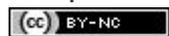


## Pesquisa Veterinária Brasileira



Todo o conteúdo deste periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma Licença Creative Commons. Fonte: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-736X2012001300010&lng=pt&tln g=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2012001300010&lng=pt&tln g=pt). Acesso em: 19 out. 2020.

### REFERÊNCIA

BELLO, Camila A.O. et al. Avaliação eletrocardiográfica de equinos após exercício de polo (baixo handicap). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, supl. 1, p. 47-52, dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012001300010>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-736X2012001300010&lng=pt&tln g=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2012001300010&lng=pt&tln g=pt). Acesso em: 19 out. 2020.

## Avaliação eletrocardiográfica de equinos após exercício de polo (baixo *handicap*)<sup>1</sup>

Camila A.O. Bello<sup>2\*</sup>, Cinthia B.S. Dumont<sup>2</sup>, Thaís C. Souza<sup>2</sup>, Joana M. Palma<sup>2</sup>, Eduardo M.M. Lima<sup>2</sup>, Roberta F. Godoy<sup>2</sup>, Glaucia B.P. Neto<sup>2</sup> e Moreira Meryonne<sup>3</sup>

**ABSTRACT.-** Bello C.A.O., Dumont C.B.S., Souza T.C., Palma J.M., Lima E.M.M., Godoy R.F., Neto G.B.P. & Moreira M. 2012. [Electrocardiographic evaluation of horses after polo exercise.] Avaliação eletrocardiográfica de equinos após exercício de polo (baixo *handicap*). *Pesquisa Veterinária Brasileira* 32(Supl.1):47-52. Pós-Graduação em Saúde Animal, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, ICC Sul, Campus Universitário Darcy Ribeiro s/n, Asa Norte, Caixa Postal 4508, Brasília, DF 70910-970, Brazil. E-mail: [mylabello@hotmail.com](mailto:mylabello@hotmail.com)

Electrocardiography can be used to quantify the training and athletic performance as well as evaluating the cardiac function under the effect of exercise identifying the influence of cardiac anomalies, and deleterious effects of stress ahead of heart function. Considering the complexity of the physical efforts inherent in polo ponies in competitions, together with the lack of reports in the literature, on the demand resulting for heart. The aim of this study was to identify and evaluate the cardiac effects of electrocardiographic exercise in polo horses in order to support data for understanding the physiological cardiac demand of this sport. We evaluated 27 equine practitioner polo at rest and between five and ten minutes after exercise. The results showed that the observed changes in the duration and P wave amplitude and duration of PR and QT interval were considered in physiological response to increased heart rate. The diphasic P wave found at rest and when atrial hypertrophy represented bifida represented different points of activation of the sinoatrial node. As expected, the QRS complex has not undergone major changes. The ST-segment elevation and T wave changes observed after exercise could pose adverse effects to the myocardium, but studies examining multiple factors are needed to confirm this association and define your actual question. The increase in QTc suggested fatigue mild myocardial represented high heart demand for this type of exercise. The heart score showed that these animals were within the pattern of cardiac adaptation to a horse athlete. The rapid recovery of HR showed good conditioning of these animals. The pacemaker migration was observed in most animals proven to be a normal finding horse athlete. We observed a low incidence of changes in cardiac rhythm.

INDEX TERMS: Cardiac function, electrocardiographic index, physiology exercise.

**RESUMO.-** A eletrocardiografia pode ser usada para quantificar o treinamento e o desempenho atlético. Pode ainda avaliar a função cardíaca sob efeito do exercício identificando a influência de anomalias cardíacas, assim como os efeitos deletérios do esforço frente à função cardíaca. Con-

siderando a complexidade do esforço físico inerente a cavalos em competições de polo, juntamente com a carência de relatos na literatura sobre a demanda cardíaca resultante. O objetivo deste estudo foi o de identificar e avaliar eletrocardiograficamente os efeitos cardíacos do exercício de polo em equinos de forma a subsidiar dados para a compreensão da demanda fisiológica cardíaca desta modalidade. Foram avaliados 27 equinos praticante de polo em repouso e entre cinco e dez minutos após o exercício. Os resultados obtidos demonstraram que as alterações observadas na duração e amplitude da onda P e duração do intervalo PR e QT foram consideradas fisiológicas em resposta ao aumento da frequência cardíaca. A onda P difásica encontrada em repouso

<sup>1</sup> Recebido em 7 de março de 2012.

