

Padronização da técnica de execução e parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos adultos (*Bos taurus indicus*) da raça Nelore

Pedro Carlos Lucas de Oliveira¹
João Cláudio do Carmo Paneto²
Jorge Ferreira Ruas Neto³
Rafael Carmo Silva³

RESUMO

Para se avaliarem as funções elétricas cardíacas utiliza-se do eletrocardiógrafo. Este estudo teve por objetivo geral padronizar a técnica de execução e os parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos adultos (*Bos taurus indicus*) da raça Nelore. Para tanto, 200 animais foram submetidos a exames eletrocardiográficos nas derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF. O eletrocardiógrafo foi calibrado à velocidade de 50 mm/s e sensibilidade de 2 cm/mv. Perante as condições nas quais foi realizado este experimento, pode-se concluir que a técnica de colocação dos eletrodos nos membros é de fácil execução. A frequência cardíaca normal é de 77 ± 19 (48-125) batimentos por minuto. O ritmo cardíaco predominante é sinusal, e o eixo axial cardíaco normal varia entre 30 e 120°. As ondas P geralmente são positivas e com duração de $0,047 \pm 0,017$ (0,02-0,08s) e amplitude de $0,103 \pm 0,044$ (0,05-0,30 mv). O intervalo PR normal possui $0,158 \pm 0,028$ (0,08-0,28 s). Ondas Q e S estão geralmente ausentes; as ondas R devem durar $0,037 \pm 0,017$ (0,02-0,08 s) e ter amplitude de $0,402 \pm 0,184$ (0,20-0,95 mv). As ondas T são, em sua maioria, negativas e com duração de $0,060 \pm 0,024$ (0,02-0,14 s) e têm amplitude de $0,218 \pm 0,135$ (0,10-0,95 mv). Os segmentos ST devem ser de $0,190 \pm 0,036$ (0,12-0,28 s), e os intervalos QT normais devem durar de $0,290 \pm 0,044$ (0,20-0,42 s).

Palavras-chave: Bovino, Nelore, eletrocardiograma, parâmetros normais.

ABSTRACT

Standardization of the execution technique and normal electrocardiographic parameters, in peripheral derivations, for adult indian nellore cattle (*Bos taurus indicus*)

Electrocardiography is used to evaluate electric cardiac functions. The objective of this study was to standardize the execution technique and normal electrocardiographic parameters, in peripheral derivations, for adult Nellore Indian cattle (*Bos taurus indicus*). A total of 200 animals underwent electrocardiographic exams. Electrodes were connected to animals to obtain electrocardiographic traces in the derivations DI, DII, DIII, aVR, aVL and aVF; the electrocardiograph was calibrated at 50mm/s velocity and 2cm/mv sensibility. Under the conditions of this experiment, it was concluded that the technique of connecting the electrodes at the limbs is easy to be executed. The normal cardiac rate is 77 ± 19 (48-125) beats per minute. The predominant cardiac rhythm is sinusal and the normal cardiac axial axis ranges between 30°

¹ UNIUBE, Instituto de Estudos Avançados Em Medicina Veterinária, Médico Veterinário, Doutor, Av. Tutunas, 720, Tutunas. CEP 38061-500 - Uberaba, MG. E-mail- pedrolucaso@uol.com.br

² UNIUBE, Instituto de Estudos Avançados Em Medicina Veterinária, Zootecnista, Doutor, Av. Tutunas, 720, Tutunas. CEP 38061-500 - Uberaba, MG. E-mail- panetoyahoo.com

³ Aluno de Medicina Veterinária da UNIUBE

Trabalho realizado com apoio financeiro da FAPEMIG.

and 120°. P waves are usually positive and last 0.047 ± 0.017 (0.02-0.08s), with range of 0.103 ± 0.044 (0.05-0.30 mv). The normal PR interval is 0.158 ± 0.028 (0.008-0.28 s). Q and S waves are normally absent; R waves should be positive and last 0.037 ± 0.017 (0.02-0.08 s), with range of 0.402 ± 0.184 (0.20-0.95 mv). T waves are mostly negative lasting 0.060 ± 0.024 (0.02-0.14 s), with range of 0.218 ± 0.135 (0.10-0.95 mv). ST segments should be at 0.190 ± 0.036 (0.12-0.28 s); and QT normal intervals should last 0.290 ± 0.044 (0.20-0.42 s).

