

Estudo comparativo da eletrocardiografia convencional e computadorizada em equinos das raças Quarto de Milha e Mangalarga Marchador

[Comparative study of computerized and conventional electrocardiography in Quarter Horse and Mangalarga Marchador]

M.A. Lázaro¹, L.M.C. Conti², Á.P.L. Oliveira³, G.M. Figueiró⁴, C.S. Coelho⁵, F.S. Ferreira⁵, T. Champion⁶

¹ Programa de residência – Universidade Vila Velha – Vila Velha, ES

² Universidade Vila Velha – Vila Velha, ES

³ Aluno de pós-graduação – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

⁴ Universidade Federal de Santa Catarina – Curitiba, SC

⁵ Universidade Vila Velha – Vila Velha, ES

⁶ Universidade Federal da Fronteira Sul – Realeza, PR

RESUMO

A eletrocardiografia computadorizada é mais precisa e prática quando comparada à convencional e por essa razão vem ganhando espaço na rotina clínica. No entanto os valores de referência devem diferir para os dois métodos. O objetivo desse trabalho foi analisar e comparar o exame eletrocardiográfico computadorizado com o exame obtido pelo método convencional em equinos. O estudo demonstrou diferenças na amplitude da onda P ($P < 0,0001$) com valor médio de 0,21 mV para o método convencional e 0,17 mV para o computadorizado; duração do intervalo PR ($p = 0,0005$), tendo o valor médio de 260,49 ms para o método convencional e 242,37 ms para o informatizado e duração do complexo QRS ($p = 0,0003$), sendo a média de valores para o método convencional de 75,61ms e 84,83 ms para o computadorizado. Essas diferenças devem ser levadas em consideração com o intuito de evitar equívocos na interpretação da eletrocardiografia na espécie equina.

Palavras-chave: cavalo, eletrocardiografia digital, impulso elétrico cardíaco

ABSTRACT

Computerized electrocardiography has been gaining space in clinic routines because it is more practical and precise when compared to the conventional method. However, their reference values may differ from each other. The aim of this paper was to analyze and compare computerized and conventional electrocardiography in horses. Differences were observed between P wave amplitude ($P < 0001$) with a mean of 0.21mV in the conventional method and 0.17mV in the computerized method, PR interval duration ($p = 0.0005$) with a mean of 260.49 ms and 242.37 ms in the conventional and computerized methods respectively, and QRS complex duration ($p = 0.0003$) with a mean of 75.61 ms in the conventional method and 84.83 ms in the computerized method. These differences should be taken into consideration in order to avoid misunderstandings in the interpretation of the electrocardiogram in equine species.

Keywords: horses digital electrocardiography, cardiac electrical impulse

INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG) é o exame que soma as atividades elétricas geradas pelos miócitos cardíacos, tornando possível a avaliação da

condução elétrica, ritmo e frequência cardíaca (Pastore, 2008). As ondas registradas no traçado refletem estágios de despolarização e repolarização dos cardiomiócitos, tornando possível a detecção de arritmias, além de sugerir a presença de aumento das câmaras cardíacas (Tilley *et al.*, 2008).

Recebido em 31 de julho de 2014

Aceito em 8 de maio de 2015

E-mail: monique_lazaro17@hotmail.com

A miniaturização deste equipamento permitiu a utilização desta ferramenta no campo, sobretudo em equinos, para os quais esta técnica constitui um exame não invasivo, de baixo custo e fácil realização (Bertone, 1999; Freitas *et al.*, 2010; Albernaz *et al.*, 2011), fornecendo relevantes informações da condição cardiovascular do animal seja em repouso ou em competições equestres (Freitas *et al.*, 2010).

A espécie em questão é muito susceptível a arritmias cardíacas, sendo essas atribuídas a alta variação de tônus vagal em condições de repouso e, em diversos casos, consideradas fisiológicas (Vincenzi *et al.*, 2000). Tais arritmias incluem o bloqueio atrioventricular (BAV) de primeiro e segundo graus, bloqueio sinoatrial e bradicardia sinusal (Verheyen *et al.*, 2010).