Aceito para publicação em 10 de outubro de 2012.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília (UnB), ICC Sul, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Cx. Postal 4508, Brasília, DF 70910-970, Brasil. \*Autor para correspondência: [mylabello@hotmail.com](mailto:mylabello@hotmail.com)

<sup>3</sup> 1º Regimento de Cavalaria de Guarda - Dragões da Independência, Brasília, DF.

representou hipertrofia atrial e quando bífida representou diferentes pontos de ativação do nó sinoatrial. Como esperado o complexo QRS não sofreu alterações consideráveis entre os dois momentos. O supradesnível do segmento ST e as variações da onda T observadas após o exercício poderiam representar efeito adverso ao miocárdio, entretanto estudos analisando múltiplos fatores são necessários para confirmar esta associação e definir sua real causa. O aumento do QTc sugeriu fadiga miocárdica leve representando alta demanda cardíaca para esta modalidade. O escore cardíaco demonstrou que estes animais estavam dentro do padrão de adaptação cardíaca para um cavalo atleta. A rápida recuperação cardíaca demonstrou bom condicionamento atlético. O marca-passo atrial mutável foi um achado normal encontrado nos equinos de polo. Foi observada baixa incidência de alterações no ritmo cardíaco.

**TERMOS DE INDEXAÇÃO:** Função cardíaca, índices eletrocardiográficos, fisiologia do exercício, equinos.

## INTRODUÇÃO

A performance de cavalos atletas e sua habilidade em tolerar condições extremas de exercício físico é diretamente relacionada ao condicionamento cardiovascular (Manash et al. 2010). Nesse contexto, o eletrocardiograma (ECG) tenta quantificar o treinamento e o desempenho atlético por meio da determinação do escore cardíaco e massa cardíaca (Dumont et al. 2010). Dados que já haviam sido confirmados por Stewart (1981) e Illera & Illera (1987) ao verificarem que o ECG foi eficaz na avaliação do desempenho, assim como na monitoração do treinamento em cavalos de corrida e de enduro, respectivamente, e por Nielsen & Vibe-Petersen (1980) quando observaram relação entre a duração do complexo QRS e o desempenho de cavalos nas corridas.

Em outro aspecto, Evans (1994) sugeriu que a avaliação da função cardíaca sob efeito do exercício permitiu avaliar a influência de anomalias cardíacas, assim como os efeitos deletérios do esforço frente à função cardíaca. Neste sentido, relatou que, o desempenho de cavalos de corrida foi afetado por anormalidades eletrocardiográficas observadas em repouso e considerou que os animais podem ter o tempo de enchimento ventricular reduzido, levando a diminuição do volume sistólico e débito cardíaco.

Conforme Ferraz et al. (2010), cavalos participantes de uma partida treino de polo, considerados de alto handicap, desempenharam um esforço de alta intensidade com alterações transitórias nos eletrólitos e equilíbrio ácido-base de potencial relevância. Neste contexto, Babusci & López (2006) comentaram que em cavalos desidratados e com transtornos eletrolíticos graves, ocorreram alterações no potencial de membrana e estes sofreram taquicardias ventriculares com influência direta no desempenho atlético. Holbrook et al. (2006) afirmaram ainda que as alterações metabólicas sistêmicas podem, direta ou indiretamente, acarretarem alterações da função cardiovascular, comprometendo a integridade miocárdica. Sendo assim, Babusci & López (2006) sugeriram que o exame eletrocardiográfico após o exercício poderia melhor avaliar a função cardíaca,

detectando arritmias que não seriam encontradas em repouso, assim como aumento de câmaras e hipertrofias.

Considerando os relatos acima e a complexidade do esforço físico desempenhado pelos cavalos durante jogos de polo, juntamente com a carência de relatos na literatura sobre a demanda cardíaca resultante deste. O objetivo deste estudo foi o de identificar e avaliar eletrocardiograficamente os efeitos cardíacos do exercício de polo em equinos, de forma a fornecer dados para a compreensão da demanda fisiológica cardíaca desta modalidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

A utilização dos animais para este estudo foi avaliada e aprovada pelo comitê de ética no uso animal do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília sob protocolo nº 21359/2010. Foram avaliados 27 equinos, sendo 13 machos e 14 fêmeas, com idade variando de cinco a 15 anos, peso entre 393,5 e 497 kg e altura de 1,48 a 1,68m. Os animais eram mestiços, porém, todos provenientes da Coudelaria de Rincão do Exército Brasileiro, portanto possuíam o mesmo padrão pré-estabelecido para um cavalo militar. Estes animais faziam parte do pelotão de polo do 1º Regimento de Cavalaria de Guarda e estavam submetidos ao mesmo manejo nutricional e treinamento atlético por no mínimo um ano. Os animais não apresentavam nenhuma anormalidade ao exame clínico de rotina, incluindo a auscultação cardíaca e estavam dentro do padrão de sanidade exigido pela Equipe de Oficiais Veterinários deste regimento.