Key words: bovine, Nellore, electrocardiogram, normal parameters.

INTRODUÇÃO

O crescimento da pecuária bovina de elite no Brasil, nos últimos anos, tem trazido à rotina da clínica de grandes animais pacientes que alcançam valores extremamente altos no mercado, em função de sua qualidade zootécnica e por representarem a base melhoradora do rebanho brasileiro. Assim sendo, são necessários diagnósticos mais precisos, com utilização de exames complementares mais específicos. A raça Nelore representa o principal pilar do melhoramento genético do rebanho nacional de corte.

A eletrocardiografia consiste em estudo da atividade elétrica cardíaca, que é registrada em papel milimetrado termossensível. Em pequenos animais, tal técnica permite proceder a detecção da frequência e de arritmias cardíacas, eixo elétrico no plano frontal e alterações anatômicas das câmaras cardíacas (Camacho & Mucha, 2004).

Há necessidade de se conhecerem os reais parâmetros que indicam a normalidade para determinada espécie ou raça, a fim de concluir se um paciente apresenta ou não alguma alteração cardíaca patológica. Em bovinos e pequenos ruminantes, poucas informações são disponíveis para considerar esse exame totalmente confiável para diagnósticos de doenças cardíacas (Mendes Neto, 2004).

Rezakhani *et al.* (2004), analisando eletrocardiogramas de 600 bovinos leiteiros de origem européia, determinaram, utilizando um sistema bipolar de membro único, os seguintes parâmetros eletrocardiográficos normais: frequência cardíaca média de 75,73 batimentos por minuto, com desvio padrão de 9,13; onda P com amplitude de 0,12 mv (+0,04 mv) e duração de 0,08 s (+- 0,01 s); onda R com 0,15 mv (+-0,13 mv) e 0,06 s (+-0,01 s); e onda T com 0,12 mv (+-0,10 mv) e 0,09 s (+-0,01 s). Intervalos PR de 0,20 s (+- 0,02 s) e QT de 0,37 s (+-0,03 s).

Atualmente, o traçado eletrocardiográfico não é considerado adequado para se aferir se os equinos ou os bovinos apresentam, por exemplo, dilatação de câmaras cardíacas, hipertrofias cardíacas ou desvio do eixo axial cardíaco, devido à grande massa cardíaca e às particularidades anatômicas das fibras de Purkinje nessas espécies (McGuirck *et al.*, 1993; Mendes Neto, 2004).

Nenhum sistema de derivações eletrocardiográficas foi universalmente aceito para uso em animais de grande porte. Derivações bipolares (I, II, III), unipolares aumentadas (aVR, aVL, aVF), torácica exploratória, basoapical e sistema de derivações ortogonais (X, Y, Z) foram descritas; mas a amplitude, duração e configuração das diferentes formas de onda variam amplamente, dependendo de raça, dimensões, tipo do corpo e sexo do animal. Além disso, há uma labilidade de certas formas de onda dentro de cada animal, dependendo do nível de exercício, da excitação ou da moléstia cardíaca orgânica. Portanto, em grandes animais, dentre os sistemas supracitados, normalmente opta-se por um dos três sistemas mais simples, que são: “base-ápice” ou basoapical; bipolar de membro único; e de derivação Y (Holmes, 1984; McGuirck *et al.*, 1993; McGuirck & Shaftoe, 1993; Gay & Radostits, 2002; Radostits, 2002b; Mendes Neto, 2004; Rezakhani *et al.*, 2004). Porém, DeRoth (1980), Holmes (1984), Santisteban *et al.* (1987), Amory *et al.* (1992b, 1993a) e Mendes *et al.* (2001) estabeleceram diferentes métodos de execução do exame e padrões eletrocardiográficos normais para bovinos de origem européia (*Bos taurus taurus*). Dentre eles, o sistema tradicional de derivação de membros, baseado no triângulo de Einthoven, que consiste em derivações bipolares padronizadas nos membros I, II e III, e derivações unipolares aumentadas nos membros aVR, aVL e aVF.

