



EFEITOS DA HIPOCALCEMIA SUBCLÍNICA SOBRE A IMUNIDADE E A SAÚDE DE VACAS LEITEIRAS

Ana Luiza Torquette Gomes¹, Érica Nunes dos Santos^{1*} e Raphael Soares de Barros Ramos Oliveira²

¹Discente no Curso de Medicina Veterinária – Faculdade Presidente Antônio Carlos – Unipac – Uberlândia/MG – Brasil – *Contato: ericannunes00@gmail.com

²Docente do Curso de Medicina Veterinária – Faculdade Presidente Antônio Carlos – Unipac – Uberlândia/MG – Brasil

INTRODUÇÃO

O organismo animal busca constantemente manter a homeostasia, isto é, o equilíbrio fisiológico entre seus sistemas. Quando ocorre algum fator que provoca desequilíbrio, são ativados mecanismos compensatórios para restabelecer esse estado de estabilidade. Em vacas leiteiras, especialmente durante o período de transição, há uma intensa demanda metabólica que pode resultar em hipocalcemia, caracterizada pela redução dos níveis séricos de cálcio.

Para restabelecer a concentração adequada de cálcio no sangue, o organismo ativa hormônios como o paratormônio (PTH), a calcitonina e a vitamina D ativa (calcitriol), que atuam de forma integrada promovendo a reabsorção óssea de cálcio, o aumento da absorção intestinal e a reabsorção renal¹.

Quando esses mecanismos não são eficientes, o animal pode desenvolver hipocalcemia clínica ou subclínica, condição que favorece complicações secundárias, como mastite e doenças uterinas (metrite e retenção de placenta). Tais distúrbios estão indiretamente relacionados ao sistema imunológico, uma vez que a baixa concentração de cálcio reduz a capacidade das células de defesa em responder a estímulos, favorecendo o desenvolvimento de infecções¹.

Diante do que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os mecanismos fisiológicos do cálcio em vacas leiteiras, destacando sua relação com o sistema imunológico e as principais consequências clínicas e produtivas associadas à hipocalcemia.

MATERIAL

O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão de literatura baseada principalmente no artigo “*Hipocalcemia subclínica e sua relação com a imunidade em vacas leiteiras: uma revisão*”¹. Foram consultadas revistas científicas indexadas e plataformas de pesquisa como SciELO e Google Acadêmico.

Foram selecionados artigos e livros que abordam a hipocalcemia clínica e subclínica em vacas leiteiras, a regulação hormonal do cálcio e sua relação com o sistema imunológico. As informações coletadas foram analisadas e organizadas de forma descritiva, com o objetivo de compreender os mecanismos fisiológicos do cálcio e suas implicações imunológicas e produtivas em vacas leiteiras.

RESUMO DE TEMA

O cálcio é um mineral essencial ao metabolismo das vacas leiteiras, sendo fundamental para processos como contração muscular, secreção hormonal, transmissão nervosa e função imunológica. Em condições normais, a concentração total de cálcio sérico (CaT) mantém-se entre 8,5 e 10 mg/dL; valores inferiores caracterizam hipocalcemia subclínica¹.

A homeostase do cálcio é regulada principalmente pelo PTH, pela calcitonina e pela vitamina D ativa². O PTH, produzido pela glândula paratireoide, é o principal responsável pela elevação dos níveis de cálcio sérico. Em situações de hipocalcemia, o PTH estimula os osteoclastos a promoverem a liberação de cálcio dos ossos, aumenta a reabsorção renal de cálcio e intensifica a absorção intestinal, por meio da ativação da vitamina D.

O calcitriol é a forma ativa da vitamina D3 e exerce ação sinérgica ao PTH. Ele é sintetizado a partir da vitamina D3 inativa, que, ao ser hidroxilada no fígado e nos rins pela enzima 1- α -hidroxilase, converte-se em sua forma ativa³. O calcitriol é essencial para o aumento da absorção intestinal de cálcio e para a regulação da remodelação óssea, atuando de forma complementar ao PTH¹.

Quando há falhas nesses mecanismos — seja por deficiências enzimáticas, lesões orgânicas ou resistência tecidual aos hormônios — ocorre uma resposta lenta ou ineficaz, resultando na incapacidade de restabelecer adequadamente os níveis séricos de cálcio. Essa disfunção

compromete o equilíbrio metabólico e pode predispor o animal a distúrbios secundários¹.