Além dessas características, existem variações raciais nos parâmetros eletrocardiográficos entre raças como Puro Sangue Inglês, Mangalarga Marchador e Quarto de Milha, relacionadas, também, aos tipos de exercícios executados, sejam de alta ou baixa intensidade ou curta e longa duração, bem como diferenças relacionadas à faixa etária do animal (Fernandes *et al.*, 2004; Freitas *et al.*, 2010).

A eletrocardiografia é utilizada há muitos anos para o diagnóstico de enfermidades cardiovasculares em humanos e, recentemente recebeu da informatização um forte estímulo para perpetuá-lo como um método eficiente para monitoração cardíaca. Devido a esse fato, as medidas eletrocardiográficas computadorizadas ganharam maior fidelidade em humanos, por agilizar e facilitar a interpretação (Pastore, 2008).

Estudos relataram diferenças entre o eletrocardiograma convencional e dinâmico em cães (Wolf *et al.*, 2000; Gava *et al.*, 2011) e gatos (Camacho *et al.*, 2010) demonstrando maior sensibilidade na duração das ondas no método convencional. É consenso que os valores padronizados para a eletrocardiografia convencional não devem ser extrapolados para a computadorizada, precisando, portanto de valores padrões para cada método separadamente.

O objetivo desse trabalho foi comparar os parâmetros eletrocardiográficos obtidos pelo método computadorizado com o convencional

em equinos e avaliar o possível efeito da raça sobre estes parâmetros, comparando-se os valores obtidos de animais da raça Quarto de Milha aos da raça Mangalarga Marchador.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município da Serra-ES, onde foram analisados exames eletrocardiográficos convencionais e computadorizados de 41 equinos hípidos, sendo 27 animais da raça Quarto de Milha e 14 da raça Mangalarga Marchador. O peso médio dos animais da raça Quarto de Milha foi de $430,4 \pm 27,2$ kg e a idade média foi de $8,7 \pm 4,2$ anos. Já nos animais da raça Mangalarga Marchador, o peso médio foi de $400,8 \pm 37,9$ kg e a idade média foi de $6,6 \pm 3,1$ anos. O trabalho teve aprovação do comitê de ética da Universidade Vila Velha (CEUA-UVV-ES), sob protocolo número 233-2012.

A monitoração foi realizada em ambiente tranquilo e silencioso, com o animal em posição quadrupedal, contido em tronco, com os membros paralelos entre si e perpendiculares em relação ao eixo do corpo e sem sedação. O estudo computadorizado foi realizado por meio de aparelho eletrocardiógrafo multicanal (Módulo de Aquisição de ECG para Computador – PC Windows 2007) - Tecnologia Eletrônica Brasileira (TEB) acoplada a um notebook (Vostro - Dell®), em monitoração durante três minutos. Foram captadas derivações bipolares (DI, DII, DIII) e unipolares (avR, avL, avF). As mesmas derivações foram simultaneamente captadas em aparelho eletrocardiógrafo convencional monocal (modelo ECG- 6 – ECAFIX) munido de papel termossensível milimetrado próprio para eletrocardiograma.

Os animais foram posicionados no tronco e após 5 minutos de repouso os eletrodos foram fixados à pele do animal por meio de cliques tipo “jacaré”, aplicando-se álcool nos pontos de fixação (membros torácicos, na região das axilas, próximo ao olécrano e nos membros pélvicos, próximo à patela) para captação das seis derivações (DI, DII, DIII, avR, avF e avL) conforme descrito por Fernandes *et al.*, (2004) e ilustrado na Fig. 1.



Figura 1. Equino da raça Quarto de Milha, contido em tronco com os eletrodos dos aparelhos convencional e computadorizado, posicionados na região próxima ao olécrano (membros torácicos) e na região inguinal (membros pélvicos) simultaneamente.

Os parâmetros eletrocardiográficos analisados foram: amplitude e duração de onda P, duração dos intervalos PR e QT, duração do complexo QRS, amplitude da onda R, segmento ST, amplitude da onda T e frequência cardíaca.

No método convencional, as frequências cardíacas foram realizadas através da contagem do número de ondas R que havia em um segmento de 15 centímetros de fita na velocidade

de 50 mm/s, em seguida esse valor foi multiplicado por 20. Já no método computadorizado, esse parâmetro foi obtido a partir da mensuração de dois intervalos R-R e cálculo automático pelo Software.