Alterações cardíacas vêm sendo descritas em vários trabalhos realizados em bovinos europeus. Lacuata *et al.* (1980) descreveram achados eletrocardiográficos de bovinos portadores de endocardite; Uchino *et al.* (1987) e Machida *et al.* (1993) relataram a presença de fibrilação atrial em bovinos; Whittington & Cook (1988) descreveram os achados eletrocardiográficos de bovinos da raça Poll Hereford com cardiomiopatia; Claxton (1988) relatou arritmias cardíacas em seis vacas; Endo *et al.* (1990) relataram o diagnóstico da síndrome de Wolff-Parkinson-White em uma vaca da raça Holandesa; Constable *et al.* (1990a) caracterizaram complexos atriais prematuros em bovinos; Rakhorst *et al.* (1992) determinaram os achados eletrocardiográficos em bezerros portadores de hipertrofia ventricular direita experimentalmente induzida; Amory *et al.* (1992a, 1993b) identificaram a resposta cardiovascular

à hipóxia aguda em bezerros de musculatura dupla; e Gavanhan *et al.* (2001) descreveram a ocorrência do complexo de Eisenmenger em uma vaca da raça Holandesa.

Além da utilização da eletrocardiografia no auxílio diagnóstico das doenças cardíacas, este exame também tem sido empregado na avaliação do estresse e da dor (Cook & Jacobson, 1996; Grondahl-Nilsen *et al.*, 1999); em alterações localizadas em outros órgãos (Cakala *et al.*, 1972; Rakalska *et al.*, 1973; Horvath & Szekeres, 1980; Pringle *et al.*, 1990; Weldon *et al.*, 1992); Rezakhani *et al.*, 1996; na avaliação da viabilidade fetal (To *et al.*, 1967; Steffen *et al.*, 1995); no acompanhamento de terapias arritmogênicas (Horvath *et al.*, 1971; Dussault *et al.*, 1973; Littledick *et al.*, 1976; Grodisk, 1981; Kvart, 1983; Daniel Moodre, 1979 e 1983; Matsui L. Sugano, 1987; Constable *et al.*, 1990b); e em algumas intoxicações (McKenzie *et al.*, 1989; Detweiler, 1983; Dey *et al.*, 1993).

Este estudo teve por objetivo geral verificar a exequibilidade e padronizar a técnica de colocação dos eletrodos nos membros para realização do exame eletrocardiográfico no sistema de derivações periféricas (DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF) bem como identificar os parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos adultos (*Bos taurus indicus*) da raça Nelore, como frequência, ritmo e eixo axial cardíaco; amplitude e duração das ondas P, Q, R, S e T; e duração dos intervalos PR e QT e segmento ST.

MATERIAL E MÉTODOS

Escolha dos animais

Foram utilizados 200 bovinos da raça Nelore padrão da região de Uberaba, Minas Gerais, sendo sete machos e 193 fêmeas, com idade entre 15 e 216 meses (média de 83 meses), pesando entre 370 e 1.090 kg (média de 613 kg), todos em bom estado clínico geral, ou seja: animais de biótipo robusto, em bom estado nutricional, temperatura retal entre 38,0 e 39,5 °C, frequência cardíaca entre 40 e 80 batimentos por minuto, frequência respiratória entre 10 e 30 movimentos por minuto, dois a três movimentos ruminais a cada dois minutos, mucosas aparentes róseas e sem alterações em linfonodos palpáveis ou de desidratação, tal qual parâmetros preconizados por Radostits (2002a).

Preparação dos animais

Os animais foram contidos em brete apropriado com piso emborrachado, para fins de isolamento elétrico, modelo trapézio (BECKHAUSER®).

Exames físicos

Os animais foram examinados segundo protocolo recomendado por Radostits (2002a), ou seja, da mesma forma descrita no item “escolha dos animais”. Animais com qualquer tipo de alteração clínica foram excluídos da amostra.

Execução do exame eletrocardiográfico

Aos animais foram conectados eletrodos, segundo o descrito por Radostits (2002b), para que se obtivessem traçados eletrocardiográficos nas derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF, tal qual consta na Tabela 1. O eletrocardiógrafo, modelo ECG-6 (ECAFIX®), foi calibrado à velocidade de 50 mm/s, sensibilidade de 2 cm/mv e utilizado filtro elétrico de 60 MHz. Optou-se pela sensibilidade de 2 cm/mv, em vez de 1 cm/mv, para que se obtivessem ondas maiores, em suas amplitudes, que foram de mais fácil visualização. Os eletrodos foram umedecidos em álcool 96 °GL, para melhor condução das correntes elétricas.