Diante disso, sistema imunológico é a principal linha de defesa do organismo animal contra microrganismos patogênicos, atuando por meio de dois mecanismos: a imunidade inata, composta por células como neutrófilos, eosinófilos e macrófagos, e a imunidade adaptativa, mediada por linfócitos T e B, responsáveis pela produção de anticorpos e memória imunológica.

Todas essas células dependem do cálcio intracelular para realizar suas funções, como fagocitar microrganismos, liberar citocinas, sinalizar entre si e ativar respostas imunes¹. O cálcio atua como um mensageiro químico intracelular, sendo fundamental para ativar e desativar as respostas das células imunes.

O influxo de cálcio ocorre de duas maneiras: por fontes externas, através da entrada de Ca²⁺ pela membrana plasmática, e por fontes internas, provenientes do retículo endoplasmático (RE), onde o cálcio é armazenado. Quando há deficiência de cálcio no organismo, essas reservas tornam-se insuficientes, prejudicando a sinalização celular e comprometendo as funções imunológicas.

Assim, em vacas com hipocalcemia, ocorre uma redução da atividade dos neutrófilos e linfócitos, diminuindo sua capacidade de migrar até o foco infeccioso, fagocitar e eliminar microrganismos. Consequentemente, há queda na imunidade, o que favorece o surgimento de doenças oportunistas como mastite e infecções uterinas¹.

A hipocalcemia subclínica em vacas leiteiras está diretamente associada à ocorrência de doenças uterinas e mastite durante o período de transição, que compreende as semanas que antecedem e sucedem o parto, devido à sua influência sobre a função imunológica e muscular. Segundo Oliveira, Azevedo e Dantas (2013) diversos fatores podem contribuir para o desenvolvimento dessa enfermidade, como alimentação inadequada, especialmente em vacas superalimentadas no período seco, que apresentam maior depressão do apetite no pós-parto, reduzindo a ingestão de cálcio disponível. Dietas ricas em gorduras ou com teores elevados de oxalatos e potássio também diminuem a absorção e a biodisponibilidade do mineral. Além disso, a idade avançada das vacas reduz a capacidade de reabsorção óssea e absorção intestinal de cálcio, enquanto ordenhas de colostro exigem até 2,5 vezes mais cálcio que a ordenha comum, ultrapassando a capacidade fisiológica de reposição. O uso de determinados antibióticos, como os aminoglicosídeos, também pode diminuir temporariamente a fração de cálcio ionizado no sangue.

Fisiologicamente, o útero das vacas apresenta contaminação bacteriana nas primeiras semanas após o parto; contudo, em animais hipocalcêmicos, a redução das concentrações séricas de Ca²⁺ compromete a função fagocítica de macrófagos e neutrófilos, tornando o organismo mais suscetível a infecções uterinas, como metrite e retenção de placenta⁴. A deficiência de cálcio interfere tanto na resposta imune celular quanto na contratilidade uterina, dificultando o desprendimento e a expulsão das membranas fetais⁵.

De forma semelhante, a mastite apresenta uma forte correlação com a hipocalcemia, especialmente nos casos causados por bactérias coliformes, quando comparadas a vacas normocalcêmicas⁶. Essa associação ocorre devido à redução da funcionalidade das células do sistema imune e à diminuição da contratilidade do esfíncter do teto, estrutura que depende do cálcio para manter-se adequadamente fechado e impedir a penetração de microrganismos⁷.

Além disso, vacas hipocalcêmicas tendem a permanecer deitadas por períodos mais prolongados (Fig. 1), o que aumenta a exposição da glândula mamária a agentes contaminantes presentes no ambiente. Assim, a deficiência de cálcio compromete simultaneamente a imunidade e a função muscular, criando condições favoráveis ao desenvolvimento de mastite e infecções uterinas, que figuram entre as principais causas de perdas produtivas e reprodutivas em vacas leiteiras.