A análise estatística foi realizada por meio de software específico (*Graphpad Prism*[®]), utilizando-se teste de normalidade de D'Agostino-Pearson e teste T pareado, sob o nível de significância de $P < 0,05$ para comparar as metodologias e possíveis interferências do fator "raça".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros eletrocardiográficos foram obtidos com os animais em repouso e em seu ambiente habitual. A Tab. 1 mostra os valores médios e desvios padrão para amplitude e duração da onda P, duração dos intervalos PR e QT, duração do complexo QRS, amplitude da onda R, segmento ST, amplitude da onda T e frequência cardíaca bem como a significância da análise comparativa dos métodos analisados em todos os equinos, independente da raça.

Tabela 1. Valores eletrocardiográficos médios e desvios padrão em equinos submetidos a eletrocardiografias (ECG) convencional e computadorizada

	ECG convencional	ECG computadorizado	P
Onda P (mV)	0,21 ± 0,07	0,17 ± 0,05*	0,0001
Onda P (ms)	96,10 ± 30,81	103,15 ± 26,39	0,0835
Intervalo PR (ms)	260,49 ± 49,60	242,37 ± 45,90*	0,0005
Complexo QRS (ms)	75,61 ± 21,45	84,83 ± 23,31*	0,0003
Intervalo QT (ms)	422,93 ± 69,22	426,00 ± 67,24	0,7430
Onda R (mV)	0,40 ± 0,31	0,36 ± 0,28	0,0578
Intervalo ST (mV)	0,05 ± 0,05	0,05 ± 0,04	0,6986
Onda T (mV)	0,39 ± 0,29	0,41 ± 0,27	0,7942
FC (bpm)	57,80 ± 16,66	51,49 ± 15,13	0,0057

FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; ms: milissegundo; mV: milivolt. * Refere-se à diferença significativa ao teste T pareado, considerando $P < 0,05$.

Houve diferença entre as frequências cardíacas analisadas pelo método convencional com relação ao computadorizado ($P=0,0057$), sendo que no método computadorizado a frequência cardíaca foi inferior ao método convencional. Analisando os valores médios obtidos, em ambos os métodos os animais apresentaram-se

taquicárdicos segundo os valores de referência estabelecidos por Verheyen *et al.* (2010) o que pode ser justificado pelo estresse da contenção no tronco. Entretanto estes valores são semelhantes aos descritos por Freitas *et al.* (2010) em equinos Mangalarga Marchador sob análise eletrocardiográfica convencional em

repouso. Apesar da diferença estatística, deve-se atentar a interpretação dessa diferença, pois os métodos de análise de frequência cardíaca de ambos os exames não são similares. O método computadorizado, provavelmente é o mais preciso, uma vez que a frequência cardíaca baixa dessa espécie pode dificultar a análise deste parâmetro por meio de um intervalo de 15 centímetros.

Os valores de amplitude da onda P foram maiores no método convencional em relação ao computadorizado ($P < 0,0001$), bem como este parâmetro apresentou menor desvio padrão na técnica computadorizada quando comparada à convencional. Estes achados sugerem uma maior precisão da técnica computadorizada frente à convencional, conforme corrobora Camacho *et al.* (2010) em gatos. Ainda segundo a literatura, atribui-se esta maior precisão ao fato de o ser humano possuir menor capacidade de percepção para leitura eletrocardiográfica que o computador. Neste ponto, Pelter *et al.* (1997) descreveram que o homem apenas consegue mensurar desníveis a partir de 0,05mV, enquanto o computador detecta a partir de 0,01mV. De qualquer forma, mesmo os valores encontrados sendo maiores para um método, ambos são semelhantes aos descritos por Fernandes *et al.* (2004) e por Freitas *et al.* (2010) para a equinos em repouso. Segundo Tilley *et al.* (2008), a onda P é o resultado da despolarização atrial, sendo que a amplitude refere-se à despolarização atrial direita, enquanto a duração refere-se à despolarização atrial esquerda. Desta forma, a interpretação para casos de aumento atrial direito deve ser feita de forma criteriosa, visto que diversos parâmetros eletrocardiográficos são passíveis de alterações em relação às raças (Fernandes *et al.*, 2004; Diniz *et al.*, 2008; Melchert *et al.*, 2012) e às técnicas eletrocardiográficas empregadas (Camacho *et al.*, 2010; Gava *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2013).