Análise dos resultados

Os resultados obtidos foram tabulados e analisados para verificar, na derivação perpendicular à isoeletrica no sistema hexaxial (Tilley, 1992), a frequência cardíaca média; o ritmo cardíaco predominante; o eixo axial cardíaco; a polaridade, o tempo de duração e a magnitude das ondas P, Q, R, S e T; e o tempo de duração dos intervalos PR e QT e segmentos ST.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a cálculos de médias aritméticas e desvios padrões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados exames eletrocardiográficos em derivações periféricas de 200 animais adultos da raça Nelore, sendo sete machos e 193 fêmeas.

Os animais mostraram-se dóceis durante a realização dos exames, visto que todos eram de elite e acostumados ao intenso manejo por seres humanos (Figura 1). O aumento da sensibilidade do eletrocardiógrafo de 1 para 2 cm/mv permitiu fácil identificação e mensuração das deflexões eletrocardiográficas. Os seis traçados obtidos de cada animal (DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF) eram sempre diferentes entre si e isoeletrico em apenas uma das

Tabela 1. Posições de colocação de eletrodos, para obtenção das derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF, no traçado eletrocardiográfico

Derivação	Posição do Eletrodo	
	Positivo	Negativo
DI	MAE	MAD
DII	MPE	MAD
DIII	MPD	MAE
aVR	MAD	Outros 3 membros
aVL	MAE	Outros 3 membros
aVF	MPE	Outros 3 membros

MAD = membro anterior direito, MAE = membro anterior esquerdo, MPD = membro posterior direito, e MPE = membro posterior esquerdo



Figura 1. Fêmea Nelore adulta contida em tronco de piso emborrachado, sendo submetida a exame eletrocardiográfico, com a colocação de eletrodos nos membros, para obtenção de traçado eletrocardiográfico em derivações bipolares padronizadas (DI, DII e DIII) e derivações unipolares aumentadas (aVR, aVL e aVF).

seis derivações (Figura 2), permitindo avaliar os eixos axiais cardíacos, que foram determinados e se encontravam, segundo o hexagrama de Baley, entre 30 e 120° para 94% dos animais (Tabela 2). Entretanto, outros 12 animais, que apresentaram seus eixos axiais cardíacos entre 120 e 180°, foram considerados normais, porém limítrofes, ou seja, poderiam ser classificados como anormais se possuíssem outras alterações cardíacas clínicas ou eletrocardiográficas. Tal resultado corresponde ao esperado, pois em pouco difere das outras espécies animais (Tilley, 1992; Rezakhani *et al.*, 2004). Portanto, quanto à técnica de execução do exame eletrocardiográfico, pode-se dizer que a colocação dos eletrodos nos membros parece ser de fácil execução e bastante elucidativa, desde que haja colaboração do paciente. Assim sendo, a afirmativa de que o padrão que utiliza a colocação dos eletrodos nos quatro membros do animal não se mostra adequada para bovinos, favorecendo a utilização do sistema de monitoramento simples, chamado base-ápice (McGuirck *et al.*, 1993; McGuirck & Shaftoe 1993; Gay & Radostits, 2002a;

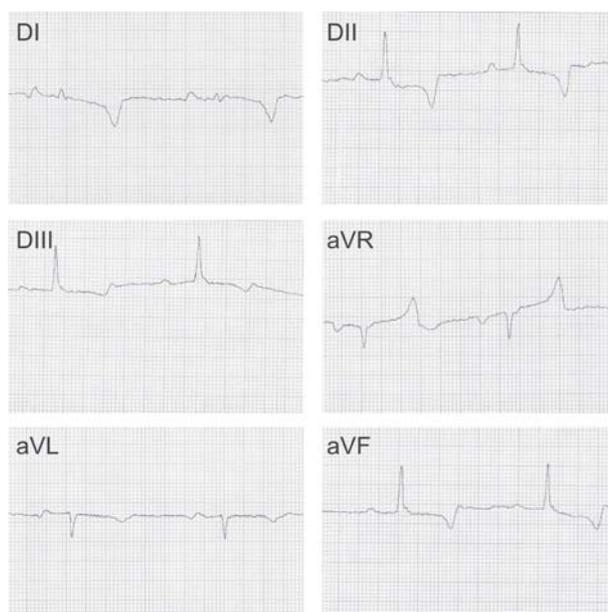


Figura 2. Traçado eletrocardiográfico de bovino Nelore adulto em derivações bipolares padronizadas nos membros (DI, DII e DIII) e derivações unipolares aumentadas nos membros (aVR, aVL e aVF).

