

AVALIAÇÃO CARDIOVASCULAR DO NEONATO OVINO – REVISÃO DE LITERATURA

Carla Maria Vela Ulian¹
Raissa Karolliny Salgueiro Cruz¹
Maria Lucia Gomes Lourenço¹
Simone Biagio Chiacchio²

RESUMO

Para que um problema seja relatado como patologia em um sistema orgânico é necessário que ele seja analisado e comparado ao padrão de normalidade. Poucos estudos relatam esse padrão no sistema cardiovascular de ovinos recém-nascidos deixando uma lacuna no que diz respeito às diferenças entre neonatos e os adultos. Durante o primeiro mês de vida ocorrem as principais adaptações cardiocirculatórias que permitirão ao indivíduo chegar à vida adulta. A presente revisão de literatura tem por objetivo discorrer sobre alguns dos principais métodos de avaliação cardiovascular do neonato ovino, considerando o eletrocardiograma, o ecodopplercardiograma, o exame radiográfico torácico e a pressão arterial sistêmica, como os principais procedimentos, por serem métodos diagnósticos importantes, utilizados principalmente para a detecção não somente das alterações cardíacas como, também, para análise da função normal do coração.

Palavras-chave: Neonatologia ovina, ecodopplercardiograma, eletrocardiograma, pressão arterial sistêmica, radiologia

EVALUATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF OVINE NEONATE - REVIEW OF THE LITERATURE

ABSTRACT

To report a problem like as pathologic in an organic system is necessary for it to be reviewed and compared to standard. Few studies have reported this pattern in the cardiac system of newborn sheep leaving a gap with regard to differences between these and the adults of the same species. During the first month of life occur the main cardiocirculation adaptations that allow individuals to reach adulthood. This literature review aims to discuss some of the main methods of evaluation of the cardiovascular system of ovine neonate, considering the electrocardiogram, echodopplercardiogram, chest radiographic examination and systemic arterial pressure as the main procedures to be important diagnostic methods, mainly used to detect not only the heart changes as also for analysis of the normal function of the heart.

Keywords: Ovine neonatology, echodopplercardiogram, electrocardiogram, radiology, sytemic blood pressure

EVALUACIÓN CARDIOVASCULAR DEL RECIÉN NACIDO OVINO – REVISIÓN DE LITERATURA

RESUMEN

¹ Departamento de Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-Unesp, Botucatu-SP

² Docente DO Departamento de Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-Unesp, Botucatu-SP

Así que un problema se divulga como patología en un sistema orgánico es necesaria que sea revisado y Comparado con el normal. Pocos estudios han informado de este patrón en el sistema cardiovascular del recién nacidos ovejas dejando un espacio con respecto a las diferencias entre recién nacidos y adultos. Durante el primer mes de vida se producen las cardiocirculatorias principales adaptaciones que permiten a los individuos llegar a la edad adulta. De esta revisión de literatura pretende discutir algunos de los principales métodos de evaluación cardiovasculares de ovinos recién nacidos, teniendo en cuenta el electrocardiograma, ecodopplercardiogram, examen radiográfico de tórax y la presión arterial sistémica, como los principales procedimientos, porque son métodos de diagnóstico importantes, utilizados principalmente para detectar no sólo los cambios del corazón como también para el análisis de la función normal del corazón.

Palabras-claves: Neonatología ovina, ecocardiograma doppler, electrocardiograma, presión arterial sistémica, radiología

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1990, a ovinocultura passou a ter papel de destaque no Brasil. Muitos produtores rurais apresentaram interesse em explorar essa produção devido dimensões territoriais, o aumento no poder aquisitivo, condições ambientais favoráveis e abertura do comércio internacional. Por ser uma espécie de médio porte, adapta-se facilmente a qualquer tipo de sistema de produção (1).

A ovinocultura brasileira apresentou ligeiro crescimento entre 2012 e 2013. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2), o efetivo de ovinos em 2013 foi de 17.290.519 milhões de cabeças, com variação positiva de 3,0% (16.789.492 de cabeças). Uma série de técnicas auxiliaram a eficiência produtiva e reprodutiva do rebanho, como a adoção de boas medidas de manejo sanitário e nutricional durante o período de reprodução para que ocorresse um crescimento desejável (1,3).

Um das grandes preocupações na criação de ovinos, caprinos, bovinos, equinos e suínos no Brasil e no mundo é a elevada taxa de mortalidade nos primeiros dias de vida, diminuindo os ganhos produtivos. Durante o período neonatal (primeiros 30 dias de idade) são necessários cuidados para que a taxa de mortalidade, associada a infecções e falha na transferência de imunidade passiva, não se torne alta (4).

A espécie ovina tem sido amplamente utilizada em diversos protocolos experimentais não somente na Medicina Veterinária como também em Medicina (5,6). Modelos ovinos de cardiopatia isquêmica e insuficiência cardíaca são cada vez mais utilizados em pesquisas humanas, no entanto, a extrapolação dos resultados para o cenário clínico exige o conhecimento da função cardíaca normal em neonatos ovinos (7,8).

