

AVALIAÇÃO DO BALANÇO ENTRE O TÔNUS SIMPÁTICO E PARASSIMPÁTICO SOBRE O CORAÇÃO PELA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NÃO-ESPECTRAL EM CÃES E GATOS NEONATOS.

FARIA, E.G.*¹; NOGUEIRA, S.S.S¹; SOUSA, M.G.²

1. Aluna do curso de graduação em Medicina Veterinária, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína, BR 153, Km 112, Araguaína-TO.
2. MV, MSc, PhD, Professor Adjunto, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína, BR 153, Km 112, Araguaína-TO; marlos@uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma é um método diagnóstico que vem sendo cada vez mais utilizado e considerado indispensável para o clínico veterinário. Valendo-se de tal exame, é possível obter informações para encontrar o valor da variabilidade da frequência cardíaca, bem como diagnosticar arritmias cardíacas e/ou distúrbios de condução elétrica, sendo tais alterações freqüentemente encontradas nas enfermidades cardíacas.

O traçado eletrocardiográfico é composto pelas ondas P, complexo QRS e pela onda T, sendo caracterizado pelas variações de voltagens produzidas pela despolarização e repolarização das células musculares cardíacas ao longo do tempo. Cada onda registrada representa uma área anatômica ou fisiológica específica do coração. Sendo assim, para uma correta interpretação do eletrocardiograma e alterações simpátovagais que acompanham o crescimento de cães e gatos saudáveis, é preciso, primeiro, conhecer quais são estas ondas e qual a sua conformação normal (TILLEY et al., 2004).

A variabilidade da frequência cardíaca é tipicamente medida examinando batimentos cardíacos normais sucessivos, sendo os batimentos prematuros excluídos, assim como o batimento seguinte compensatório. A variabilidade da frequência sinusal é resultado de variações no estímulo autonômico ao nó sinusal e modificações nessa variabilidade podem ser usadas como marcadores confiáveis de tal estímulo para o coração (CALVERT, 1998).

O primeiro passo na análise da variabilidade da frequência cardíaca é a medida de ondas R consecutivas (intervalo RR) no traçado eletrocardiográfico. O mais importante passo na medida da frequência cardíaca é a determinação correta dos pontos correspondentes à ativação ventricular. A análise do domínio de tempo e frequência são tipos de processamento de sinal utilizados para investigar a variabilidade da frequência cardíaca, ambos dependentes da acurácia das medidas dos intervalos RR. A primeira inclui cálculos das médias dos intervalos RR, enquanto a segunda inclui cálculos da frequência de transformações do intervalo RR, como a análise espectral (CALVERT, 1998).

Embora sejam conhecidos os valores de referência para interpretação do eletrocardiograma em cães e gatos adultos, pouco é sabido a respeito de sua interpretação em animais neonatos. Lourenço e Ferreira, em 2003, realizaram trabalho de grande importância, estudando o comportamento

eletrocardiográfico de gatos do primeiro ao trigésimo dia de vida, porém estudos como este são escassos na literatura.

Em 1957, Nadas, citado por Pastore (2006), destacou os graves enganos decorrentes do desconhecimento ou da má interpretação do eletrocardiograma pediátrico. Hoje em dia, entretanto, são conhecidas as mudanças no eletrocardiograma normal desde o nascimento até a vida adulta do ser humano. Tais modificações são decorrentes do desenvolvimento fisiológico, do tamanho do corpo, da posição do coração em relação ao corpo, e da variação na conformação estrutural das cavidades cardíacas.

Embora a análise da variabilidade da frequência cardíaca seja útil principalmente na estratificação do risco de mortalidade em alguns pacientes com corações doentes, já que nestes os fatores que aumentam o tônus simpático, diminuem o parassimpático e, deste modo, aumentem a propensão às arritmias ventriculares, não se conhece, até o momento, o real comportamento evolutivo do balanço do sistema nervoso autônomo no coração de cães e gatos neonatos. De modo geral, o aumento do tônus simpático ou diminuição do parassimpático é refletido por diminuição dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (CALVERT, 1998). Por sua vez, Goldberger (1999) demonstrou que a simples medida do intervalo RR é o melhor índice para avaliar o balanço simpátovagal, enquanto que a variabilidade da frequência cardíaca fornece uma melhor medida da modulação do estímulo autonômico para o nó sinusal.