Tabela 2. Distribuição de frequência dos eixos axiais cardíacos de bovinos indianos adultos

Eixo axial cardíaco	+30°	+60°	+90°	+120°	+150°	Zero+/-180°
Frequência	28	115	23	22	6	6

n = 200

Radostits, 2002; Rezakhani *et al.*, 2004), não foi confirmada neste experimento. Por outro lado, corroborou-se a afirmação de Holmes (1984), o qual relatou que o ECG pode ser feito pelo sistema tradicional de derivação de membros, porém em equínos.

Todas as mensurações foram executadas na derivação que melhor representava o eixo axial cardíaco de cada animal experimental (Tabela 2); ou seja, aquela perpendicular à derivação isoelétrica do Hexagrama de Baley (Radostitis, 2002a).

O ritmo cardíaco observado foi sempre caracterizado como sinusal, pois os traçados sempre continham ondas P, R e T em frequência e distribuição constante.

A frequência cardíaca foi de 77 ± 19 (48-125) batimentos por minuto. Os valores obtidos foram mais elevados do que os relatados por Rezakhani *et al.* (2004), os quais citam que a frequência cardíaca média para bovinos adultos é de 75,73 batimentos por minuto, porém muito semelhantes. Esse fato provavelmente se deve à natureza mais agitada dos animais indianos.

As ondas P encontradas foram positivas em 95% dos traçados realizados, portanto, deve-se considerar que as ondas P se formam, geralmente, acima da linha neutra. As ondas P negativas podem estar associadas ao fenômeno do marca-passo migratório, fisiológico em outras espécies animais (Tilley, 1992). Essas ondas tiveram duração de $0,047 \pm 0,017$ (0,02-0,08 s) e amplitude de $0,103 \pm 0,044$ (0,05-0,30 mv) (Tabela 3); portanto, tais ondas apresentaram menores amplitudes e durações do que as encontradas por Rezakhani *et al.* (2004), o que pode ser, respectivamente, devido à maior massa muscular e à frequência cardíaca mais rápida nos animais deste experimento, ou ainda por diferenças decorrentes da técnica empregada na execução do exame eletrocardiográfico.

O intervalo PR observado foi, em média, de $0,158 \pm 0,028$ (0,08-0,28 s) (Tabela 3). Este resultado demonstra maior velocidade de condução do impulso elétrico cardíaco, do nódulo sinoatrial até os ventrículos, em relação ao observado em bovinos europeus (0,18 a 0,22) (Rezakhani *et al.*, 2004), porém compatível com a frequência cardíaca mais alta determinada no experimento.

As ondas Q e S foram identificadas apenas em, respectivamente, 6 e 11 dos 200 traçados executados, considerando-se sempre a derivação que melhor representou o eixo axial cardíaco de cada animal. Portanto, suas ausências devem ser consideradas, *a priori*, normais.

Ondas R foram identificadas em todos os traçados e com duração média de $0,037 \pm 0,017$ (0,02-0,08 s) (Tabela 3), semelhantemente ao observado em bovinos europeus (Rezakhani *et al.*, 2004), e amplitude de $0,402 \pm 0,184$ (0,20-0,95 mv) (Tabela 3), ou seja, o dobro do observado por Rezakhani *et al.* (2004). Entretanto, tal diferença pode se dever a diferenças inerentes às técnicas utilizadas que não foram iguais, pois Rezakhani *et al.* (2004) empregaram o sistema base-ápice.