O parâmetro duração do intervalo PR apresentou diferença entre os dois métodos de avaliação sendo o maior valor encontrado no convencional ($P = 0,0005$), porém apesar da diferença o aumento não representa BAV de primeiro grau, pois de acordo com Marr e Bowen, (2010), o

intervalo PR pode ter até 500ms, destacando-se o fato de que estes valores de referência citados na literatura consultada são antigos e derivam da metodologia convencional.

A duração do complexo QRS reflete a despolarização ventricular esquerda (Tilley *et al.*, 2008). Os valores médios desse parâmetro foram superiores no exame computadorizado ($P = 0,0003$), conforme também observado por Wolf *et al.* (2000) e Camacho *et al.* (2010) em outras espécies. Desta forma, a análise da duração do complexo QRS obtida a partir do exame eletrocardiográfico computadorizado deve ser realizada com cautela, para evitar interpretações errôneas de sobrecarga ventricular esquerda.

As durações da onda P e do intervalo QT não apresentaram diferença estatística ($P = 0,835$ e $P = 0,7430$ respectivamente), ao contrário do que observou Wolf *et al.* (2000) em cães e Camacho *et al.* (2010) em gatos, no qual o exame convencional apresentou maior sensibilidade nas durações das ondas em outras espécies. Ainda com relação à despolarização ventricular, não houve diferenças ($p = 0,0578$) nas amplitudes das ondas R entre os métodos, diferentemente do que observou Camacho *et al.* (2010) na espécie canina, no qual a amplitude da onda R se mostrou maior no método computadorizado. No entanto, ao avaliar separadamente as raças, houve diferença estatística entre os métodos ($P = 0,0057$), no qual o método convencional apresentou maiores frequências cardíacas.

As amplitudes da onda T e segmento ST não apresentaram diferenças significativas ($P = 0,7942$; $P = 0,1904$ respectivamente) indicando que o exame computadorizado é tão sensível quanto o método convencional para parâmetros de repolarização ventricular.

Na tentativa de excluir o efeito da raça sobre os parâmetros eletrocardiográficos acima descritos, os dados foram avaliados separadamente pelas raças Mangalarga Marchador ($n = 14$; peso médio = $400,79 \pm 37,88$ kg) e Quarto de Milha ($n = 27$; peso médio = $430,37 \pm 27,20$) estão descritos na Tab. 2.

Estudo comparativo...

Tabela 2. Valores eletrocardiográficos médios e desvios padrão em equinos separados por raça (Mangalarga Marchador e Quarto de Milha) submetidos à eletrocardiografia (ECG) convencional e computadorizada

Parâmetros ECG	Mangalarga Marchador		Quarto de Milha	
	Conv.	Comp.	Conv.	Comp.
P (mV)	0,20±0,07a	0,15±0,05a	0,22±0,07a	0,17±0,04b
P (ms)	92,14±31,67a	106,6±29,07a	98,15±30,76a	101,3±25,27a
PR (ms)	254,3±45,36a	234,1±41,76b	263,7±52,19a	246,7±48,10b
QRS (ms)	71,43±24,76a	85,5±25,63b	77,78±19,68a	84,48±22,52b
QT (ms)	446,4±82,98a	453,1±52,38a	410,7±58,96a	412,0±70,60a
R (mV)	0,41±0,32a	0,41±0,25a	0,39±0,31a	0,34±0,29b
ST (mV)	0,04±0,05a	0,06±0,04a	0,05±0,05a	0,04±0,03a
T (mV)	0,42±0,27a	0,47±0,31a	0,4±0,32a	0,39±0,25a
FC (bpm)	52,14±14,77a	45,57±11,11b	60,74±17,08a	54,56±16,18b

FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; ms: milissegundo; mV: milivolt. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P<0,05).