Os equinos foram avaliados dentro de um período de treinamento regular mais intenso, visando à participação no Campeonato do Exército de Polo/2010, sendo eles componentes da equipe do Comando Militar do Planalto, considerados de baixo *handicap* (até oito gols). Este programa constituiu-se de quatro partidas treino semanal, sendo que cada animal jogou apenas um *chukker*, ou seja, um tempo de sete minutos por partida treino. Este treinamento iniciou-se no mês de junho e prorrogou-se até a véspera do campeonato, que ocorreu de 22 a 25 de julho, totalizando aproximadamente 30 dias. Assim, as avaliações ocorreram no período seco com umidade relativa do ar de aproximadamente 43% e temperatura ambiente média de 25°C.

Cada indivíduo foi submetido a duas avaliações eletrocardiográficas em diferentes momentos. A primeira avaliação foi realizada em repouso, no dia em que os animais não foram treinados, ou seja, não haviam realizado exercício físico por no mínimo 24 horas. Este momento, portanto, foi caracterizado como momento zero ( $M_0$ ). A segunda avaliação ocorreu dentro do período de cinco a dez minutos após o animal ter jogado um *chukker*, caracterizando assim o momento final ( $M_f$ ). Foram avaliados cinco a sete animais por partida treino em um total de cinco eventos ao longo de duas semanas, da mesma forma para as avaliações em repouso, ressaltando que estas foram realizadas com um dia de antecedência a partida treino.

Os traçados eletrocardiográficos foram obtidos durante 60 segundos utilizando-se o aparelho C10 TEB, sistema composto por eletrocardiógrafo digital de 12 canais e software ECGPC Veterinário versão 2.27. Foram registradas as derivações bipolares I, II, III e unipolares aumentadas aVR, aVF, aVL, assim como derivações pré cordiais V4 e V10. Os eletrodos foram fixados à pele por meio de condutores metálicos, do tipo jacaré e umedecidos com álcool. Sua disposição seguiu o sistema de derivação bipolar de Dubois, XEG (processo xifóide do osso esterno/osso escápula esquerdo) e XED (processo xifóide do osso esterno/osso escápula direito). Quanto às pré-cordiais, V4 foi fixada no sexto espaço intercostal esquerdo abaixo da junção costocostal e V10 no processo espinhoso da sétima vértebra torácica. O escore cardíaco (EC) foi calculado através da fórmula:  $EC = QRS \text{ (ms)} + DI + QRS \text{ (ms)} + DII + QRS \text{ (ms)}$  DIII/3, assim como o QTc pela fórmula:  $QTc \text{ (ms)} = QT \text{ (ms)} / \sqrt{RR} \text{ (s)}$ .

Os dados em repouso e após o exercício foram submetidos à análise descritiva, buscando assim a obtenção dos valores das médias e desvios-padrão. Em seguida aplicou-se teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov e a partir de então estes foram submetidos à análise por meio do teste "T" de Student, com nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

A média e desvio-padrão dos índices eletrocardiográficos dos animais empregados neste estudo, foram expressos no Quadro 1.

**Quadro 1. Representação dos índices eletrocardiográficos (média±desvio-padrão) de equinos de polo em repouso ( $M_0$ ) e após exercício ( $M_f$ )**

Índices	Md±Dp $M_0$	Md±Dp $M_f$
Duração de P (ms)	143,54±19,28*	127,35±23,99*
Amplitude de P1 + (mV)	0,20±0,08	0,18±0,07
Amplitude de P2 + (mV)	0,29±0,08*	0,39±0,10*
Duração de PR (ms)	300,54±39,58*	259,54±48,38*
Duração de QT (ms)	489,31±40,17*	418,81±60,31*
Duração de QRS (ms)	138,15±14,77	132,58±14,03
Duração de QTc (ms)	382,54±27,27*	458,08±32,44*
Amplitude de R+ (mv)	0,24±0,18	0,23±0,14
Amplitude de S - (mv)	2,07±0,49	2,39±0,49
Amplitude de T1 - (mV)	0,60±0,40*	0,34±0,24*
Amplitude de T2 + (mV)	0,55±0,18	0,54±0,25
Escore Cardíaco (ms)	104,28±8,67	102,06±11,26
FC (bpm)	37,30±7,28*	74,38±15,06*

FC = frequência cardíaca, bpm= batimentos por minuto; MS = milissegundo; mV = milivolt; ° = grau. A presença de asterisco (\*) na mesma linha expressa diferença estatística entre os momentos.