As ondas T foram negativas em 78,5% dos traçados, com duração média de $0,060 \pm 0,024$ (0,02-0,14 s) e amplitude de $0,218 \pm 0,135$ (0,10-0,95 mv) (Tabela 3). Essas ondas têm comportamento muito variável nas outras espécies domésticas (Radostits, 2002a; Mendes Neto, 2004; Rezakhani *et al.*, 2004) e, em bovinos indianos, não parecem ser diferentes, pois o valor do desvio padrão observado é superior em 50% ao valor da média aritmética, o que caracteriza comportamento irregular dessas ondas nesses animais. Porém, a negatividade das ondas T corrobora afirmações de Mendes Neto (2004), o qual afirma que a repolarização ventricular gera onda T negativa. Quando os valores de ondas T são comparados aos obtidos por Rezakhani *et al.* (2004), observa-se que a amplitu-

Tabela 3. Características de amplitude, em milivolts, e duração, em segundos, das ondas eletrocardiográficas de bovinos indianos adultos

Parâmetro	Amplitude (mv)				Duração (s)			
	Menor valor	Maior valor	Média	Desvio padrão	Menor valor	Maior valor	Média	Desvio padrão
Onda P	0,05	0,30	0,103	0,044	0,02	0,08	0,047	0,017
Intervalo PR					0,08	0,28	0,158	0,028
Onda R	0,20	0,95	0,402	0,184	0,02	0,08	0,037	0,017
Onda T	0,10	0,95	0,218	0,135	0,02	0,14	0,060	0,024
Segmento ST					0,12	0,28	0,190	0,036
Intervalo QT					0,20	0,42	0,290	0,044

n = 200

de observada neste experimento foi o dobro, entretanto, tal divergência pode ser devida ao emprego de diferentes técnicas de execução do exame eletrocardiográfico.

Os segmentos ST apresentaram média do tempo de duração de $0,190 \pm 0,036$ (0,12-0,28 s), e não foram evidenciados supra ou infradesnivelementos. Os intervalos QT apresentaram média do tempo de duração de $0,290 \pm 0,044$ (0,20-0,42 s) (Tabela 3). Estes resultados demonstram velocidade de repolarização ventricular semelhante à observada em bovinos europeus e nas outras espécies domésticas (Radostits, 2002a; Mendes Neto, 2004; Rezakhani *et al.*, 2004) e compatível com a frequência cardíaca verificada no experimento.

CONCLUSÕES

Perante as condições nas quais foi realizado este experimento e considerando-se a derivação que melhor representou o eixo axial cardíaco de cada animal, pode-se concluir que, para bovinos adultos da raça Nelore:

A técnica de colocação dos eletrodos nos membros para realização do exame eletrocardiográfico, no sistema de derivações periféricas (DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF), é exequível, desde que o animal esteja acostumado ao contato com seres humanos.

A frequência cardíaca normal é de 57 a 96 batimentos por minuto.

O ritmo cardíaco predominante é sinusal normal.

O eixo axial cardíaco normal varia entre 30 e 120°.

As ondas P devem ser positivas e com duração entre 0,03 e 0,07 segundo e ter amplitude entre 0,06 e 0,14 milivolt.

O intervalo PR normal varia entre 0,13 e 0,19 segundo.

Ondas Q e S estão normalmente ausentes.

As ondas R devem durar entre 0,02 e 0,06 segundo ter amplitude entre 0,22 e 0,58 milivolt.

As ondas T são, em sua maioria, negativas e com duração entre 0,04 e 0,08 segundo e ter amplitude entre 0,08 e 0,36 milivolt.

Os segmentos ST devem ser considerados normais entre 0,15 e 0,23 segundo de duração, e os intervalos QT normais devem durar entre 0,25 e 0,33 segundo.