Foram encontradas algumas diferenças em parâmetros eletrocardiográficos nos distintos métodos e nas diferentes raças. Mantovani *et al.* (2013) descrevem que a função cardiovascular varia de acordo com as características e funções impostas a diferentes raças, justificando as diferenças encontradas, já que os equinos estudados, apresentam diferentes padrões de atividades esportivas, como exercícios de alta intensidade e baixa resistência (Quarto de Milha) e exercícios de baixa intensidade e alta resistência (Mangalarga Marchador). Ademais, Morgan (2012) destaca que dentre os principais fatores que afetam o traçado eletrocardiográfico, estão o tamanho e a conformação do tórax dos cavalos, o que interfere sobre a posição do coração dentro da cavidade torácica, o que justifica as diferenças nas amplitudes das ondas observadas entre as raças estudadas.

A análise dos traçados eletrocardiográficos revelou que em 7,32% dos mesmos a onda P apresentou-se bifásica para os dois métodos de ECG conforme demonstra a Fig. 2. Em contrapartida, 41,46 % das ondas P mostraram-se bifidas no método computadorizado, e 35,58% apresentaram-se da mesma forma no método

convencional conforme exemplificado na Fig. 3. Essas são variações da onda P, de acordo com Reed *et al.* (2010), podem existir em equinos saudáveis. Reed *et al.* (2010) explicam, ainda, que na onda bifida, o primeiro pico refere-se a despolarização do terço medial e caudal do átrio direito, enquanto que o segundo pico representa a ativação do septo atrial e superfície medial do átrio esquerdo.

Segundo Reed *et al.* (2010), a morfologia do complexo QRS é bastante variável e isso se deve a penetração e condução dos impulsos pela parede dos ventrículos. Dessa forma diversos padrões de QRS foram encontrados, como “Qr” (onda Q grande e R pequena); “qR” (onde a onda Q é pequena e a R é grande); “qrs” (presença das três ondas pequenas); “Q” (apenas onda Q grande); “Rs” (onda R grande e onda S pequena); “R” (apenas onda R grande); “rS” (onda R pequena e onda S grande); “q” (apenas onda Q pequena); e “r” (apenas onda R pequena) nos dois métodos. Nos exames convencionais e computadorizados, o padrão mais encontrado foi o “qR” (48,78% para os dois métodos), seguida por “Qr” (14,63% e 19,51% respectivamente) (Fig. 4).

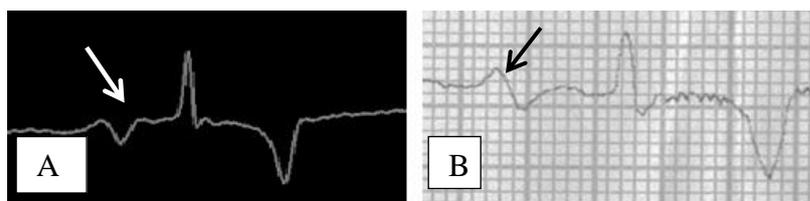


Figura 2. Traçados eletrocardiográficos demonstrando onda P bifásica (seta) no exame computadorizado (A) e convencional (B). Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

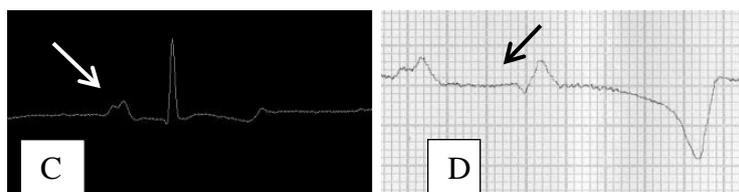


Figura 3. Traçados eletrocardiográficos computadorizado (C) e convencional (D) demonstrando onda P bífida (seta). Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