Os exames para avaliação cardíaca como eletrocardiograma e eletrocardiograma ambulatorial/sistema Holter, ecodopplercardiograma, radiografia torácica e pressão arterial sistêmica consistem de técnicas não invasivas, bem padronizadas e extremamente úteis na obtenção de informações sobre a função cardíaca, particularmente na espécie humana e em pequenos animais. Atualmente são considerados fundamentais para o diagnóstico da maior parte das afecções cardíacas, principalmente as congênitas em humanos e animais neonatos (9).

Dentre as diferentes faixas etárias existem variações nos valores eletrocardiográficos, ecodopplercardiográficos, radiográficos e da pressão arterial sistêmica, tornando necessária a padronização dos mesmos ao se tratar de cordeiros recém-nascidos sadios (10). A realização de exames seriados para avaliação cardíaca em neonatos ovinos possibilitará a determinação do momento da inversão da predominância do ventrículo direito sobre o esquerdo, permitindo assim o diagnóstico precoce de anormalidades congênitas (11).

Estudos aprofundados relacionados à fisiologia do neonato ovino e sua evolução clínica no período pós-parto imediato devem auxiliar no aperfeiçoamento da neonatologia veterinária, fornecendo dados que poderão ser úteis nos diversos protocolos que utilizam esta espécie como modelo experimental além de ampliar os estudos. O presente artigo tem por objetivo discorrer sobre alguns dos principais métodos de avaliação cardiovascular do neonato ovino, considerando-se o eletrocardiograma, o ecodopplercardiograma, o exame radiográfico torácico e a pressão arterial sistêmica, além de ressaltar os resultados dos estudos que utilizaram esses métodos de avaliação.

Sistema cardiovascular

Durante a gestação, o coração do feto sofre inúmeras modificações para formar os vasos sanguíneos principais (aorta e artérias pulmonares) e, assim, transformar-se no órgão central que bombeia sangue por meio de contrações rítmicas para todo o organismo. É um órgão cônico posicionado dentro do tórax e voltado para o lado esquerdo do mediastino, estendendo-se entre o terceiro e sexto espaço intercostal, na maioria das espécies. O lado direito do coração, átrio e ventrículo, possui paredes finas e pequena força de contração para servir a circulação pulmonar (de baixa resistência). A carga de trabalho da câmara ventricular esquerda culmina com espessamento significativo (hipertrofia) da parede ventricular, aparente na maioria dos mamíferos na primeira semana de vida (12,13).

Na fase intrauterina, o sangue é oxigenado na placenta e retorna ao coração pela veia cava caudal, atingindo o átrio direito (AD) que divide o volume sanguíneo entre o ventrículo direito (VD) e o átrio esquerdo (AE) pelo forame oval. Pequena quantidade de sangue retorna dos pulmões colabados e se mistura ao sangue oxigenado do ventrículo esquerdo (VE) seguindo para a aorta ascendente que irrigará o coração e o cérebro. O sangue do AD, proveniente da veia cava cranial, é menos oxigenado e segue pelo VD até as artérias pulmonares. Apenas uma parte desse sangue atinge os pulmões devido alta resistência vascular neste circuito. No percurso das artérias encontra-se o ducto arterioso que desvia o fluxo para a aorta descendente em virtude da menor resistência vascular (14).

As comunicações intracardiacas são importantes para garantir o desenvolvimento das câmaras. O forame atua no lado direito, enquanto que o ducto atua no lado esquerdo, portanto o fechamento precoce causaria hipoplasia dos ventrículos. Em animais prematuros ou de partos distócicos, a pressão no AE não é suficiente para o completo fechamento do forame oval, e a hipóxia a que o recém-nascido é submetido, pode levar a persistência do ducto arterioso (15).

Após o nascimento, a resistência vascular pulmonar diminui rapidamente e aumenta o fluxo sanguíneo na artéria pulmonar, que receberá todo o débito do VD. O retorno venoso pulmonar aumenta a pressão no AE e comprime o septo interatrial, fechando o forame oval. Associado a baixa resistência pulmonar, o aumento da pressão sistêmica e maior tensão de oxigênio, ocorre inversão no fluxo do ducto arterioso e constrição deste vaso. O fechamento também está relacionado à circulação de citocinas pulmonares (bradicinina e prostaglandina E2). O volume de sangue que chega ao VE é igual ao que sai do VD permitindo o aumento na resistência vascular periférica e a manutenção do débito cardíaco, volume plasmático, perfusão tecidual e pressão venosa central para suprir as necessidades metabólicas da vida extrauterina (14,15).