## DISCUSSÃO

A duração e amplitude da onda P mostraram-se variáveis com o exercício de polo conforme exposto no Quadro 1, assim como sua morfologia. A redução da duração da onda P, também foi observada após exercício de enduro (Dumont et al. 2010) e salto (Piccione et al. 2003) e foi associada ao aumento da frequência cardíaca. Da mesma forma, para Negrão & Barreto (2010), o aumento de sua amplitude, como o observado na onda P2+, foi um achado normal, com a elevação da frequência cardíaca. A morfologia da onda P variou entre os dois momentos da seguinte forma: em repouso 92,21% foi bífida positiva, em 3,85% única positiva e 3,85% difásica negativa para P1 e positiva para P2. A morfologia da onda P bífida positiva, observada na maioria dos animais em repouso, foi um achado normal como o observado no eletrocardiograma de equinos Puro Sangue Inglês e Trotadores (Fregin 1982), Puro Sangue Árabe (Yonezawa et al. 2009), Mangalarga (Vicenzi et al. 2000) equinos da raça Espanhola (Ayala et al. 2000) e ainda de cavalos de salto (Diniz et al. 2011). Esse fenômeno foi atribuído por Hamlin et al. (1970) aos diferentes pontos de ativação do átrio confirmados por meio da vetocardiografia. Já ondas P difásicas representaram hipertrofia atrial (Ramos & Souza 2007). Após o exercício a maioria dessas ondas mantiveram-se bífida positivas (80,77 %), mas houve uma tendência de se tornarem únicas positivas (19,23%). Neste aspecto Ayala et al. (2000) descreveram que o aumento da

frequência cardíaca durante o exercício promoveu a fusão dos dois componentes e assim, a onda P assumiu um contorno monofásico positivo.

A redução dos valores absolutos dos intervalos PR e QT (Quadro 1), coincidiu com o achado de autores que avaliaram diferentes formas de exercício, como o enduro (Dumont et al. 2010), o exercício em esteira rolante de alta performance (Yonezawa et al. 2009), a corrida de cavalos trotadores (Fazio et al. 2003) e provas de salto (Piccione et al. 2003). Segundo Swenson & Reece (1996), isso ocorreu, pois, para permitir rápidas frequências cardíacas à condução átrio-ventricular acelera, reduzindo o intervalo PR e a duração do potencial de ação e o período refratário diminui, provocando o encurtamento do intervalo QT.

O exercício parece ter efeitos mínimos sobre o complexo QRS, porém, quando a frequência cardíaca aumenta, aumenta a força contrátil do miocárdio e acelera a difusão da excitação fazendo com que o complexo QRS possa apresentar-se encurtado (Swenson & Reece 1996). Portanto de acordo com Swenson & Reece (1996) o complexo QRS não foi alterado de forma significativa após o exercício de polo, mas tendeu a diminuir.

Em eletrocardiografia de esforço, dentro da medicina esportiva humana, o comportamento do segmento ST é o elemento fundamental, pois é o principal marcador de isquemia, sendo que os deslocamentos positivos e negativos desse segmento representam fenômeno isquêmico de origem não obstrutiva e na fase pós-esforço é valorizado de maneira semelhante a sua ocorrência durante a fase de esforço (Negrão & Barreto 2010). No entanto, outras variáveis do exame são analisadas concomitantemente ao segmento ST, tornando a análise multifatorial, entre elas as modificações das deflexões P, PR, Q, R, S, J, T e U, respostas clínicas, hemodinâmicas e metabólicas. Hipocalemia, esforço súbito excessivo, sobrecarga acentuada de volume, hiperventilação e hipertrofia ventricular esquerda são algumas das causas não coronarianas de desnivelamento do segmento ST em atletas humanos (Negrão & Barreto 2010). Na medicina equina, Boffi (2007) considerou que o desnivelamento do segmento ST poderia indicar hipóxia do miocárdio e/ou alterações nos níveis de potássio e pH. Diniz et al. (2011) e Dumont et al. (2011) relataram que o desnível do segmento ST acima de 0,3 mv poderia ser um indicativo de choque, endotoxemia ou dor abdominal, bem como, distúrbios eletrolíticos. Dumont et al. (2011) verificaram esta anormalidade em 43% dos cavalos de enduro que foram desclassificados por exaustão e consideraram que a desidratação poderia promover choque hipovolêmico, reduzindo substancialmente o volume e o tempo de diástole, assim como o suprimento sanguíneo e o fornecimento de oxigênio ao miocárdio. Já em cavalos de enduro finalistas, Dumont et al. (2010) não encontrou em nenhum dos animais o desnivelamento do segmento ST. Pontualmente dois dos equinos avaliados neste estudo apresentaram desnível ST acima de 0,3mv após o exercício de polo.