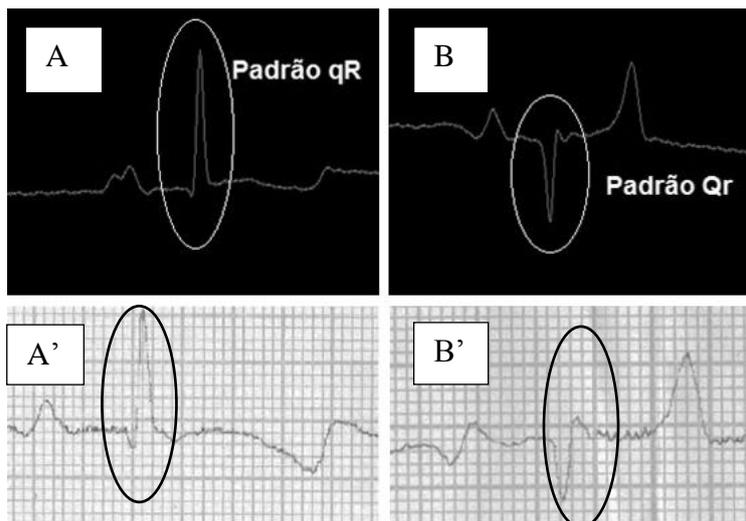


Figura 4. Registros eletrocardiográficos computadorizados (A e B) e convencionais (A' e B') demonstrando diferentes padrões para complexo QRS. A e A': Padrão "qR" e B e B': Padrão "Qr". Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

O segmento ST no ECG convencional se mostrou na maior parte das vezes nivelado (43,9%) (Fig. 5A). Entretanto, em 36,58% dos animais apresentou-se positivo (Fig. 5B) e em 19,51% dos equinos monitorados estava negativo. Com relação ao aparelho computadorizado, a maioria dos traçados obteve segmento ST positivo (48,78%) (Fig. 5C), enquanto 26,83% obtiveram segmento ST nivelado. Por fim em 24,39% dos animais, o segmento ST apresentou-se negativo. Embora a literatura especializada seja carente de informações sobre valores de referência para o segmento ST de equinos, Ayala *et al.* (1994) descrevem em seus estudo em equinos da raça Andaluz saudáveis valores máximos de 0,25mV, valores além daqueles observados no presente estudo para as raças Mangalarga e Quarto de Milha. Segundo a literatura, este segmento, juntamente com a onda T representa a fase de repolarização dos ventrículos e pode estar positivo ou negativo quando dentro dos limites superiores e inferiores para a espécie em questão. Quando extrapolam tais limites, geralmente

associa-se este achado eletrocardiográfico a diversos fatores, tais como a hipóxia miocárdica, efusão pericárdica, infarto transmural do miocárdio ou subendocárdico, hiper ou hipocalcemia e intoxicação por digoxina podem levar ao infradesnivelamento na mesma espécie (Tilley *et al.*, 2008).

A polaridade da onda T no aparelho convencional apresentou-se em sua maioria positiva (48,78%) (Fig. 6A). Em 24,39% dos equinos, essa mesma onda mostrou-se negativa (Fig. 6B) e em 26,83% bifásica. No ECG computadorizado a maioria também foi positiva (53,66%) (Fig. 6C). Porém em 24,39% dos animais apresentou-se bifásica (Fig. 6D) e em 21,95% negativa (Fig. 6E). Segundo Tilley *et al.* (2008), a onda T é gerada quando ocorre repolarização ventricular e sua inversão de polaridade, conforme descrita por Piccione *et al.* (2003), associa-se a animais submetidos a estresse ou exaustão física, devido à influência da direção do fluxo coronariano durante a repolarização dos ventrículos.

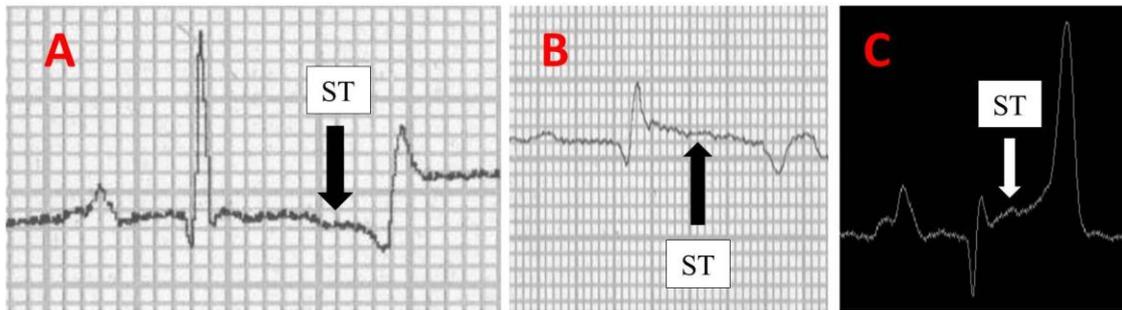


Figura 5. Traçado eletrocardiográfico convencional demonstrando diferentes características do segmento ST em equinos. Em A: Segmento ST nivelado em eletrocardiografia convencional. Em B: Segmento ST positivo em eletrocardiografia convencional. Em C: Segmento ST positivo em eletrocardiografia computadorizada. Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

