

産次数と心電図波形を用いた 血中カルシウム濃度解析法を開発

心電図が低カルシウム血症の判断ツールに

帯広畜産大学獣医学研究部門助教 伊藤 めぐみ

これまで乳熱の予防策として、分娩前の飼料中カリウム量の低減、イオンバランス(DCAD)調整、ビタミンDの補給、カルシウム(Ca)の適正給与、搾乳量の制限などが実施されてきたが、その発生頭数に大きな変化はなく、分娩牛の5~10%が乳熱を発症し、50%程度が臨床症状を示さないものの分娩後に低Ca状態(潜在性低Ca血症)にあるとされている。乳熱は治療の遅れにより起立不能状態が長期化するとダウン症候群に移行し淘汰率が上昇することから、早期発見・治療が重要である。また潜在性低Ca血症についても、陣痛微弱、子宮回復の遅延、飼料摂取不足によるケトーシスや第四胃変位の発生を招くとされ、対応が求められている。(筆者)

投与方法とタイミングは 牛の状況に合わせて

乳牛では分娩後の泌乳の開始により、大量のCaが乳中へ流出する。通常、血中Ca濃度は、消化管からの吸収、骨からの動員、腎臓からの再吸収で維持される。分娩牛はしばしばこれらが正常に機能せず、分娩前後2、3日で血中Ca濃度が突然減少し、起立不能、消化管運動停止、意識低下などの臨床症状を示す。これを乳熱(分娩性低Ca血症)という。

治療にはCa剤の投与が効果的であるが、投与方法や投与のタイミングは牛の状況によって異なる。起立不能などの臨床症状を示すような重度の場合は、早急に血中Ca濃度を回復させる必要があるため、獣医師による静脈内へのCa剤投与を実施する。静脈内への投与は4時間程度持続するとされているが、投与したにもかかわらず症状が改善しない例もしばしば認められ、そのような牛は一定の時間を空けてから再投与する必要がある。

一方、血中Ca濃度が急激に著しく上昇すると、牛の心臓に負担がかかり不整脈などの症状が認められるため、低Ca血症でない牛への静脈内投与は危険が伴うことを理解しておくべきである。軽度の低Ca血症や潜在性低Ca血症が疑われる牛、または

低Ca血症の予防効果を期待する場合は、Ca剤の皮下投与や経口投与を行う。皮下投与は6時間程度、経口投与は12時間程度持続するとされている。経口摂取したCaは一般的に第一胃では吸収されず、腸管に到達して初めて体内に吸収されることから、消化管運動が低下した牛ではCa剤を経口投与しても効果が得られない可能性があることに注意しなければならない。

血中Ca濃度は 8.5mg/dl以上が正常

分娩牛が低Ca血症かどうかをチェックすることはとても重要である。確定診断法は血中Ca濃度の測定である。乳牛の血中Ca濃度は、研究者によって若干の違いはあるものの、8.5mg/dl以上が正常とされ、6.0mg/dl以下では起立不能などの臨床症状を示す可能性、8.0mg/dl以下の場合は潜在性低Ca血症の可能性が疑われる。

現在、ハンディタイプのCa測定装置を用いることで、牛舎内で血中Ca濃度を測定することは可能であるが、採血と専用装置が必要となることから、誰もが実施できるわけではない。そのため多くの場合は、血液検査以外の指標を用いて低Ca血症の有無を判断しているのが現状と思われる。

一般的なチェック項目としては、体表や耳の温度が冷たい、目に光を当てたときに

瞳孔がスムーズに収縮しない、尾を持ち上げたときに抵抗がない、第一胃運動が低下している、徐脈が認められるなどが知られている。

牛舎内で低Ca血症の有無を判断する指標として、これらはとても有用であるが、直射日光が牛に当たり皮温や耳温が上昇しているときや日中の屋外で牛の瞳孔が元々縮瞳しているときは、分娩による尾力の低下との判別、第一胃運動や徐脈の確認は聴診器が必要となるなどモニタリング困難な場合があること、全ての低Ca血症牛に全ての項目が該当するとは限らないことから、経験に基づいた総合的な判断が求められる。

注目すべき波形はSS間隔とST間隔

筋肉の収縮は細胞内のCaイオン濃度の変化によりコントロールされている。そのため血中Ca濃度が低下すると、運動筋、子宮、消化管の収縮力が低下し、起立不能、陣痛微弱、消化管運動低下を示す。この現象は心臓の筋肉においても同様であり、血中Ca濃度が低下すると心臓の収縮も低下する。これらの変化は心電図波形に現れることから、低Ca血症をモニタリングする指標の1つとして心電図が利用可能である。