A influência do exercício de polo na duração do intervalo QT corrigido pela frequência cardíaca (QTc) resultou em aumento entre os momentos avaliados (Quadro 1). Piccione et al. (2003) que encontraram o mesmo resulta-

do para cavalos após provas de salto, afirmaram que esta variação provavelmente foi causada por um aumento no tônus neurovegetativo. Já Dumont et al. (2011) que também encontraram aumento significativo deste índice em cavalos após uma competição de enduro, sugeriram que os animais sofreram fadiga cardíaca leve, e voltaram a normalidade após o repouso. De acordo com Sevestre (1982) o aumento significativo desse índice foi observado em casos de fadiga miocárdica ou miocardite, sendo diretamente proporcional ao estado de fadiga do animal, podendo atingir 550ms em casos de fadiga excessiva e permanecendo entre 450ms e 500ms em fadiga leve. Sendo assim, sugere-se que os cavalos de polo sofreram fadiga leve do miocárdio já que o QTc alcançou 458,08 ms. Contribuindo ainda para esta hipótese, Bello et al. (2011) observaram redução da função ventricular esquerda ao avaliarem ecocardiograficamente cavalos após exercício de polo e sugeriram que estes animais apresentaram fadiga cardíaca transitória.

Alterações na morfologia e amplitude da onda T foram observadas, sendo elas variáveis entre os indivíduos, tanto em repouso como em resposta ao exercício de polo. Durante o  $M_0$ , 80,77% dos animais apresentaram essa onda difásica, com o componente T1 negativo e o T2 positivo, para os demais animais, ou seja, 19,23% a onda foi única positiva. Em relação ao  $M_1$ , na maioria dos animais a onda T manteve-se difásica (53,85%) como no repouso, mas apresentou uma tendência a se tornar única positiva em 46,15% dos casos. Foi possível observar ainda que a onda T1- sofreu uma diminuição da sua amplitude, com diferença estatística entre os dois momentos, e a onda T única +, embora não avaliada estatisticamente devido à variação do número de animais, demonstrou claramente um aumento de sua amplitude (Fig.1.)

As alterações na onda T têm sido associadas a condições fisiológicas sistêmica e patológicas incluindo esforço físico, excitação, drogas, doenças infecciosas, tonus vagal, distúrbios eletrolíticos, hipóxia e miocardite. Como a onda T é altamente lábil e pode ser influenciada por um grande número de diferentes fatores, a quantificação do significado diagnóstico é extremamente difícil. Entretanto o treinamento parece ter influência na etiologia das anormalidades

da onda T, já que cavalos treinados apresentam essas alterações em uma grande porcentagem (Evans 1991). Entre as principais alterações na onda T observadas em cavalos que tiveram a performance atlética alterada foi a inversão de polaridade e amplitude (Rose et al. 1979). Da mesma forma, alterações na onda T também ocorreram com grande frequência em atletas humanos de endurance, bem como atletas de força, porém as alterações encontradas durante e após o exercício foram consideradas inespecíficas e sem valor diagnóstico definitivo para isquemia miocárdica (Negrão & Barreto 2010). Portanto, para o entendimento das alterações na onda T dentro da fisiologia do exercício equino é necessário realizar estudos mais complexos a fim de elucidar sua etiologia quando relacionada ao exercício.

O tamanho do coração é um determinante da capacidade máxima do rendimento cardíaco e aeróbico do animal atleta, dessa forma, o escore cardíaco determinado através do complexo QRS vem sendo relacionado com a performance de equinos (Hodgson & Rose 1994, Detweiler et al. 1996). Neste contexto Rose et al. (1979), afirmaram que os animais mais velozes possuíam este índice maior do que os de outros competidores. Bizzet et al. (1993) analisaram em um trabalho apenas o eletrocardiograma de animais que praticavam esporte, considerados bem condicionados, e encontraram valores deste índice acima de 100ms em todos os cavalos, sendo que um melhor rendimento foi visto naqueles que o escore cardíaco esteve acima de 115ms. Por fim, para Illera & Illera (1987) a determinação do escore cardíaco em cavalos atletas foi de grande valor, a fim de evitar que animais em más condições físicas (escore cardíaco menor que 100ms) sofressem alguma lesão devido à fadiga causada pelo esforço.