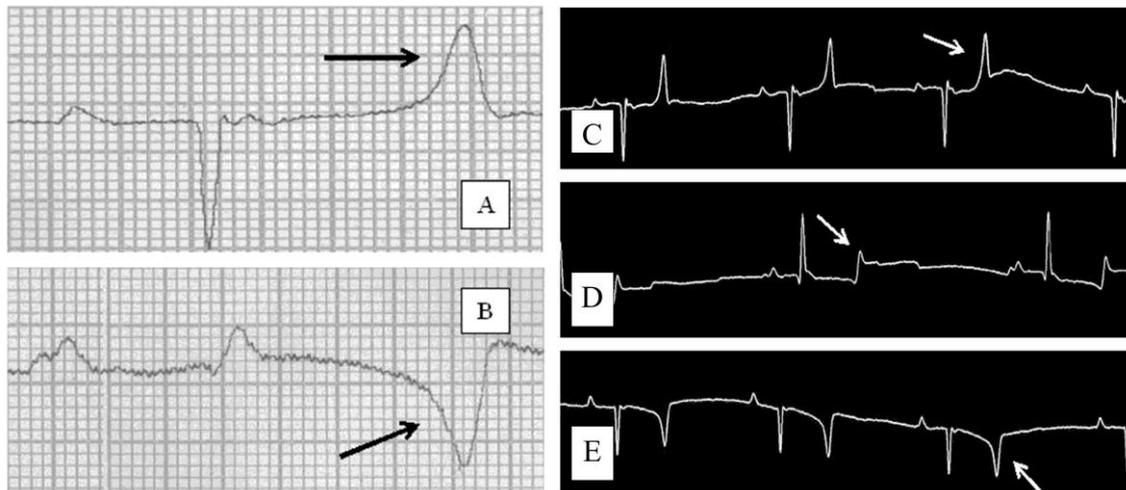


Figura 6. Traçados eletrocardiográficos convencionais demonstrando diferentes conformações de onda T em equinos. Em A e B: Onda T positiva e negativa, respectivamente, em eletrocardiografia convencional. Em C, D e E: Ondas T positiva, bifásica e negativa em eletrocardiografia computadorizada. Fonte: Arquivo Pessoal, 2013.

CONCLUSÃO

O exame eletrocardiográfico computadorizado deve ser interpretado com cautela na espécie equina, uma vez que os parâmetros podem diferir das referências descritas para a espécie, que foram obtidas a partir de registros convencionais. Comparativamente, a eletrocardiografia computadorizada pode fornecer valores menores de amplitude de onda P e duração de intervalo PR, enquanto a duração do complexo QRS é superior ao método convencional. Nestes parâmetros não houve interferência da raça sobre estas diferenças. Sendo assim, cada método deve ser analisado levando em consideração suas particularidades e

valores de referência. Contudo, as diferenças encontradas entre os métodos parecem não ter importância clínica relevante, uma vez que os valores permanecem dentro da referência de normalidade para equinos estabelecida por Verheyen *et al.* (2010). Desta forma, estudos posteriores com um maior número amostral podem definir parâmetros eletrocardiográficos computadorizados para a espécie equina.