現在、小型で安価な携帯型心電計が市販されており、これらを用いることで簡単に測定できる。携帯型心電計のうち、外部電極ケーブルを接続して心電図を測定できる機種を使用する。電極ケーブルの先端は皮膚に貼り付けて使う。スチール製のクリップに加工すると、牛の皮膚や毛に挟むだけで簡単に測定できる(皮膚に貼り付けて使用する場合は毛刈りが必要)。電極ケーブルはプラスとマイナスとアースの3本に分かれており、プラスを左脇、マイナスを左肩、アースを任意の場所の皮膚または体毛に挟む。測定前に電極を取り付けた3カ所

の皮膚または体毛をアルコール(または水)でぬらし電通を良くする。それぞれの携帯型心電計の使用 방법에従い、30秒程度測定できれば十分である。測定が終了すると、画面に心電図波形が表示される。

図1は牛の心電図波

図1 牛の心電図波形

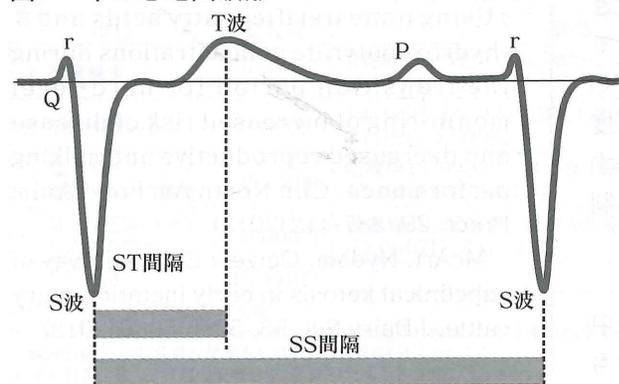
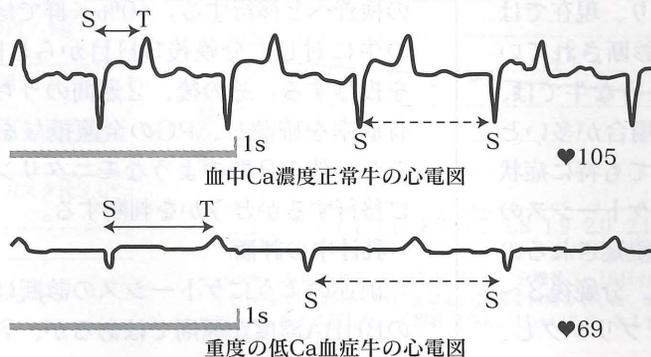


図2 血中Ca濃度正常牛の心電図波形(上)と
重度の低Ca血症牛の心電図波形(下)



技術ワイド

周産期疾病の早期発見

②



写真 血中Ca濃度解析システム

形の模式図である。それぞれの波形には名称が付いており、下方向の大きなピークはS波、上方向の大きなピークはT波という。低Ca血症をモニタリングするために注目すべき波形は、S波から次のS波までのSS間隔(心拍間隔)、S波からT波までのST間隔(収縮期の一部)である。

血中Ca濃度が正常な牛の心電図波形はST間隔が短く、T波がSS間隔の前半40%付近に出現する。これに対し、重度の低Ca血症の牛はT波がSS間隔の中間付近に出現し、ST間隔、SS間隔ともに延びる(図2)。軽度の低Ca血症や潜在性の場合、これらの中間の波形を示す。心電図波形の目視による低Ca血症のモニタリングは、起立不能の原因が低Ca血症なのかそれ以外なのかを判断したいとき、現在起立しているが実は重度の低Ca血症の状態にある牛を検出したいときには十分利用可能である。判断に迷う場合は、臨床症状や従来のモニタリング項目と合わせて判断する。

解析システムの製品化を検討中

血中Ca濃度低下による心電図波形の変化は目視でも識別できるが、ある程度のトレーニングは必要である。これらの変化を詳細に検討すると、血中Ca濃度(mg/dl)と心電図SS間隔(秒)0.5/ST間隔(秒)との間には強い正の相関が認められる。また、これに牛の産次数というファクターを加えると、さらに精度の高い血中Ca濃度推定式が得られる。私たちは分娩後3日以内のホルスタイン種乳牛900サンプルを用いて次の血中Ca濃度推定式を得た。

血中Ca濃度(mg/dl) = $a \times [SS \text{ 間隔(秒)}^{0.5} / ST \text{ 間隔(秒)}] + (b \times \text{産次数}) + c$
 $a = 4.16 \sim 4.52$ 、 $b = -0.23 \sim -0.17$ 、 $c = -5.06 \sim -3.88$

低Ca血症が多発する酪農場において、心電図波形と産次数を用いて算出した血中Ca濃度推定値と血液検査によるCa実測値との関連を検討したところ、正常牛、重度および軽度の低Ca牛をおおむね識別できた。そこで、牛の産次数を入力し、心電図を30秒間測定すると、波形からS波とT波が抽出され、血中