O valor médio do escore cardíaco dos cavalos de polo deste estudo foi de 104,28ms durante o repouso, estando assim de acordo com o citado acima para cavalos condicionados, mas abaixo daqueles considerados mais velozes. Levando em consideração outros autores como Steel & Stewart (1974) estes animais não possuíam boa capacidade e potencial atlético, pois para isto deveriam estar entre a faixa de 120 à 136ms. Sabendo ainda que cavalos de salto avaliados por Diniz et al. (2011) demonstraram uma média



Fig.1. Traçado eletrocardiográfico representando, através das setas, o aumento marcado da amplitude da onda T única. (A) O resultado obtido em repouso. (B) Após o exercício de polo.

de 94,9ms, percebe-se que a afirmação de Steel & Stewart (1974) é difícil de ser empregada de forma isolada, pois definir um valor preditivo de condicionamento é arriscado, já que como sugerido por Andrade et al. (2006) a conformação física de cada raça, que inclui o tamanho, o comprimento e a largura torácica podem alterar a disposição do eixo cardíaco, alterando assim o traçado eletrocardiográfico.

Segundo Evans (2009), após o exercício a frequência cardíaca (FC) diminuiu rapidamente no primeiro minuto, e depois continuou a diminuir de forma mais lenta, sendo que a taxa de recuperação da FC foi mais rápida em cavalos treinados. Para este autor, a frequência cardíaca após o exercício pode ser usada como guia para recuperação inadequada. Então, a frequência cardíaca que permanecer acima de 130 bpm no período de cinco a 10 minutos após o exercício seria sugestivo de recuperação ruim. Este resultado poderia indicar que o animal não estava treinado o suficiente, ou possuía desordens clínicas como fibrilação atrial, infecção respiratória ou claudicação. Portanto, sendo 74,38 bpm a média da frequência cardíaca dos cavalos de polo deste estudo após um período de cinco a 10 minutos de recuperação, demonstrou-se que estes animais se recuperaram de forma satisfatória indicando um bom condicionamento físico frente ao exercício imposto.

O ritmo sinusal foi considerado o fisiológico para cavalos em repouso (Marr 2010) e foi observado em 59,27% dos animais durante o  $M_0$ . O restante (14,81%) dos animais apresentou bradicardia sinusal que foi considerado conforme Negrão & Barreto (2010) como sendo a alteração de frequência cardíaca mais comumente encontrada no eletrocardiograma de repouso de indivíduos treinados e fortemente relacionada com o nível de treinamento físico. Estes autores acreditam que esta condição esteja relacionada não somente à redução do tônus simpático e ao elevado tônus vagal, mas também com mudanças funcionais nas células do nó sinoatrial. Quando da avaliação dos animais no  $M_p$ , pode-se ver que 81,48% dos animais apresentaram taquicardia sinusal, pois estavam em fase de recuperação dos valores basais após o exercício, achado tido como normal, quando associada à dor, à excitação ou ao exercício (Patterson 1996). De outra forma, em 18,52% dos animais, após o exercício de polo ( $M_p$ ) o ritmo foi sinusal, demonstrando que estes apresentaram boa recuperação, sugerindo assim bom condicionamento físico como referido por Dumont et al. (2010).

A arritmia sinusal é uma das formas mais frequentes de arritmias, sendo comumente considerada um evento normal. Uma das variantes de arritmia sinusal, o marca-passo atrial mutável, é caracterizado pela transferência do foco dominante do nó sinoatrial para marca-passos latentes, localizados em outros sítios atriais, ou em tecido juncional atrioventricular, que foi observado em 25,92% dos cavalos de polo em repouso desaparecendo logo após o exercício. Em atletas humanos, Barreto & Negrão (2010) demonstraram que sua incidência apresentou-se elevada, sendo em torno de 69%, quando comparada com a incidência encontrada na população em geral, que foi de aproximadamente 20%. Para estes atletas, essa arritmia também tende a desaparecer durante o exercício, e em geral essas não re-

querem maiores investigações, a menos que venham acompanhadas de sintomas. Em equinos, Dumont et al. (2010) afirmaram que esse achado foi um evento benigno e fisiológico em função do estímulo parassimpático, não comprometendo assim a atividade atlética dos animais.

