これらの原因となっているのは「呼吸性アシドーシス」と「代謝性アシドーシス」です。生後間もない子牛は多かれ少なかれ低酸素状態で、肺のガス交換機能の低下からくる呼吸性アシドーシス(=血中CO₂分圧の上昇)と、無酸素運動から生じた乳酸が筋肉に蓄積されてしまった代謝性アシドーシス(=血液中の重炭酸HCO₃⁻の低下)に陥っています。

このため、新生子牛を守るには、まずこれらを改善していくことが不可欠です。代謝性アシドーシスは、通常呼吸様式の改善と共に生後1-4時間で改善されることが多いですが、呼吸性アシドーシスは回復に時間がかかることもあり、人工的な働きかけが必要なこともあります。

こうして第一の難関を乗り越えた子牛には、次は病原菌との戦いが待ち受けています。子牛の2大斃死要因は肺炎と下痢です。子牛の下痢は、感染性の下痢と非感染性の下痢の2つに分けられますが、いずれの場合も、下痢では脱水症状と代謝性アシドーシスを改善することが治療の基本となります。

下痢における脱水症状と代謝性アシドーシス

下痢が生じると、Na⁺がK⁺よりも多く失われ、全身の脱水症状が生じます。脱水に伴い、ほとんどの場合で代謝性アシドーシスが生じます。これは脱水により組織環流量が低下し、細胞が低酸素状態になることで、グルコースからL型乳酸にいたる嫌気性代謝や、D型乳酸や他の有機酸を産生する消化管内栄養素の細菌性発酵が盛んになり、代謝性アシドーシスが誘導されるためです。また、さらに脱水が促進されるという悪循環が生じます。このため、脱水症状が生じている場合は、まずは脱水症状の改善を行うことが先決になります。組織環流量が維持できれば、腸絨毛へのダメージも軽減できると言われています。

代謝性アシドーシスでは、血漿重炭酸濃度が低下し、血液pHも低下するため、沈うつ症状(昏睡、起立難渋、歩行ふらつき)が現れます。組織ではO₂が消費されて二酸化炭素CO₂が生じ、CO₂は拡散して血漿、赤血球中に入り運ばれていますが、運搬時、約70%のCO₂が血漿重炭酸イオンHCO₃⁻として運ばれます。血液pHが低下し、体が酸性に傾くと、腎臓は、血液中に重炭酸イオン(アルカリ性物質)を放出するので、代謝性アシドーシスでは、血漿重炭酸濃度の低下が生じ、糞便中の重炭酸塩損失が認められるようになります[1]。

経口補液

様々な経口補液が脱水症状および代謝性アシドーシスを緩和するために利用されています。経口補液は、細胞外液を正常化するのに十分なナトリウム、また腸からのナトリウム吸収を促進する物質(ブドウ糖やグリシン)、ならびに代謝性アシドーシスを是正するアルカリ化物質(重曹や酢酸)を含むことだけでなく、高いエネルギー価を有するものを選ぶことが大切です。これは、特に重症の場合は断乳を行い、乳酸の蓄積を阻止するためです。

低栄養の子牛では免疫力が著しく低下してしまい、病態を悪化させてしまうこともあるため、経口補液からのエネルギー供給が重要となり、また断乳期間は1~2日間程度が限度といわれています。ナトリウム吸収促進物質とエネルギー供給を兼ねて、ブドウ糖を多く配合した経口補液もありますが、高濃度のブドウ糖は浸透圧を高め、細胞の脱水症状を促進してしまうこともあるため、注意が必要です[2]。

強イオン較差 (SID)

経口補液の成分のうち、血漿重碳酸濃度の低下と細胞外液の正常化に作用する指標となるのは、SID (SID = [Na⁺] + [K⁺] - [Cl⁻]) です[2, 3]。

血液中では $SID - [HCO_3^-] - [A^-] = 0$

* [Na⁺], [K⁺], [Cl⁻] は電位差測定法で決定, A: 血漿濃度

という等式が成立し、SID の強度が高いことは、血漿重碳酸イオン HCO₃⁻ の血液への移行を促進します。つまり、SID が高いことは、血中 CO₂ 濃度の正常化に貢献します。

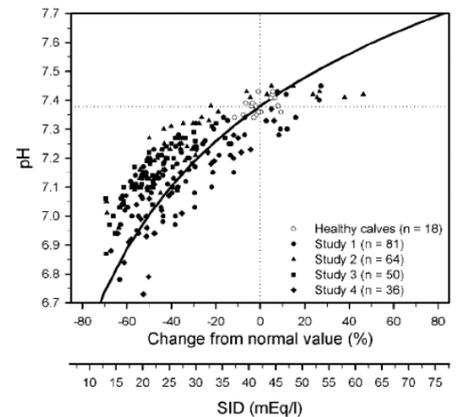


図1 SIDとpHの関係 [3]より引用

一方、乳酸は細胞外液のミネラルバランスに、以下の式で作用することが分かっています。

$SID = [Na^+] + [K^+] - [Cl^-] - [L\text{-乳酸塩}]$

簡易的なものではありませんが、pHとSIDの間には以下の等式が成立します(図1)。

$$pH = \log_{10} \left(2 \cdot SID / \{ K_1 \cdot S \cdot PCO_2 + Ka \cdot Atot - Ka \cdot SID + \sqrt{[(K_1 \cdot S \cdot PCO_2 + Ka \cdot SID + Ka \cdot Atot)^2 - 4 \cdot Ka^2 \cdot SID \cdot Atot]} \} \right)$$

[L-乳酸塩]は脱水酵素法で決定, Atot(非揮発性弱酸性総血漿濃度): アルブミン, グロブリン, リン, K: 解離速度

したがって、SID の高い経口補液の給与は、血中 CO₂ 濃度および pH をともに速やかに正常化し、短期間の給与で、子牛を脱水症状ならびに代謝性アシドーシスから回復することが期待できます[3]。

参考文献: [1] 塚野 健志(2014) 日獣会誌 67, 670-673; [2] 山田 裕(2011) 獣医輸液研究会会誌 11(1), 2-6; [3] Constable et al. (2005) J. Vet. Intern. Med. 19, 581-589.