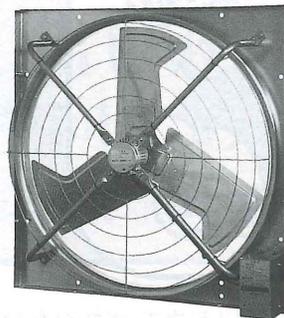
Ca濃度推定値が算出されるソフトウェアを作製し、これらを組み込んだ小型ワイヤレス心電計とタブレットパソコンで構成される血中Ca濃度解析システムを開発した(写真)。同システムは製品化を検討中で、分娩前後の牛の肩、脇、その他の3カ所の皮膚または毛をクリップで挟んでアルコールスプレーをかけ、タブレットを立ち上げ産次数を入力後、測定ボタンを押し30秒間を待つだけで、画面に血中Ca濃度推定値が表示される。採血する必要も心電図波形を読み解く必要もなく、誰でも簡単に使用可能である。同システムにより算出された血中Ca濃度の推定結果は、分娩牛に対して静脈へのCa剤投与が必要か、皮下投与で十分か、経口投与で様子を見るか、Ca剤を投与する必要があるかを判断するツールとして有用と考えている。

現在、Wi-Fi通信および長時間使用が可能な小型心電デバイスの開発も検討している。これを分娩前後の乳牛に数日間装着できれば、血中Ca濃度が低下した場合に酪農家にメールなどで知らせるシステムを構築できる。これにより、夕方の搾乳までは異常を認めなかったが朝の搾乳時に牛が立てなくなっていた、というような事例を減らすことができると期待している。

酪農家が低Ca血症を早期発見できれば、酪農家および獣医師による早期対処が可能となり、対応の遅れによる治療の長期化や淘汰を減らすことができる。心電図を用いた低Ca血症のモニタリングは精度が高く有用と思われるが、多くの酪農家が使用したいと思えるような、面倒くささのない、メリットの多いシステムの開発を目指している。

なお、本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うちAIプロジェクト)」の支援を受けて行っている。

FULTA DCブラシレス・モータ搭載 角型 インバータ付ファン



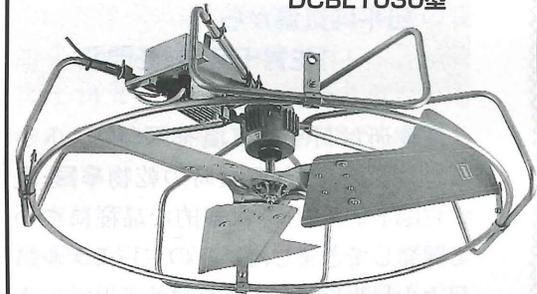
GSD1025B/BT型

- ①省エネNo.1 極小電力250Wで350ml/minの最大風量
- ②極小ノイズNo.1 従来インバータファンに比べノイズを低減
- ③カンタン制御No.1 ダイヤル1つのワンタッチ風温制御方式
- ④低騒音No.1 低騒音60dBで家畜にストレスを与えません

※ GSD1025B は個別コントローラ標準装備
GSD1025BT は集中コントローラ別売です

FULTA DCブラシレス・モータ搭載 インバータ付ファン

DCBL1030型

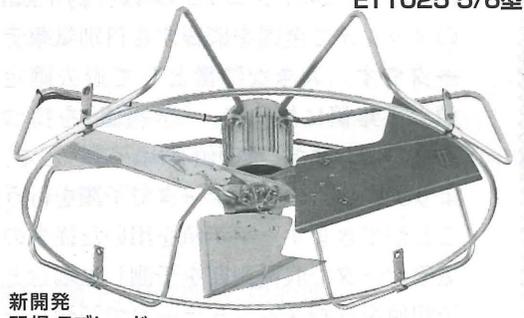


新開発DCBLモータと新開発高効率羽根の採用により業界TOPクラスの省エネ性能・低騒音・軽量化を実現!
 (250wで最大550ml/min)・(58dB)・(15kg)
 ※個別コントローラは、標準装備です。

FULTA 250W エコトップファン

低騒音57/59dBを実現!

ET1025 5/6型



新開発 羽根:Zブレード

省エネNo.1 牛舎の定番

軽量・八角丸形構造で取付フリースタイル

FULTA 細霧冷房は エアクール



AC4741C
AC4743C

形式は4タイプ

- ・吊下げ固定式 AC4743型
- ・360°連続回転式 AC4743R360型
- ・90°首振り式 AC4743R90型
- ・キャスタータイプ AC4741C AC4743C

ノズルと異り遠心方式で目詰り無

冷房効果: 乳量の増加・乳質の改善
 消臭効果: 畜舎・堆肥舎に消臭剤を噴霧
 粉塵沈下効果: 畜舎をクリーン・クリアにします
 マイナスイオン効果: 乳牛の体力・免疫力の向上

FULTA 環境を考慮する ファン の トップメーカー

名古屋市瑞穂区堀田通7-9 〒467-0862
 TEL(052)872-4111(代) FAX(052)872-4112
 ※専用カタログは本社・全国の営業所へご請求下さい。