O débito cardíaco consiste no volume total de sangue bombeado em um minuto por cada ventrículo. Nos fetos, as comunicações cardíacas e a passagem sanguínea para a mesma circulação impedem a diferenciação entre os volumes ejetados por cada ventrículo separadamente, então o débito passa a ser o total das duas câmaras. Por repassarem sangue à mesma circulação, as câmaras cardíacas possuem tamanhos e paredes de espessura iguais (1:1). Logo após o parto, a força de ejeção sofre alteração estando aumentada no VE e

diminuída no VD. Com isso a relação VD:VE passa a aumentar, ou seja, segue para 1:2 na vida neonatal e se estabelece em 1:3 na vida adulta. Essa maturação miocárdica durante a fase neonatal garante a rápida resposta frente ao aumento de volume sanguíneo que chega aos ventrículos. A geometria cardíaca também se altera com a hipertrofia esquerda e pode ser observada no tamanho do coração em relação à cavidade torácica em radiografias, no traçado eletrocardiográfico das ondas R e S, devido maior proximidade dos eletrodos, e no aumento da câmara na ecocardiografia. Em cães, as alterações provenientes da dominância do VE podem ser observadas entre o terceiro e o nono dia de vida por aumento da musculatura esquerda (13,14,16,17).

O coração possui controle autonômico e não necessita do sistema nervoso central para atuar, mas o mesmo pode sofrer influência do sistema simpático e parassimpático, representados pelas fibras adrenérgicas e pelo nervo vago, respectivamente. Quando a atuação se dá pelo sistema nervoso simpático, ocorre ativação do nodo sinusal resultando em eventos generalizados como hipertensão, taquipnéia e vasoconstricção periférica, e eventos cardíacos como taquicardia (cronotropismo positivo) e aumento da contração ventricular (inotropismo positivo). O sistema parassimpático está, fisiologicamente, relacionado com o repouso, logo atua na diminuição da frequência cardíaca (cronotropismo negativo) e da força de contração atrial (inotropismo negativo) (18).

Durante a fase fetal inicia-se o desenvolvimento do sistema autonômico e sua completa maturação se dará no período pós-parto tardio. Em humanos, o desenvolvimento completa-se aos dois anos de idade. Essa imaturidade do sistema logo após o parto pode ser observada pelas altas frequências cardíacas e respostas reduzidas dos barorreceptores tornando a força de contração miocárdica menor e limitando as respostas compensatórias frente a situações de estresse, como hipertermia e desequilíbrio ácido-básico. Nos cães, o parassimpático apresenta-se atuante apenas após a oitava semana de vida (19,20).

O período neonatal possui características singulares e devem ser respeitadas no momento da avaliação clínica. Os exames devem ser seguidos como nos adultos, mas necessitam de cuidado frente às interpretações diagnósticas. Na auscultação pode ser detectado um sopro cardíaco suave no início da sístole que, se não estiver associado a nenhum defeito congênito, é considerado fisiológico. O ritmo predominante é o sinusal, com pequenas alterações influenciadas pelo ciclo respiratório, que cessarão quando o tônus vagal estiver adaptado. O eletrocardiograma também apresenta alteração devido a mudança na orientação vetorial (eixo) por aumento das câmaras cardíacas, necessitando que os eletrodos sejam posicionados de forma a melhorar a visualização do traçado. Os índices obtidos no ecodopplercardiograma poderão acusar aumento do VD na semana logo após o parto, pois as câmaras ainda possuem características volumétricas fetais. Durante os primeiros dias, o Doppler pode apresentar um fluxo na região da aorta e artéria pulmonar correspondente ao fechamento do ducto arterioso. As imagens radiográficas poderão estar opacificadas na região intersticial por diminuição no volume de ar alveolar que, em adultos, é característico de pneumonia. Outra observação no exame radiográfico é a maior proporção do coração em relação à cavidade torácica (16,19).

Eletrocardiografia e Eletrocardiograma ambulatorial / Sistema Holter

O eletrocardiograma (ECG) é um exame complementar, não invasivo e de baixo custo, que permite detectar alterações na condução elétrica cardíacas, arritmias e do eixo elétrico no plano frontal (21,22). O ECG tem sido utilizado em diversas espécies em Medicina Veterinária como a equina (23,24), bovina (25,26), caprina (27,28) e a ovina (29,30).

A espécie ovina tem sido amplamente estudada em diversos protocolos experimentais, em Medicina, como modelo para o remodelamento em insuficiência cardíaca crônica na cardiologia (31), a eletrocardiografia fetal na obstetrícia (32), e em variados protocolos

farmacológicos na anestesiologia (8,29,30), devido sua similaridade à anatomia e fisiologia cardiovascular dos seres humanos (7). Além da disponibilidade, o tamanho, o baixo custo de manutenção e a rápida gestação desta espécie (33).

Os estudos eletrocardiográficos em ovelhas são exíguos, sendo um dos primeiros na espécie feito por Schultz et al. (34). Os autores pesquisaram os padrões normais do registro eletrocardiográfico em 31 ovelhas da raça Merino nas derivações do plano frontal. Os valores para frequência cardíaca, amplitude e duração das ondas P e T, e do complexo QRS foram descritos. De acordo com o estudo há grande variação individual, sobretudo na onda T e na frequência cardíaca (60 a 197 batimentos por minuto). Vale destacar que a variação ocorrida na onda T parece ser uma característica normal do eletrocardiograma de ovinos, sem necessariamente indicar uma enfermidade. Tório et al. (35) também encontraram altos valores para frequência cardíaca (119 bpm) durante os registros eletrocardiográficos em ovinos saudáveis.