REFERÊNCIAS

- Amory H, Genicot B, Rollin F, Beduin JM, Lekeux P (1993a) Normal electro- and vectorcardiographic data in the growing Friesian calf using a semi-orthogonal lead system. *Zentralbl Veterinarmed A*, 40: 81-92.
- Amory H, Rollin FA, Genicot BC, Beduin JM, Lekeux PM (1993b) Comparative study of the body surface electrocardiogram in double-muscled and conventional calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 57: 139-45.
- Amory H, Rollin F, Genicot B, Lekeux P (1992b) Bovine vectocardiography: a comparative study relative to the validity of four tridimensional lead systems. *Zentralbl Veterinarmed A*, 39:453-69.
- Amory H, Rollin F, Desmecht D, Linden A, Lekeux P (1992a) Cardiovascular response to acute hypoxia in double-muscled calves. *Research Veterinary Science*, 52:316-324.
- Cakala S, Rakalska Z, Borkowski T (1972) Electrocardiographic studies of cows with leukemia. *Pol Arch Weter*, 15:21-30.
- Camacho AA, Mucha CJ (2004) Semiologia do sistema circulatório de cães e gatos. In: Feitosa FL. *Semiologia veterinária – A arte do diagnóstico*. São Paulo, Roca, p. 234-281.
- Claxton MS (1988) Electrocardiographic evaluation of arrhythmias in six cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 192:516-21.
- Constable PD, Muir WW 3rd, Bonagura JD, Rings DM, St Jean G (1990a) Clinical and electrocardiographic characterization of cattle with atrial premature complexes. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 197:1163-9.
- Constable PD, Muir WW 3rd, Freeman L, Hoffsis GF, St Jean G, Welker FH (1990b) Atrial fibrillation associated with neostigmine administration in three cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 196:329-32.
- Cook CJ, Jacobson LH (1996) Heart rate as a measure of adaptation to stress in cattle. *Australian Veterinary Journal*, 74:471-2.
- Daniel RC, Hassan AA, Marek MS (1983) Further observations on the relationship between QTc of an electrocardiogram and plasma calcium levels in cows. *Brazilian Veterinary Journal*, 139:23-8.
- Daniel RC, Moodie EW (1979) Relationship between plasma calcium and QT interval of electrocardiogram in dairy cows. *Journal Dairy Science*, 62:1014-8.
- DeRoth L (1980) Electrocardiographic parameters in the normal lactating Holstein cow. *Canadian Veterinary Journal*, 21:271-7.
- Detweiler DK (1983) Electrocardiographic monitoring in toxicological studies: principles and interpretations. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 161:579-607.
- Dey S, Swarup D, Singh GR (1993) Effect of experimental lead toxicity on cardiovascular function in calves. *Veterinary and Human Toxicology*, 35:501-3.
- Dussault JP, Phaneuf LP, Lamothe P, Bordeleau M (1973) Electrocardiography for diagnosis and control of efficacy of oral quinidine sulfate in a case of atrial fibrillation in a Holstein cow. *Canadian Veterinary Journal*, 37:147-51.
- Endo Y, Tajima M, Kurosawa T, Takahashi K, Sonoda M (1990) The Wolff-Parkinson-White syndrome in a Holstein-Friesian cow. *Nippon Juigaku Zasshi*, 52:1155-61.
- Gavaghan BJ, Kittleson MD, DeCock H (2001) Eisenmenger's complex in a Holstein-Friesian cow. *Australian Veterinary Journal*, 79:37-40.
- Gay CC, Radostits OM (2002) Exame clínico do sistema cardiovascular. In: Radostits OM, Joe Mayhew IG, Houston DM (2002) *Exame Clínico e diagnóstico em veterinária*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. p. 191-226.
- Grodzki K (1981) Practolol test for adrenergic beta receptor blockade in veterinary electrocardiographic diagnosis. *Polskie Archiwum Weterynaryjne*, 23:95-101.
- Gron Dahl-Nielsen C, Simonsen HB, Lund JD, Hesselholt M (1999) Behavioural, endocrine and cardiac responses in young calves undergoing dehorning without and with use of sedation and analgesia. *Veterinary Journal*, 158:14-20.