Dessa forma, a padronização dos traçados eletrocardiográficos e estudos da variabilidade da frequência cardíaca de cães e gatos neonatos facilitará, sobremaneira, o diagnóstico das arritmias e/ou distúrbios de condução que possam ocorrer em face a inúmeras doenças cardíacas congênitas, além, é claro, de facilitar sua interpretação em todas as situações corriqueiras.

Assim, este trabalho objetiva avaliar as alterações simpátovagais que acompanham o crescimento de cães e gatos saudáveis, a partir da análise não-espectral da variabilidade de frequência cardíaca, vislumbrando-se compreender a atividade do sistema nervoso autônomo sobre o coração do nascimento aos 70 dias de idade.

METODOLOGIA

Neste estudo foram avaliados trinta cães e trinta e um gatos, todos neonatos, machos e/ou fêmeas, de diferentes ninhadas e raças. Para obtenção do registro eletrocardiográfico dos animais empregou-se aparelho computadorizado, sendo captadas seis derivações de membro (DI, DII, DII, aVL, aVR e aVF) simultaneamente, na velocidade de 50 mm/s e sensibilidade ajustada para 1 cm = 1 mV, ao longo de um minuto.

Foram registrados os eletrocardiogramas do 1º ao 70º dia de vida, nos seguintes momentos:

- M1: 1 dia de vida;
- M2: 2 dias de vida;
- M3: 3 dias de vida;
- M4: 4 dias de vida;
- M5: 5 dias de vida;
- M6: 6 dias de vida;
- M7: 7 dias de vida (1 semana);

M14: 14 dias de vida (2 semanas);
M21: 21 dias de vida (3 semanas);
M28: 28 dias de vida (4 semanas);
M35: 35 dias de vida (5 semanas);
M42: 42 dias de vida (6 semanas);
M49: 49 dias de vida (7 semanas);
M56: 56 dias de vida (8 semanas);
M63: 63 dias de vida (9 semanas);
M70: 70 dias de vida (10 semanas).

Em cada eletrocardiograma foi calculada a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência, por método não-espectral, valendo-se de dez intervalos RR consecutivos. Para tanto, foi empregada a seguinte fórmula matemática:

$$VFC = \log_e \left(\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n(n-1)} \right), \text{ onde:}$$

VFC = variabilidade da frequência cardíaca;
 \log_e = logaritmo natural (neperiano);
n = número de intervalos RR analisados;
x = intervalo RR (em milissegundos).

Adicionalmente, também se calculou o intervalo RR médio (RRm) para cada animal incluído no estudo.

As variáveis foram analisadas estatisticamente valendo-se de uma análise de variância, seguida pelo pós-teste de Tukey-Kramer. Para todas as análises considerou-se $P < 0,05$ como significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cães:

Para a duração do intervalo RR médio (RRm), foi encontrado o valor médio de $247,7 \pm 36,4$ ms em M1 e $315,2 \pm 35,7$ ms em M70, sendo a diferença considerada significativa ($P < 0,0001$). Ademais, houve diferença estatisticamente significativa também nos momentos M35 ($281,0 \pm 48,3$), M42 ($295,1 \pm 46,7$), M49 ($289,3 \pm 29,9$), M56 ($316,3 \pm 51,0$) e M63 ($315,1 \pm 31,2$) em relação ao momento basal (M1), tomado como controle.

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) variou de $4,09 \pm 1,80$ em M1 para $4,64 \pm 1,39$ em M70, sendo a diferença significativa ($P = 0,0001$). Embora a variação deste parâmetro tenha sido significativa ao longo dos momentos M1 a M70, não se encontrou diferença estatística ao se comparar o momento basal controle (M1) com os demais momentos intermediários isoladamente.

Tabela 1 – Médias e desvios padrão do intervalo RR médio e variabilidade da frequência cardíaca em cães neonatos (de 1 a 70 dias) (n=30).