A padronização de parâmetros eletrocardiográficos em 76 cordeiros da raça Dorper foi descrita por Augusto et al. (36) em quatro diferentes faixas etárias (nascimento a três meses; três a seis meses; seis a 12 meses e acima de 12 meses), utilizando as derivações bipolares, unipolares aumentadas e precordiais. Os resultados permitiram a observação de valores estáveis entre os ovinos como a duração da onda P e do complexo QRS. Contudo parâmetros como amplitude da onda P e do complexo QRS, e o eixo elétrico cardíaco apresentaram grande variação entre os animais. Segundo os autores, a disposição diferente dos eletrodos (evitando interferência das diferenças anatômicas, como o perímetro torácico e camada de gordura) é necessária para a obtenção de resultados mais regulares.

Assim como os valores de referência para interpretação do eletrocardiograma em ovinos adultos são variáveis, pouco se conhece a cerca de sua interpretação em cordeiros neonatos. Em humanos as mudanças no eletrocardiograma, desde o nascimento até a vida adulta, são conhecidas. Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (37), a tabulação mais completa foi elaborada por Davignon et al. (38) representando um auxílio precioso na interpretação do eletrocardiograma pediátrico. O estudo eletrocardiográfico mostra as mudanças frequentes do traçado no primeiro ano de vida, particularmente no período neonatal (do primeiro ao 30º dia), refletindo as alterações anatomofisiológicas que ocorrem logo após o nascimento.

As dificuldades para estabelecer os padrões eletrocardiográficos normais tanto em crianças como em animais (39) decorrem de uma série de aspectos que devem ser considerados na análise do eletrocardiograma pediátrico. Assim como em humanos, em animais as características do traçado eletrocardiográfico devem ser avaliadas de acordo com a idade do paciente. O eletrocardiograma do recém-nascido reflete as repercussões hemodinâmicas sobre o ventrículo direito na vida intra-uterina, padrão de sobrecarga ventricular direita e as alterações anatomofisiológicas decorrentes da transição da circulação fetal para a circulação neonatal, podendo durar até dois anos nas crianças (37). As modificações são decorrentes do desenvolvimento fisiológico, do tamanho corporal, da posição do coração em relação ao corpo e da variação na conformação estrutural das câmaras cardíacas e vasos pulmonares (40).

Os parâmetros fisiológicos como frequência cardíaca em cordeiros mestiços (1/2 e ¾ Dorper) do nascimento aos 90 dias de idade foram descritos por Lima et al. (41). A frequência cardíaca atingiu um valor máximo logo após o nascimento seguindo um decréscimo (prolongamento do intervalo RR), com o avançar da idade com valores mínimos aos 75 dias de idade. De acordo com Piccione et al. (42) há uma relação inversamente proporcional entre a idade e a frequência cardíaca até os 30 dias de vida. A frequência cardíaca superior, em relação aos adultos, em recém-nascidos de diversas espécies animais deve-se ao baixo volume sistólico durante o período neonatal (39,40).

A diminuição da frequência cardíaca com o avançar da idade (42,43) e o consequente aumento do intervalo RR descrito em ovinos por Tovar et al. (44), são reflexo das alterações nos mecanismos intrínsecos de controle da frequência cardíaca, não relacionadas ao tônus autonômico propriamente dito. A atuação intrínseca do sistema colinérgico e beta-adrenérgico na variabilidade da frequência cardíaca foi investigada em cordeiros recém-nascidos a partir da primeira a oitava semana de idade. Durante este período de crescimento, a frequência cardíaca diminuiu semanalmente.

A monitoração eletrocardiográfica feita em 24 horas permite ao clínico observar detalhes sobre o ritmo cardíaco, condução elétrica, presença ou ausência de complexos anormais do paciente durante o dia, que não são possíveis de serem detectados em um traçado eletrocardiográfico realizado em poucos minutos. Além disso, é útil para estudar a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) como indicador do equilíbrio autonômico e de redução da atividade vagal protetora contra a indução de arritmias ventriculares (45).

O eletrocardiograma ambulatorial/sistema Holter é baseado em gravações de sinais com baixa e alta frequências (0,05 a 200 Hz) capazes de detectar o segmento ST. O registro é feito na derivação bipolar modificada de três canais que permite diagnosticar ocorrências anormais de condução elétrica, sendo elas V5, V3 e derivação inferior (45,46).

Os dados obtidos podem ser lidos no domínio tempo e/ou no domínio frequência. No primeiro, a frequência dos complexos QRS é detectada em 24 horas, excluindo-se os artefatos e batimentos ectópicos, com cálculo da média e do desvio padrão. No domínio frequência, os intervalos NN (distância entre duas ondas R consecutivas) são separados em componentes com diferentes amplitudes e frequências (46).

Radiografia

O posicionamento do coração na caixa torácica sofre modificações no decorrer da transição neonatal-jovem acarretando alterações nos diversos exames complementares que auxiliam no diagnóstico cardiológico. A radiografia de tórax fornece informações sobre a integridade anatômica das paredes torácicas e pleura, vias aéreas intratorácicas, vascularização e estado do parênquima pulmonar, além de ter maior sensibilidade para as dimensões das câmaras cardíacas (47).