Outras alterações do ritmo cardíaco foram pouco observadas nos animais avaliados neste estudo. Destes, apenas um indivíduo (3,7%) apresentou bloqueio atrioventricular de primeiro grau em repouso, desaparecendo após o exercício, e outro indivíduo (3,7%) apresentou complexo ventricular prematuro após o exercício. A incidência destas alterações foi baixa e semelhante ao relatado por Diniz et al. (2011) que encontraram esse achado em 3% dos cavalos de salto avaliados em repouso, bloqueio atrioventricular de primeiro grau. Já Buhl et al. (2010) encontraram complexo ventricular prematuro em 18% e 7%, durante e após o exercício de salto respectivamente, e também consideraram esses achados como sendo de baixa incidência.

As demais alterações de ritmo cardíaco não ocorreram em nenhum dos momentos avaliados, o que pode ser considerado positivo para este grupo de cavalos de polo, pois, diversos autores relataram outras alterações tanto em repouso como após o exercício incluindo complexo supraventricular prematuro, bloqueio atrioventricular de primeiro grau e pausa sinusal (Barbesgaard et al. 2010, Buhl et al. 2010, Diniz et al. 2011).

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram diversas alterações consideradas fisiológicas em resposta ao aumento da frequência cardíaca como: duração e amplitude da onda P e duração do intervalo PR e QT.

A avaliação da morfologia da onda P sugeriu que alguns animais possuíam hipertrofia atrial e outros diferentes pontos de ativação do nó sinoatrial.

O supradesnível do segmento ST e as variações da onda T observadas após o exercício poderiam representar efeito adverso ao miocárdio, entretanto, estudos analisando múltiplos fatores seriam necessários para confirmar esta associação e definir sua real causa.

O aumento do QTc sugeriu fadiga miocárdica leve representando alta demanda cardíaca para esta modalidade.

O escore cardíaco demonstrou que estes animais apresentavam-se dentro do padrão de adaptação cardíaca para um cavalo atleta.

A baixa incidência de alterações no ritmo cardíaco, diminuiu a possibilidade de queda de performance por causa cardíaca, assim como morte súbita cardíaca induzida pelo exercício.

**Agradecimentos.**- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e ao 1º Regimento de Cavalaria de Guarda e todos que ali contribuíram gentilmente com a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Andrade A.F.C., Michima L.E.S., Yonezawa L.A. & Fernandes W.R. 2006. Relação entre escore cardíaco e o condicionamento físico de equinos da raça Mangalarga. *Revta. Bras. Ciênc.Vet.* 13(2):125-130.
- Ayala I., Gutierrez-Panizo C. & Benedito J.L. 2000. Morphology and ampli-