- Holmes JR (1984) Equine electrocardiography: some practical hints on technique. *Equine Veterinary Journal*, 16:477-479.
- Horvath DJ, Todd JR, Weiss R (1971) Electrocardiograms of hypomagnesemic calves with or without development of tetany. *American Veterinary Medical Association*, 32:1851-7.
- Horvath Z, Szekeres T (1980) Abnormal electrocardiograms in leucotic cattle. *Acta Vet Academiae Scientiarum Hungaricae*, 28:109-19.
- Kvart C (1983) The effect of calcium infusion on the electrocardiogram of parturient paretic cows. *Brazilian Veterinary Journal*, 139:192-9.
- Lacuata AQ, Yamada H, Nakamura Y, Hirose T (1980) Electrocardiographic and echocardiographic findings in four cases of bovine endocarditis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 176:1355-65.
- Littledike ET, Glazier D, Cook HM (1976) Electrocardiographic changes after induced hypercalcemia and hypocalcemia in cattle: reversal of the induced arrhythmia with atropine. *American Journal of Veterinary Research*, 37:383-8.
- Machida N, Nakamura T, Kiryu K, Kagota K (1993) Electrocardiographic features and incidence of atrial fibrillation in apparently healthy dairy cows. *Zentralbl Veterinarmed A*, 40:233-9.
- Matsui K, Sugano S (1987) Species differences in the changes in heart rate and T-wave amplitude after autonomic blockade in Thoroughbred horses, ponies, cows, pigs, goats and chickens. *Nippon Juigaku Zasshi*, 49:637-44.
- McGuirk SM, Shaftoe S (1993) Alterações nos sistemas cardiovascular e hemolinfático. In: Smith, B.P. *Tratado de medicina interna de grandes animais*. São Paulo, Manole, p.103-118.
- McGuirk SM, Shaftoe S, Lunn DP (1993) Moléstias do sistema cardiovascular. In: Smith BP. *Tratado de medicina interna de grandes animais*. São Paulo, Manole, p. 467-500.
- Mckenzie RA, Franke FP, Dunster PJ (1989) The toxicity for cattle of bufadienolide cardiac glycosides from *Bryophyllum tubiflorum* flowers. *Australian Veterinary Journal*, 66:374-6..
- Mendes Neto D (2004) Semiologia do sistema circulatório de eqüinos e ruminantes. In: Feitosa, F.L. *Semiologia veterinária – A arte do diagnóstico*. São Paulo, Roca, p. 234-281.
- Mendes LCN, Camacho AA, Alves ALG, Borges AS, Souza RCA, Ferreira WL (2001) Standard electrocardiographic values in Holstein calves. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 53:641-644.
- Pringle J, Gompf R, Magnus R (1990) ECG of the month. Atrial fibrillation in a cow with meningitis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 196:56-7.
- Radostits OM (2002a) Exame clínico de bovinos adultos e bezerros. In: Radostits, OM, Joe Mayhew IG, Houston DM. *Exame Clínico e diagnóstico em veterinária*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. p. 118-139..
- Radostits OM (2002b) Doenças do sistema cardiovascular. In: Radostits OM, Gay, CC, Blood, DC, Hinchcliff, KW. *Clínica veterinária – Um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos*. 9. ed. Rio de Janeiro - Guanabara Koogan, p. 323-356.
- Rakalska Z, Cakala S, Borkowski T(1973) Electrocardiographic changes in cattle with experimental rumen acidosis. *Polskie Archiwum Weterynaryjne*, 16:589-99.
- Rakhorst G, Huisman GH, Voorhout G (1992) Electrocardiographic findings in calves with experimentally induced right ventricular hypertrophy. *Zentralbl Veterinarmed A*, 39:419-25.
- Rezakhani A, Paphan AA, Shekarfroush S (2004) Analysis of base apex lead electrocardiograms of normal dairy cows. *Veterinary Archives*, 74:351-358.
- Rezakhani A, Oloumi MM, Ahmadinia R (1996) Atrial fibrillation in a cow with fetal maceration. *Canadian Veterinarian Journal*, 37:625-6.
- Santisteban R, Castejon FM, Tovar P (1987) Maturation changes in the ECG of cattle. I. Ventricular activation. *Zentralbl Veterinarmed A.*, 34:234-40.
- Steffen S, Mansfeld R, Ibenenthal S, Grunert E (1995) The use of an externally derived fetal electrocardiogram in obstetrical diagnosis in cattle for the evaluation of fetal vitality. *Schweiz Archives Tierheilkd*, 137:432-7.
- Tilley LP (1992) Generation of the electrocardiogram. In: Tilley, L.P. *Essentials of canine and feline electrocardiography: interpretation and treatment*. Malvern, Lea & Febiger. p. 1-18.
- To K, Kanagawa H, Kawata K, Inoue T (1967) Odajima, T. Fetal electrocardiogram in dairy cattle. V. Findings at parturition. *Japanese Journal of Veterinary Research*, 15:21-30.
- Uchino T, Koyama H, Washizu M, Washizu T Yamamoto T, Kobayashi K, Motoyashi S (1987) Atrial fibrillation in the cow, pig, dog, and cat. *Heart Vessels Supplements*, 2:7-13.
- Weldon AD, Moise N.S, Rebhun WC (1992) Hyperkalemic atrial standstill in neonatal calf diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 6:294-7.
- Whittington RJ, Cook RW (1988) Cardiomyopathy and woolly haircoat syndrome of Poll Hereford cattle: electrocardiographic findings in affected and unaffected calves. *Australian Veterinary Journal*, 65:341-4.