Outra utilização é a determinação do tamanho cardíaco indicativo de cardiomegalia ou atrofia. Em recém-nascidos humanos a relação cardio:torácica maior que 60% indica aumento cardíaco, mas não deve ser confundida com a cardiomegalia transitória fisiológica devido aumento do ventrículo esquerdo durante o primeiro mês de vida (15). Assim como em humanos, os animais possuem características cardíacas que devem ser avaliadas de acordo com a idade do paciente atentando-se ao fato de que o recém-nascido reflete a dinâmica da vida intra-uterina e as alterações anatomofisiológicas decorrentes da transição da circulação fetal para a circulação neonatal (37).

Animais jovens possuem alta frequência respiratória e menor superfície alveolar, cerca de um terço do observado em adultos de pequenos animais, o que aumenta a movimentação torácica na tentativa de elevar o volume minuto respiratório. Isso dificulta a obtenção de boas imagens por não ser possível observar o início da expiração e, assim, ter uma imagem mais nítida (19). Em radiografias realizadas em recém-nascidos nas primeiras horas de vida, observou-se cardiomegalia transitória em razão do maior aporte sanguíneo advindo do cordão umbilical e da placenta. Associado a isso, comunicações ainda abertas como forame oval e ducto arterioso podem causar sobrecarga devido circulação bidirecional. Com o estabelecimento da circulação e respiração, esses fatores deixam de existir e o coração passa a ter tamanho normal (15).

Souza et al. (48) realizaram a mensuração cardíaca de 18 borregas Santa Inês para fins de referência literária, encontrando valores de $10,36 \pm 0,35$ vértebras (v) para a projeção

lateral direita. Caprinos da raça *West African Dwarf* (WADG) com peso de 4,8 a 14 kg foram avaliados com o objetivo de padronização do VHS para a espécie resultando no valor médio de $10,1 \pm 0,01$ v. (49). Alguns métodos foram propostos na tentativa de padronizar o VHS nas diferentes espécies, mas nenhum pôde generalizar os valores devido a grande diferença que existe entre as espécies animais, entre as raças e as conformações torácicas (49,50).

Ecodopplercardiografia

A avaliação ecodopplercardiográfica constitui-se de um procedimento não invasivo, que dispensa sedação e fornece uma avaliação morfofuncional fidedigna do coração e dos principais vasos (51). Importante método para o diagnóstico de doenças cardíacas congênitas, adquiridas, aumento do coração, insuficiência cardíaca entre outros (52).

Ovinos e caprinos são animais fáceis de manejar e, por possuírem caixa torácica e coração com tamanho semelhante ao dos humanos, foram escolhidos como modelo para pesquisas cardiológicas, principalmente quando necessitam de medidas em exercício (53). Mesmo tendo utilidade em Medicina, poucos estudos relatam todas as dimensões cardíacas ou se quer diferenciam os índices em animais jovens e adultos (30).

As imagens obtidas a partir de pacientes recém-nascidos demandam atenção aos padrões de crescimento e desenvolvimento anatômico das câmaras, pois após o nascimento as dimensões se modificam, o ventrículo esquerdo passa a ter maior massa quando comparado ao ventrículo direito. Em cães, sabe-se que o aumento de peso está diretamente ligado ao aumento do VE (19). Uma vantagem na avaliação ecocardiográfica em recém-nascidos é a proximidade do coração com o tórax e menor cobertura de gordura na região esternal, permitindo a obtenção de melhores imagens (16).

Hallowell et al. (30) estudaram as dimensões das câmaras cardíacas e os índices normais em ovelhas e cabras adultas, afim de facilitar a identificação, quantificação e avaliação das doenças cardíacas, além da diferenciação entre as espécies. Os ovinos, quando comparados aos caprinos, possuem dimensões ventriculares maiores, o que explica o formato do tórax diferente entre as espécies. Caprinos e ovinos necessitam de medidas de referências espécie-específicas baseadas na mesma técnica e metodologia, pois isso pode interferir nas análises. Os resultados obtidos não puderam ser comparados e definidos como fidedignos por não haver dados na literatura para comparação.

As mudanças no VD são mais lentas, pois dependem da FC. Quanto mais alta, menor o tempo de permanência do sangue no ventrículo, logo não há estímulo para a distensão da câmara. À medida que a FC diminui, juntamente com a contratilidade, o volume residual aumenta e força a mudança na capacidade volumétrica. Em recém-nascidos humanos, essa contratilidade decresce após 24 horas. Outro fator que pode incrementar o amadurecimento do VD é o fechamento do ducto arterioso (54).