AGRADECIMENTOS

À FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo, pela concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- ALBERNAZ, R.M.; DIAS, D.P.M.; PAULINO JR., D. *et al.* Respostas eletrocardiográficas de equinos ao treinamento com base na curva velocidade-lactato determinada em esteira rolante. *Cienc. Anim. Bras.*, v.12, p.163-171, 2011.
- AYALA, I.; MONTES, A.; FERNANDEZ del PALACIO, M.J. *et al.* Aportaciones al estudio electrocardiográfico del caballo. *An. Vet. (Murcia)*, v.9, p.25-35, 1994.
- BERTONE, J.J. Practical approach to cardiac evaluation in the field. In: ANNUAL CONVENTION-AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 45., *Proceedings...* Lexington, KY: American Association of Equine Practitioners, 1999. p. 266-270.
- CAMACHO, A.A.; PAULINO JR, D.; PASCON, J.P.E. *et al.* Comparison between conventional and computerized electrocardiography in cats. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.62, p.765-769, 2010.
- DINIZ, M.P.; MUZZI, R.A.L.; MUZZI, L.A.L.; ALVES, G.E.S. Estudo eletrocardiográfico de equinos da raça Mangalarga Marchador. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, p.536-542, 2008.
- FERNANDES, W.R.; LARSSON, M.H.M.A.; ALVES, A.L.G. *et al.* Características eletrocardiográficas em equinos clinicamente normais da raça Puro Sangue Inglês. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, p.143-149, 2004.
- FREITAS, M.V.; FERREIRA, F.S.; CARVALHO, C.B. Eletrocardiografia em equinos da raça Mangalarga Marchador na região Norte Fluminense. *Braz. J. Equine Med.*, v.6, p.30-32, 2010.
- GAVA, F.N.; PAULINO-JUNIOR, D.; PEREIRA-NETO, G.B. *et al.* Eletrocardiografia computadorizada em cães da raça Beagle. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, p.317-321, 2011.
- MANTOVANI, M.M.; TSURUTA, S.A.; MUZZI, R.A.L. *et al.* Electrocardiographic study in the American Quarter Horse breed. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, p.1389-1393, 2013.
- MARR, C.M.; BOWEN, M. *Cardiology of the horse*. 4.ed. Philadelphia:: Saunders, 2010. 294p.
- MELCHERT, A; LAPOSY, C.B.; GUIASI, V.H.B. *et al.* Eletrocardiografia computadorizada em cavalos Puro Sangue Lusitano submetidos a exercício físico. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, p.547-554, 2012.
- MORGAN, R. Practical equine electrocardiography. *Companion Anim.*, v.17, p.10-13, 2012.
- OLIVEIRA, L.S.; SANTOS, R.R.B.; MELO, M.B. *et al.* Eletrocardiografia computadorizada em cães: estudo comparativo. *Pesqui. Vet. Bras.*, v.33, p.949-953, 2013.
- PASTORE, C.A.; GRUPI, C.J.; MOFFA, P.J. *Eletrocardiografia atual*. São Paulo: Atheneu, 2008. 398p. (Curso de eletrocardiografia do Serviço de eletrocardiografia do INCOR)
- PELTER, M.M.; ADAMS, M.G.; DREW, B.J. Computer versus manual measurement of ST-segment deviation. *J. Electrocardiol.*, v.30, p.151-156, 1997.
- PICCIONE, G.; ASSENZA, A.; FAZIO, F. *et al.* Electrocardiographic changes induced by physical exercise in the jumper horse. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 55, p.397-404, 2003.
- REED, S.M.; BAYLY, W.M.; SELTON, D. C. *Equine internal medicine*. 3.ed. St. Louis, MO: Saunders Elsevier, 2010. 1732p.
- TILLEY, L.P.; SMITH, F.W.K.J.; OYAMA, M.A.; SLEEPER, M.M. *Manual of canine and feline cardiology*. 4.ed. St. Louis: Saunders, 2008. 441p.
- VERHEYEN, T.; DECLOEDT, A.; DE CLERQ, D. *et al.* Electrocardiography in horses – part 1: how to make a good recording. *Vla. Dierg. Tijds.*, v.79, p.331, 2010.
- VINCENZI, R.C.; LARSSON, M.H.M.A.; FERNANDES, W.R. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos clinicamente normais da raça Mangalarga. Parte I: frequência e ritmo cardíaco. *Rev. Bras. Med. Vet.*, v.22, p.71-73, 2000.
- WOLF, R.; CAMACHO, A.A.; SOUZA, R.C.A. Eletrocardiografia computadorizada em cães. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, p.610-615, 2000.