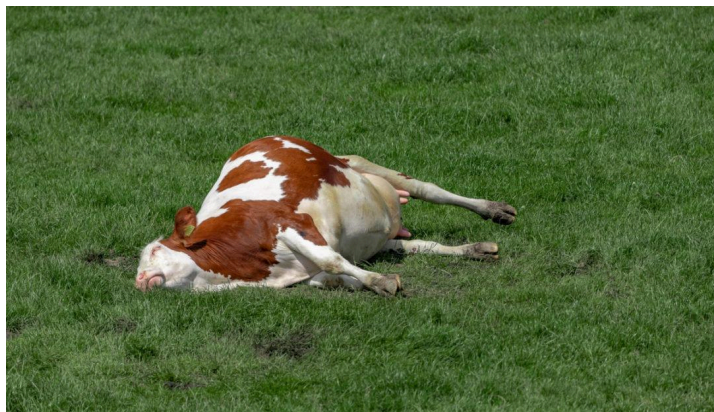
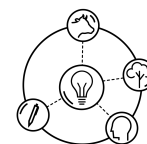


Figura 1: Síndrome da vaca caída ou febre do leite: nomes populares de hipocalcemia (Fonte: LEME, Concelina Cássia. Síndrome da vaca caída: o que é e como tratar. 2022.)

7. GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Veterinary Journal*, v. 176, n. 1, p. 50–57, 2006.
8. ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H. *Imunologia Celular e Molecular*. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
9. DUBUC, J. et al. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 94, n. 3, p. 1339–1353, 2011.
10. OLIVEIRA, Amaury Apolônio de; AZEVEDO, Hymerson Costa; DANTAS, Tânia Valeska Medeiros. *Hipocalcemia ou febre do leite: um problema recorrente em vacas leiteiras*. Agrolink, 2013.
11. FLOSS, Bruna Daiane; REBELATO, Marcelo Cervieri; MACHADO, Juliana Medianeira. *Hipocalcemia puerperal em bovinos de leite: revisão de literatura*. Universidade de Cruz Alta, 2015.
12. LEME, C. C. Síndrome da vaca caída: o que é e como tratar. *Blog MF Leilões*, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipocalcemia subclínica em vacas leiteiras representa um desafio significativo para a pecuária leiteira moderna, especialmente no período de transição, quando a demanda metabólica e mineral é intensificada. Os efeitos dessa condição vão além da simples redução dos níveis séricos de cálcio, refletindo-se em alterações imunológicas, fisiológicas e produtivas.

A deficiência de cálcio compromete a função fagocítica e a capacidade de resposta imune de células como neutrófilos e macrófagos, tornando o animal mais vulnerável a infecções uterinas e mastite, doenças que impactam diretamente o desempenho reprodutivo e a qualidade do leite. Simultaneamente, a redução da contratilidade muscular interfere nos mecanismos uterinos de expulsão das membranas fetais e na função do esfíncter do teto, facilitando a penetração bacteriana e a instalação de infecções mamárias.

Além dos efeitos fisiológicos, a hipocalcemia reflete também falhas de manejo nutricional e metabólico, sendo agravada por dietas desbalanceadas, idade avançada das vacas, uso de medicamentos e práticas de ordenha intensiva. Tais fatores reforçam a importância de protocolos preventivos baseados em manejo alimentar, suplementação mineral e monitoramento metabólico contínuo, especialmente nas semanas que antecedem e sucedem o parto.

Dessa forma, a manutenção da homeostase do cálcio é essencial não apenas para o bem-estar e a saúde dos animais, mas também para a eficiência produtiva e econômica do rebanho. A adoção de estratégias preventivas e o acompanhamento clínico adequado permitem reduzir as perdas associadas à hipocalcemia e garantir uma lactação mais saudável, sustentável e rentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SILVA, A. P.; OLIVEIRA, R. M.; SOUZA, F. A.; GOMES, J. M. Hipocalcemia puerperal em bovinos de leite: revisão de literatura. *Revista Científica de Medicina Veterinária*, v. 14, n. 2, p. 1–12, 2019.
2. FINCH, J. M. Physiology and control of calcium metabolism in dairy cows. *Veterinary Journal*, v. 208, p. 1–9, 2016.
3. BARRAL, D. C. et al. Vitamina D: metabolismo, fontes e importância na homeostase do cálcio e fósforo. *Revista de Nutrição*, v. 20, n. 5, p. 523–530, 2007.
4. GOFF, J. P.; KIMURA, K. et al. Pathophysiology of calcium metabolism and hypocalcemia in periparturient cows. *Journal of Dairy Science*, v. 87, n. 1, p. 15–26, 2004.
5. HORST, R. L.; GOFF, J. P. *Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow*, 1994.
6. CURTIS, C. R. et al. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 183, n. 5, p. 559–561, 1983.