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M14	M21	M28	M35	M42	M49	M56	M63	M70	P
RRm (mseg)	247,7±36,4	230,6±34,1	222,9±26,5	228,0±30,4	221,8±24,5	221,2±35,1	225,6±33,2	238,8±39,9	230,3±30,0	245,5±41,2	281,0±48,3*	295,1±46,7*	289,3±29,9*	316,3±51,0*	315,1±31,2*	315,2±35,7*	<0,0001
VFC	4,09±1,80	4,16±1,51	3,54±1,61	3,76±1,48	3,40±1,56	3,53±1,58	4,05±1,76	4,24±1,89	3,95±1,55	4,35±1,31	4,66±1,36	4,54±1,38	4,67±1,52	5,28±1,34	5,31±1,54	4,64±1,39	<0,0001

* Diferenças estatisticamente significativas com relação a M1 ($P < 0,05$)

Gatos:

Para os gatos, o intervalo RR médio (RRm) encontrado foi de $246,8 \pm 24,5$ ms em M1 e $257,1 \pm 37,4$ ms em M70, sendo a diferença significativa ($P < 0,0001$). A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) variou de $3,54 \pm 1,08$ em M1 para $4,37 \pm 1,52$ M70, sendo a diferença considerada significativa ($P = 0,0001$). Apesar deste parâmetro ter sido significativo no decorrer de M1 a M70, não se encontrou diferença estatística ao se comparar o momento basal controle (M1) com os demais momentos intermediários isoladamente.

Tabela 2 – Médias e desvios padrão do intervalo RR médio e variabilidade da frequência cardíaca em gatos neonatos (de 1 a 70 dias) (n=31).

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M14	M21	M28	M35	M42	M49	M56	M63	M70	P
RRm	246,8±	237,3	237,1	231,1	230,0	239,2	232,5	233,9	240,1	255,1	234,8	243,1	257,1	253,2	252,4	257,1	<0,0001
(mseg)	24,5	19,5	23,5	20,3	18,3	21,9	21,5	22,3	36,1	43,3	42,1	34,6	37,8	35,9	27,8	37,4	
VFC	3,54±	3,59±	3,61±	3,42±	3,75±	3,80±	3,70±	3,26±	3,82±	4,60±	3,86±	4,09±	4,64±	4,26±	4,39±	4,37±	0,0001
	1,08	1,05	1,37	1,21	1,43	1,22	1,44	1,32	1,48	1,68	1,25	1,40	1,63	1,31	1,29	1,52	

* Diferenças estatisticamente significativas com relação a M1 ($P < 0,05$)

Arritmias ventriculares que ameaçam a vida ocorrem como resultado de uma combinação de fatores como substrato arritmogênico, gatilhos arritmogênicos e flutuações no tônus autonômico. O eletrocardiograma mostra-se útil para investigar os substratos e, apesar da investigação do tônus autonômico ser difícil, a variabilidade da frequência cardíaca pode ser clinicamente útil na avaliação da responsividade cardiovascular a alterações autonômicas (CALVERT, 1998).

Diversos estudos já se preocuparam em avaliar as oscilações do intervalo RR do ECG em cães. Rimoldi et al.(1990) estudou as oscilações espontâneas da frequência cardíaca (intervalo RR) de segunda ordem (alta frequência) e de terceira ordem (baixa frequência) e a pressão arterial, sob a hipótese de que poderiam ser marcadores de atividades controladas autonomicamente. Hamlin et al. (1966), por sua vez, investigou a arritmia sinusal em cães e observou que a mesma persiste mesmo na ausência de movimentos respiratórios e seguido ao bloqueio beta-adrenérgico, mas é abolida pela vagotomia cervical ou atropina e concluiu que as mudanças cardiovasculares manifestadas como arritmia sinusal podem resultar somente do aumento ou diminuição da atividade vagal eferente.

Tais estudos descritos acima, entretanto, preocuparam-se somente com a análise dos traçados eletrocardiográficos de animais adultos, o que pode não ser de aplicabilidade prática na clínica pediátrica. Neste estudo, foram constatadas diferenças nos elementos avaliados ao longo dos momentos. Corroborando tal fato, Goldberger et al. (2001) encontraram evidências de influência da idade sobre a resposta dos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca, com mudanças no efeito parassimpático.

Este estudo vem corroborar a hipótese de que a variabilidade da frequência cardíaca é um excelente método para se medir o balanço simpátovagal. Nos últimos tempos, tem sido grande o número de publicações nesta área, tanto no campo da medicina veterinária, como na medicina (GOLDBERGER, 2001; ABBOT, 2005; VON BORELL, 2007), mostrando a importância que vem sendo atribuída a estes fatores atualmente. Os dados aqui apresentados permitem traçar o perfil de tal característica baseando-se

no comportamento eletrocardiográfico, o que pode ser considerado um avanço em se tratando de estudos com animais, em especial neonatos e jovens. Já é de conhecimento geral que o coração de um animal jovem não se comporta como o de um adulto. Durante a vida embrionária são comuns elevações na frequência cardíaca, associadas com a maturação funcional do músculo cardíaco, enquanto após o nascimento a frequência cardíaca tende a diminuir com a idade, devido às alterações estruturais e hemodinâmicas (ALTIMIRAS, 1999).