Pressão Arterial Sistêmica

A avaliação da pressão sanguínea arterial é uma ferramenta importante e indispensável na prática clínica veterinária, devido sua utilidade no diagnóstico, tratamento e acompanhamento de diversas doenças, bem como a monitorização de pacientes anestesiados ou sob cuidados intensivos (55). As técnicas empregadas na mensuração compreendem a forma invasiva ou direta, e não invasivas ou indiretas. A forma invasiva é a técnica mais precisa e considerada por grande parte dos autores como o “padrão ouro”, pois proporciona uma avaliação mais fidedigna da pressão arterial (PA). Requer a colocação de um cateter numa artéria periférica, que apesar de tecnicamente mais difícil e dispendiosa, é a exigida em determinadas situações clínicas, incluindo cirurgia, traumatologia e na medicina de cuidados intensivos (56). Tem como vantagem a monitorização continuada da PA e a facilidade para se colher amostras sanguíneas para realização de hemogasometria (57).

A monitoração indireta é a mais utilizada nas clínicas por ser de fácil realização não requerendo sedação ou anestesia do paciente, ou qualquer intervenção invasiva gerando estresse no animal. Utiliza um manguito que bloqueia, momentaneamente, o fluxo da artéria periférica e por meio de palpação, auscultação, doppler ou oscilometria, detecta-se a movimentação do fluxo sanguíneo ou da parede arterial (58).

Em cordeiros, a pressão sanguínea arterial sofre modificações a partir do parto. O fechamento dos desvios vasculares e a ruptura do cordão umbilical aumentam a pressão sistêmica e a partir da terceira semana, por diminuição da concentração de catecolaminas circulantes e do tônus adrenérgico, a pressão começa a atingir valores semelhantes aos adultos. Uma vez que o ducto arterial está fechado e a resposta pulmonar completamente estabelecida, a pressão pulmonar também estabiliza próximo a dos adultos (59).

Em adultos, a pressão arterial é controlada pelo balanço entre o simpático e parassimpático, e pelo sistema renina-angiotensina-aldosterona. As alterações pressóricas produzem sensibilização dos barorreceptores, do córtex renal e das adrenais. Estes respondem com modificações na resistência vascular periférica, frequência cardíaca, volume sanguíneo e reabsorção de sódio (60).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os neonatos, sejam eles ovinos ou de outra espécie, possuem características fisiológicas singulares e por isso merecem maior atenção durante a fase de maturação orgânica. Por serem animais de uso experimental para a cardiologia humana e veterinária, definir a fisiologia e os períodos de maior desenvolvimento cardíaco possibilitam melhores resultados e conclusões clínicas. Pesquisas sobre os diferentes padrões de avaliação cardiovascular do neonato ovino, orientam a propor um protocolo de avaliação, pois várias das alterações podem refletir simplesmente em uma resposta compensatória ao período crítico de adaptação do recém-nascido.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa e do auxílio à pesquisa (2012/15144-5 e 2012/14281-9).

REFERÊNCIAS

1. Viana JGA. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. *Rev Ovinos*. 2008;12:1-9.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabela 1 – Efetivo dos rebanhos em 31.12 e variação anual, segundo as categorias – Brasil – 2012 – 2013. *Produção da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE; 2013.
3. Ulian CMV. Avaliação da absorção colostrar em neonatos ovinos da raça Bergamácia [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2011.
4. Rook JS, Scholman G, Wing-Proctor S, Shea ME. Diagnosis and control of neonatal losses in sheep. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 1990;6:531-62.
5. Borenstein N, Bruneval N, Behr L, Laborde F, Montarras D, Dairès JP, et al. An ovine model of chronic heart failure: Echocardiographic and tissue Doppler imaging characterization. *J Card Surg*. 2006;21:50-6.

6. Jousset F, Tenkorang J, Vesin JM, Pascale P, Ruchat P, Rollin AG, et al. Kinetics of atrial repolarization alternans in a free-behaving ovine model. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2012;23:1003-12.
7. Rabbani S, Ahmadi H, Fayazzadeh E, Sahebjam M, Boroumand MA, Sotudeh M, et al. Development of an ovine model of myocardial infarction. *Aust N Z J Surg*. 2008;78:78-81.
8. Locatelli P, Olea FD, Lorenzi A, Salmo F, Janavel GLV, Hnatiuk AP, et al. Reference values for echocardiographic parameters and indexes of left ventricular function in healthy, young adult sheep used in translational research: comparison with standardized values in humans. *Int J Clin Exp Med*. 2011;4:258-64.
9. Gompf RE, Tilley LP. Comparison of lateral and sternal recumbent positions of Electrocardiography of the cat. *Am J Vet Res*. 1979;40:1483-6.
10. Unshelm J, Thielscher HH, Haring F, Hohns H, Pfeleiderer UE, Schutzbar WV. Elektrokardiographisch untersuchungen bei schafen unter berücksichtigung der rasse, des lebensalters und anderer einflubfaktoren. *Zbl Vet Med A*. 1974;21:479-91.
11. Silva VT, Silva JA. Avaliação cardiovascular do neonato. *Rev SOCERJ*. 2000;13:13-21.
12. Dyce KM, Wensing CJG, Sack WO. Sistema cardiovascular. In: Dyce KM, Wensing CJG, Sack WO. *Tratado de anatomia veterinária*. 4a ed. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier; 2010. p.223-67.
13. Stephenson RB. Fisiologia cardiovascular. In: Klein BG. *Cunningham tratado de fisiologia veterinária*. 5a ed. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier; 2013. p.158-260.
14. Liebman J. The normal electrocardiogram in the newborn and neonatal period and its progression. *J Electrocardiol*. 2010;43:524-9.
15. Swischuk LE. *Diagnostico por imagens em neonatologia e pediatria*. Rio de Janeiro: Revinter; 1991.
16. Voss E. Cardiovascular System. In: Mcauliffe SB, Slovis NH. *Color atlas of disease and disorders of the foal*. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2008. p.189-211.
17. Lourenço MLG, Machado LHA. Características do período de transição fetal-neonatal e particularidades fisiológicas do neonato canino. *Rev Bras Reprod Anim*. 2013;37:303-8.
18. Miranda-Vilela AL. Componentes do sistema cardiovascular [Internet]. 2011 [cited 2016 Aug 2]. Available from: <http://www.afh.bio.br/cardio/cardio2.asp>.
19. Bright JM. The cardiovascular system. In: Hoskins JD. *Veterinary pediatrics. dogs and cats from birth to six months*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1995. p.95-123.
20. Landrot IR, Roche FR, Pichot V, Teyssier G, Gaspoz JM, Barthelemy JC, et al. Autonomic nervous system activity in premature and full-term infants from theoretical term to 7 years. *Auton Neurosci Basic*. 2007;136:105-9.