- tude values of the electrocardiogram of Spanish-bred horses of different ages in the Dubois leads system. *Vet. Res.* 31:347-354.
- Babusci M. & López E.F. 2006. Sistema cardiovascular, p.61-85. In: Boffi F.M. (Ed.), *Fisiologia del Ejercicio Equino*. Inter-Médica, Buenos Aires.
- Barbesgaard L., Buhl R. & Meldgaard C. 2010. Prevalence of exercise-associated arrhythmias in normal performing dressage horses. *Equine Vet. J.* 42(38):202-207.
- Bello C.A.O., Dumont C.B.S., Souza T.C., Palma J.M., Toralles N.M., Lima E.M.M., Godoy R.F. & Borges J.R.J. 2011. Avaliação ecocardiográfica de equinos após exercício de polo. *Anais V Simpósio Internacional do Cavalista Atleta, Belo Horizonte*, p 94-95. (Resumo)
- Bizzet M., Corazza M., Pecchia B. & Currarini L. 1993. L'elettrocardiogramma nel cavallo atleta a riposo, con particolare riferimento al punteggio cardiaco. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Pisa* 46:121-132.
- Boffi F.M. 2007. *Fisiologia del Ejercicio en Equinos*, Inter-médica, Buenos Aires. 302p.
- Buhl R., Meldgaard C. & Barbesgaard I. 2010. Cardiac arrhythmias in clinically healthy showjumping horses. *Equine Vet. J.* 42(38):196-201.
- Detweiler D.K. & Patterson D.F. 1996. The cardiovascular System, p.277-347. In: Catcott E.J. & Smithcors J.E. (Eds), *Equine Medicine and Surgery*. 2<sup>nd</sup> ed. American Veterinary Publication, USA.
- Diniz M.P., Michima L.E.S. & Fernandes W.R. 2011. Estudo eletrocardiográfico de equinos de salto sádios. *Pesq. Vet. Bras.* 31(4):355-361.
- Dumont C.B., Leite C.R., Moraes J.M., Alves R.O., Godoy R.F. & Lima E.M.M. 2010. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos Puro Sangue Árabe submetidos a exercício prolongado de enduro. *Ciência Rural* 40:1966-1973.
- Dumont C.B.S., Moraes J.M., Leite C.R., Alves R.O., Moreira M., Moscardini A.R.C., Godoy R.F. & Lima E.M.M. 2011. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos desclassificados por exaustão em competições de enduro. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 63(1):20-27.
- Evans D.L. 1991. T-waves in the equine electrocardiogram: Effects of training and implications for race performance. *Equine Exercise Physiology* 3:475-481.
- Evans D.L. 1994. *The Cardiovascular System: Anatomy, physiology, and adaptations to exercise and training*. W.B. Saunders, Philadelphia, p.129-144.
- Evans D.L. 2009. Cardiovascular physiology: Responses to exercise and training. *Anais I Simpósio de Fisiologia do Exercício em Equinos, São Paulo*, p.4-6. (Resumo)
- Fazio F., Ferrantelli V. & Piccione G. 2003. Variations in some electrocardiographic parameters in the trotter during racing and training. *Vet. Res. Commun.* 27:229-232.
- Ferraz G.C., Soares O.A.B., Foz N.S., Carvalho M.P. & Queiroz-Neto A. 2010. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. *Equine Vet. J.* 42:191-195.
- Fregin G.F. 1982. The equine electrocardiogram with standardized body and limb positions. *Cornell Vet.* 72:304-324.
- Hamlin R.L., Smetzer D.L. & Senta T. 1970. Atrial activation paths and P waves in horses. *Am. J. Physiol.* 219:306-313.
- Hodgson D. & Rose R. 1994. Evaluation of performance potential, p. 21-244. In: Ibid (Eds), *The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Holbrook T., Birks E.K., Sleeper M.M. & Durando M. 2006. Endurance exercise is associated with increased plasma cardiac troponin I in horses. *Equine Vet. J.* 36(Suppl.):27-31.
- Illera J.C. & Illera M. 1987. Electrocardiography and heart score of horses competing in an endurance ride. *Aust. Vet. J.* 64:88-89.
- Manash H.T. & Naghadhe B.D. 2010. Eletrocardiographic parameters in purebred kurd horse. *J. Anim. Vet. Adv.* 9(21):2698-2703.
- Marr C.M. & Bowen I.M. 2010. *Cardiology of the Horse*. 2<sup>nd</sup> ed. Saunders, London. 294p.
- Negrão C.E. & Barreto A.C.P. 2010. *Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata*. 3<sup>rd</sup> ed. Manole, São Paulo. 725p.
- Nielsen K. & Vibe-Petersen G. 1980. Relationship between QRS-duration (heart score) and racing performance in totters. *Equine Vet. J.* 12(2):81-84.
- Patteson M.W. 1996. *Equine Cardiology*. Blackwell Science, Oxford. 254p.
- Piccione G., Assenza A., Fazio F., Giudice E. & Caola G. 2003. Electrocardiographic changes induced by physical exercise in the jumper horse. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 55(4):397-404.
- Ramos A.P. & Sousa B.S. 2007. Eletrocardiograma: princípios, conceitos e aplicações. Centro de Estudo de Fisiologia do Exercício. Disponível em <<http://www.centrodeestudos.org.br/pdfs/ecg.pdf>>
- Rose R.J., Ilkiw J.E. & Hodgson D. 1979. Electrocardiography, heart score and haematology of horses competing in an endurance ride. *Aust. Vet. J.* 55:247-250.
- Sevestre J. 1982. A eletrocardiografia no cavalo. *Hora Vet., Porto Alegre*, 2(10):28-36.
- Swenson M.J. & Reece W.O. 1996. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 11<sup>th</sup> ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 946p.
- Stewart G.A. 1981. The heart score theory in the racehorse. *Aust. Vet. J.* 57:422-28.
- Steel J.D. & Stewart G.A. 1974. Electrocardiography of the horse and potential performance ability. *J. South Afr. Vet. Assoc.* 45(4):269-271.
- Vincenzi R.C., Larsson M.H.M.A. & Fernandes W.R. 2000. Parâmetros eletrocardiográficos em equinos clinicamente normais da raça Mangalarga. Parte III. Amplitude e duração dos complexos e intervalos. *Revta Bras. Med. Vet.* 22:194-198.
- Yonezawa L.A., Machado L.P., Silveira V.F., Watanabe M.J., Saito M.E., Kitamura S.S. & Kohayagawa A. 2009. Exame eletrocardiográfico em equinos da raça puro sangue árabe submetidos ao exercício em esteira de alta velocidade e à suplementação com vitamina E. *Archs Vet. Sci.* 14(3):134-142.