O estudo do balanço simpatovagal utilizando apenas o intervalo RR não presume nenhum conhecimento prévio dos níveis do tônus simpático e parassimpático, nem a relação de um com o outro. Ademais, muitas combinações diferentes entre estes tônus podem resultar na mesma frequência cardíaca. A variabilidade da frequência cardíaca, por sua vez, determina uma medida da modulação simpática e parassimpática ao nó sinusal. Desse modo, é possível que a avaliação cardíaca autonômica deva ocorrer com uma análise conjunta do intervalo RR (servindo como uma medida global do balanço simpatovagal), da variabilidade da frequência cardíaca (como uma medida da modulação autonômica por atividade respiratória e vasomotora) e a sensibilidade barorreflexa, como uma medida da resposta autonômica (GOLDBERGER, 1999).

Ainda, pelos resultados aqui reportados, verifica-se que a redução da frequência cardíaca encontrada ao longo do tempo, retratada pelo prolongamento dos intervalos RR, pode ser decorrente da maturação fisiológica do coração dos neonatos, como também da maior adaptação dos animais ao ambiente e ao exame. Vale reforçar que a maior parte dos cães e gatos utilizados neste experimento foram criados no mesmo ambiente em que foi realizado o eletrocardiograma, tentando-se, assim, minimizar os efeitos que pudessem influenciar na medida da variabilidade da frequência cardíaca, como o simples fato de se fazer o exame em local onde os animais não estivessem habituados, sob intenso estresse, como já fora demonstrado por Abbot (2005).

Recentemente, Von Borell et al. (2007) realizaram trabalho de grande importância para a medicina veterinária avaliando a variabilidade da frequência cardíaca em diversos animais, incluindo porcos, bovinos, cavalos, ovelhas, cabras e aves domésticas, com conclusões diferentes para cada espécie. O estudo em tela, por sua vez, inova por avaliar tais parâmetros em animais neonatos, permitindo avaliar o comportamento desse parâmetro ao longo do tempo por um período que se destaca em relação aos trabalhos prévios.

CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos, conclui-se que há alteração no balanço entre o tônus simpático e parassimpático do nascimento ao septuagésimo dia de vida em cães e gatos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J.A. Heart rate and heart rate variability of healthy cats in home and hospital environments. J. Feline Med. Surg., v.7, p.195-202, jun. 2005.

ALTIMIRAS, J. Understanding autonomic sympathovagal balance from short-term heart rate variations. Are we analyzing noise? *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.124, p.447-460, 1999.

CALVERT, C.A. Heart Rate Variability. *Advances in Cardiovascular Diagnostics and Therapy*, v.28, p.1409-1427, 1998.

GOLDBERGER, J.J. Sympathovagal balance: how should we measure it?. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.*, v.276, p.1273-1280, 1999.

GOLDBERGER, J.J. et al. Relationship of Heart Rate Variability to Parasympathetic Effect. *Circulation*, v.103, p.1977-1983, 2001.

HAMLIN, R.L. et al. Sinus arrhythmia in the dog. *Am. J. Physiol.*, v.210, p.321-328, 1966.

LOURENÇO, M.L.; FERREIRA, H. Electrocardiographic evolution in cats from birth to 30 days of age. *Can. Vet. J.*, v.44, p.914-917, nov. 2003.

PASTORE, C.A. et al. *Eletrocardiologia Atual – Curso do Serviço de Eletrocardiologia do Incor*. São Paulo: Atheneu, 2006.

RIMOLDI, O. et al. Analysis of short-term oscillations of R-R and arterial pressure in conscious dogs. *Am. J. Physiol.*, v.258, p.967-976, 1990.

TILLEY, L.P. et al. *ECG Eletrocardiografia para o Clínico de Pequenos Animais*. São Paulo: Roca, 2004.

VON BORELL, E. et al. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals — A review. *Physiology & Behavior*, v.92, p.293–316, 2007.