21. Camacho AA, Mucha CJ. Sistema circulatório: semiologia do sistema cardiocirculatório de cães e gatos. In: Feitosa FL. Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico. 3a ed. São Paulo: Rocca; 2014. p.241-62.
22. Mendes-Netto D. Sistema circulatório: semiologia do sistema cardiovascular de equinos e ruminantes. In: Feitosa FL. Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico. 3a ed. São Paulo: Rocca; 2014. p.207-41.
23. Yonezawa LA, Barbosa TS, Kohayagawa A. Eletrocardiograma do equino. Rev Cienc Agroveter. 2014;13:84-93.
24. Cruz RKS, Alfonso A, Lourenço MLG, Ulian CMV, Sudano MJ, Oba E, et al. Electrolyte, blood gas and electrocardiographic profile of neonatal foals in the first 48 hours of life. Acta Sci Vet. 2015;43:1321.
25. Oliveira PCL, Paneto JCC, Ruas-Neto JF, Silva RC. Padronização da técnica de execução e parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos adultos (*Bos taurus indicus*) da raça Nelore. Rev Ceres. 2008;55:224-30.
26. Nunes RB, Ferreira CFX, Aboin RM, Deus HG, Saito ME, Yonezawa LA. Parâmetros eletrocardiográficos de novilhas da raça Jersey. Arch Vet Sci. 2014;19:17-23.
27. Pogliani FC, Birgel-Junior EH, Monteiro BM, Grisi-Filho JHH, Raimondo RFS. The normal electrocardiogram in the clinically healthy Saanen goats. Pesqui Vet Bras. 2013;33:1478-82.
28. Atmaca N, Şimşek O, Emre B. Some electrocardiographic values of Angora goats. Ankara Üniv Vet Fak Derg. 2014;61:15-9.
29. Clutton ER, Glasby MA. Cardiovascular and autonomic nervous effects of edrophonium and atropine combinations during neuromuscular blockade antagonism in sheep. Vet Anaesth Analg. 2008;35:191-200.
30. Hallowell GD, Potter TJ, Bowen IM. Reliability of quantitative echocardiography in adult sheep and goats. BMC Vet Res. 2012;8:181.
31. Navarro FB, Costa FDA, Mulinari LA, Pimentel GK, Roderjan JG, Vieira ED, et al. Avaliação do comportamento biológico de homoenxertos valvares pulmonares descelularizados: estudo experimental em ovinos. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2010;25:377-87.
32. Assad RS, Thomaz PG, Valente AS, Costa R, Barbero-Marcial M, Oliveira SA. Avaliação experimental de novo eletrodo para implante de marca-passo em fetos. Braz J Cardiovasc Surg. 2006;21:272-82.
33. Dixon JA, Spinale FG. Large animal models of heart failure: a critical link in the translation of basic science to clinical practice. Circ Heart Fail. 2009;2:262-71.
34. Schultz RA, Pretorius PJ, Terblanche M. An electrocardiographic study of normal sheep using a modified technique. Onderstepoort J Vet Res. 1972;39:97-106.

35. Torio R, Cano M, Montes A, Prieto F, Benedito JL. Comparison of two methods for electrocardiographic analysis in Gallega sheep. *Small Rumin Res.* 1997;24:239-46.
36. Augusto CFB, Leme MC, Larsson MHMA, Sucupira MCA. Padronização de parâmetros eletrocardiográficos de ovinos da raça Dorper [Internet]. 2006 [cited 2016 Apr 7]. Available from: <https://sistemas.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=4329&numeroEdicao=15>.
37. Sociedade Brasileira De Cardiologia. Diretrizes de interpretação do eletrocardiograma de repouso. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2003 [cited 2016 Apr 7];80. Available from: <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/sbc-palm/diretrizes.asp>.
38. Davignon A, Rautaharju P, Boiselle E, Soumis F, Megelas M, Choquette A. Normal ECG standards for infants and children. *Pediatr Cardiol.* 1980;1:123-34.
39. Lourenço MLG, Ferreira H. Electrocardiographic evolution in cats from birth to the 30 days of age. *Can Vet J.* 2003;44:914-7.
40. Nogueira SSS, Faria EG, Sousa MG. Avaliação do eletrocardiograma em cães e gatos neonatos. *Medvep Ver Cient Med Vet.* 2010;8:101-7.
41. Lima CCV, Silva DFM, Costa JN, Costa-Neto AO, Souza TS. Parâmetros fisiológicos de cordeiros mestiços (1/2 e 3/4 Dorper) do nascimento aos 90 dias de idade. *Rev Bras Saude Prod Anim.* 2010;11:354-61.
42. Piccione G, Borruso M, Fazio F, Giannetto C, Caola G. Physiological parameters in lambs during the first 30 days postpartum. *Small Rumin Res.* 2007;72:57-60.
43. Ulian CMV, Koether K, Lourenço MLG, Gonçalves RS, Sudano MJ, Cruz RKS, et al. Physiological parameters in neonatal lambs of the Bergamasca breed. *Acta Sci Vet.* 2014;42:1183.
44. Tovar P, Castejon FM, Santisteban R. Analisis de la sístole electrica ventricular de ovinos. I Fenómenos de despolarización. *J Am Vet Med Assoc.* 1986;33:365-72.
45. Sosa EA, Terzi R, Gruppi C, Brito FS, Paola AAV, Pimenta J, et al. Consenso SOCESP-SBC sobre eletrocardiografia pelo sistema holter. *Arq Bras Cardiol.* 1995;65:447-50.
46. Lorga-Filho A, Cintra FD, Lorga A, Grupi CJ, Pinho C, Moreira DAR, et al. Recomendações da sociedade brasileira de arritmias cardíacas para serviços de holter. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101:101-5.
47. Gabay A. Radiologia Cardiovascular. In: Belerenian GC, Mucha CJ, Camacho AA. Afecções cardiovasculares em pequenos animais. São Caetano do Sul: Interbook; 2003. p.40-5.
48. Souza PM, Rodello L, Inamassu LR, Monteiro CDT, Babicsak V, Machado VM, et al. Radiographic evaluation of the cardiac silhouette by the method of measurement VHS

- (vertebral heart size) in Santa Ines Boregas clinically normal. In: Abstract Book – 27o World Buiatrics Congress; Lisboa; 2012. Lisboa: World Association for Buiatrics; 2012. p.155.
49. Ukaha RO, Kene ROC, Gbonko OE. Vertebral scale system to measure heart size in thoracic radiographs of west african dwarf goats. NVJ. 2013;34:912-6.
 50. Martini AC, Meireles YS, Monzem S, Vasconcelos LP, Turbino NCMR, Dahroug MAA, et al. Avaliação radiográfica da silhueta cardíaca, pelo método VHS (Vertebral Heart Size), de quatis (*Nasua nasua*, Linnaeus 1766) jovens e adultos mantidos em cativeiro. Semina Cienc Agrar. 2013;34:3823-30.
 51. Boon JA. Veterinary ecocardiography. 2nd ed. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell; 2011.
 52. McGuirk SM, Reef VB. Doenças do sistema cardiovascular. In: Smith BP. Medicina interna de grandes animais. 3a ed. São Paulo: Manole; 2006. p.445-6.
 53. Leroux AA, Moonen ML, Farnir F, Sandersen CF, Deleuze S, Saliccia A, et al. Two-dimensional and M-mode echocardiographic reference values in healthy adult Saanen goats. Vet Rec. 2012;170:154.
 54. Tamura M, Harada K, Ito T, Takahashi Y, Ishida A, Takada G. Changes in right ventricular volume in early human Neonates. Early Hum Dev. 1997;48:1-9.
 55. Carvalho BVLA. Hipertensão arterial felina [dissertação]. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa; 2009.
 56. Fox P, Sisson DD, Moise NS. Systemic hypertension: recognition and treatment. In: Fox P, Sisson DD, Moise NS. Textbook of canine and feline cardiology – principles and clinical practice. Philadelphia: Saunders; 1999. p.795-813.
 57. Egner B, Carr A, Brown S. Essential facts of blood pressure in dogs and cats. 3a ed. Babenhausen, GER: Vet Verlag; 2003.
 58. Littman MP. Distúrbios hipertensivos e hipotensivos. In: Ettinger SJ. Tratado de medicina interna veterinária. 4a ed. São Paulo: Manole; 1997. p.128-35.
 59. Woods-Jr JR, Dandavino A, Murayama K, Brinkman CR, Assali NS. Autonomic control of cardiovascular functions during neonatal development and in adult sheep. Circ Res. 1977;40:401-7.
 60. Stephenson RB. Fisiologia cardiovascular. In: Klein BG. Cunningham tratado de fisiologia veterinária. 5a ed. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier; 2013. p.158-260.

Recebido em:

Aceito em: