UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VOLEMIA NO TRANS-ANESTÉSICO
Revisão de literatura

Bianca Crispim de Oliveira Souza
Orientadora: Profa. Dra. Glaucia Bueno Pereira Neto

BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO 2019

BIANCA CRISPIM DE OLIVEIRA SOUZA

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VOLEMIA NO TRANS-ANESTÉSICO
Revisão de literatura

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Medicina Veterinária apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Orientadora: Profa. Dra. Glaucia Bueno Pereira Neto

BRASÍLIA - DF
DEZEMBRO 2019

Ficha Catalográfica

Souza, Bianca Crispim de Oliveira

Métodos de avaliação da volemia no trans-anestésico – Revisão de Literatura. / Souza, Bianca Crispim de Oliveira; orientação de Glaucia Bueno Pereira Neto – Brasília, 2019.

33 p. : il.

Trabalho de conclusão de curso de graduação – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

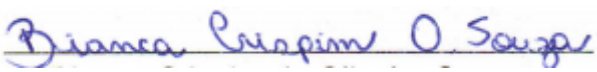
Cessão de Direitos

Nome do Autor: Bianca Crispim de Oliveira Souza

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: Métodos de avaliação da volemia no trans-anestésico – Revisão de literatura.

Ano: 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Bianca Crispim de Oliveira Souza

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do autor: SOUZA, Bianca Crispim de Oliveira

Título: Métodos de avaliação da volemia no trans-anestésico – Revisão de literatura

Trabalho de conclusão do curso de graduação em Medicina Veterinária apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

Aprovado em: 12/12/2019

Banca Examinadora

Profa. Dra. Glaucia Bueno Pereira Neto — Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: Aprovada — Assinatura:

M.V. MSc Luciana Dalcin — Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: Aprovada — Assinatura:

M.V. Leilane Dias Rocha — Instituição: HVet. Clemenceau

Julgamento: Aprovada — Assinatura:

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Marcia e Nilson,
razões da minha vida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS vi
LISTA DE ABREVIATURAS vii
RESUMO viii
ABSTRACT ix
1. INTRODUÇÃO 1
2. AVALIAÇÃO HEMODINÂMICA 2
2.1. Débito cardíaco 2
2.1.1. Pré-carga 3
2.1.2. Pós-carga 3
2.1.3. Bomba Cardíaca 4
2.1.4. Frequência cardíaca 4
2 2 Pressão arterial 4
3. REPOSIÇÃO VOLÊMICA 5
3.1. Índice de responsividade à fluido 5
3.2. Marcadores estáticos 7
3.2.1. Cateter de Swan Ganz
3.2.2. Pressão venosa central 7
3.3. Marcadores dinâmicos 8
3.3.1. Variação da pressão de pulso 9
3.3.2. Variação da pressão sistólica 10
3.3.3. Índice da variabilidade pletismográfica 10
3.3.4. Ecocardiograma 11
3.3.4.1. Avaliação do volume sistólico 12
3.3.4.2. Rush exam associado a avaliação do volume sistólico 13
3.3.4.3. Beijo papilar 14
3.3.5. Avaliação da veia cava 15

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variáveis hemodinâmicas correlacionadas. Fonte: LUMB & JONES, 2017..... 4

Figura 2: Traçado arterial demonstrando a variação respiratória e a diferença entre as pressões de pulso. Fonte: JALIL & CAVALLAZZI, 2018..... 9

Figura 3: Traçado arterial demonstrando a variação respiratória e a diferença entre o pulso sistólico máximo e mínimo durante um ciclo respiratório. FONTE: JALIL & CAVALLAZZI, 2018..... 10

Figura 4: Traçado pletismográfico obtido através da oximetria de pulso mostrando a diferença entre valores máximos e mínimos. FONTE: JALIL & CAVALLAZZI, 2018..... 11

Figura 5: Uso do doppler para visualização do fluxo aórtico na via de saída do ventrículo esquerdo. Fonte: OLIVEIRA et al., 2011..... 12

Figura 6: Espectro doppler de ondas pulsadas, o VTI é equivalente à área sob a curva. Fonte: BLANCO et al., 2015..... 14

Figura 7: Plano paraesternal transversal no nível dos músculos papilares. FONTE: adaptado de ADBUCH et al., 2013..... 15

Figura 8: Modo-M doppler mostrando a colapsabilidade da veia cava inferior. Fonte: PERERA et al., 2010..... 17

LISTA DE ABREVIATURAS

ΔPp – Variação da pressão de pulso
ΔPS – Variação da pressão sistólica
ΔPpleth – Variação da onda pletismográfica
ΔVCI – Variação da veia cava inferior
ΔVCS – Variação da veia cava superior
CAP – Cateter de artéria pulmonar
cmH20 – Centímetros de água
DC – Débito cardíaco
DO2 – Oferta de oxigênio
DVCI – Diâmetro da veia cava inferior
FC – Frequência cardíaca
ICVCI – Índice de colapsabilidade da veia cava inferior
IVP- Índice da variabilidade pletismográfica
L/min – Litros por minuto
LVOT – Via de saída do ventrículo esquerdo
mmHg – Milímetros de mercúrio
PA – Pressão arterial
PAD – Pressão do átrio direito
PAM – Pressão arterial média
POAP – Pressão de oclusão da artéria pulmonar
Ppmáx – Pressão de pulso máxima
Ppmin – Pressão de pulso mínima
PVC – Pressão venosa central
SDMO – Síndrome da disfunção de múltiplos órgãos
TPC – Tempo de preenchimento capilar
UTI – Unidade de terapia intensiva
VCI – Veia cava inferior
VDFVD – Volume diastólico final do ventrículo direito
VDFVE – Volume diastólico final do ventrículo esquerdo
VE – Ventrículo esquerdo
VPP – Ventilação à pressão positiva
VS – Volume sistólico
VTIAo – Integral tempo-velocidade aórtico

SOUZA, Bianca Crispim de Oliveira**.** Métodos de avaliação da volemia no trans-anestésico – Revisão de literatura. 2019. 32p. Monografia de conclusão de curso de Medicina Veterinária - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária de Brasília - Unb, Brasília, DF.

RESUMO

A reposição volêmica é a terapia mais comum no trans-anestésico e é de extrema importância, pois quando realizada adequadamente proporciona inúmeros benefícios ao paciente, interferindo diretamente na qualidade do pós-operatório. Para isso, além de conhecer as opções de terapia fluídica, é necessário também ter conhecimento sobre a real necessidade volêmica do paciente em questão, com o uso das técnicas já disponíveis de fluido responsividade. Dentre eles, os marcadores estáticos, já conhecidos por serem mais antigos, como a pressão venosa central e o cateter de artéria pulmonar. Já os marcadores dinâmicos, mais atuais e modernos, possuem inúmeras vantagens, como a rapidez, obtenção de informações em tempo real e são não invasivos, são eles o ecocardiograma, a variação da pressão de pulso, entre outros. Tais técnicas são consagradas na medicina humana, porém na medicina veterinária ainda é uma realidade somente nos grandes centros ou para realização de pesquisas, pois a quantidade de estudos na área é escassa, fato este que aliado ao custo inviabilizam a sua prática. Diante disso, o objetivo desse trabalho é difundir o conhecimento sobre os métodos de avaliação da volemia no trans-anestésico por meio de revisão de literatura, a fim de motivar os profissionais a se atualizarem e aplicarem esses conceitos em suas rotinas de atendimento.

Palavras-chave: Fluidoterapia; Fluido responsividade; Pressão venosa central; Ecocardiograma; Veia cava.

ABSTRACT

Volume replacemente is extremely important and it is the most common trans-anesthetic therapy, since in adequate amount it has been proven to bring numerous benefits to the patient, directly interfering with the postoperative quality.For this, besides knowing the fluid therapy options, it is also necessary to have the knowledge about the real volume requirement of the patient in question, making use of the already available fluid responsiveness techniques. These are the static markers, already known as older, such as central venous pressure and pulmonary artery catheter. And dynamic markers, wich are current and modern, besides to have numerous advantages, such as speed, real-time information gathering and for being non-invasiveness, including echocardiography, pulse pressure variation, among others.These tchniques are already part of the routine within human medicine, but in veterinary medicine until now it's a reality only in large centers or for researches, because the amount of studies in the area is scarce, a fact that allied to the cost make their practice unfeasible. Because of this, the main point of this work is to spread knowledge in our profession about methods of volemia assessment during anesthesia, motivating professionals to update themselves in this area and hoping that soon these methods will already be a reality in our routine.

Keywords: Fluid therapy; Responsive fluid; Central venous pressure; Echocardiogram; Cava vein.

1. INTRODUÇÃO

Em cães e gatos adultos, a porcentagem de água corpórea atinge aproximadamente 60% do seu peso, com variações em neonatos, idosos e obesos. O conteúdo de água e eletrólitos garantem a homeostase do organismo (NETO et al., 2016).

Devido a isso, a administração de fluidos intravenosos visando a normovolemia é a abordagem mais comum no trans-operatório para manutenção do débito cardíaco, pressão arterial e perfusão dos tecidos com oferta adequada de oxigênio em pacientes com alteração hemodinâmica, principalmente porque o jejum e o acometimento sistêmico já podem levar ao estado de desidratação, necessitando reposição volêmica. No entanto, estudos atuais demonstraram que a fluidoterapia em excesso também é prejudicial devido aos possíveis efeitos adversos, aumentando a morbidade e a mortalidade pós-operatória. Devido a isso, métodos de avaliação da volemia são úteis tanto para o reconhecimento do déficit volêmico, quanto para avaliar a resposta do paciente após a infusão de fluidos. São considerados responsivos a volume os indivíduos capazes de aumentar o débito cardíaco em pelo menos 15% após a prova de volume (REHM et al., 2017; YASTREBOV et al., 2018).

Dentre os fluidos utilizados, o Ringer Lactato é o cristaloide balanceado isotônico mais empregado na rotina hospitalar veterinária, devido à sua osmolaridade e conteúdo hidroeletrolítico serem semelhantes ao plasma da maioria das espécies. Seu uso é recomendado em pacientes com hemorragias e/ou desidratação. Na ausência de sinais clínicos de desidratação, como ressecamento das membranas mucosas, redução da elasticidade da pele, aumento da profundidade ocular e taquicardia, porém em pacientes com histórico de jejum, vômito e/ou diarreia, a porcentagem de desidratação é menor ou igual a 5%, sendo indicada a realização da fluidoterapia antes da indução anestésica, se possível (NETO et al., 2016).

Outras soluções podem ser utilizadas, tais como a solução fisiológica (NaCl a 0,9%), Ringer simples, colóides naturais ou sintéticos, e ainda, solução hipertônica (NaCl 7,5%) (NETO et al., 2016).

Devido a isso, a necessidade de cada animal deve ser analisada individualmente, e de acordo com o quadro clínico deve ser instituída a melhor terapia para o paciente (NETO et al., 2016).

Os parâmetros clínicos de função cardíaca como débito cardíaco, pressão arterial e perfusão capilar, mensurados por meio do cateter de artéria pulmonar são pouco confiáveis como métodos da avaliação clássica da volemia, pois trata-se de uma técnica imprecisa e muitas vezes apresenta valor não confiável do volume diastólico final, além de ter a desvantagem de ser invasiva. Outro método bastante conhecido é a aferição da pressão venosa central, porém também está caindo em desuso devido às suas limitações e ao seu caráter invasivo (COBUCCI, 2009).

Por estas razões, outros métodos atuais e modernos estão cada vez mais difundidos na medicina, são eles ecocardiografia transtorácica ou transesofágica, a avaliação da veia cava inferior e seus índices, o uso da variação da pressão de pulso, variação da pressão sistólica e o índice da variabilidade pletismográfica. Tais técnicas possuem as vantagens de serem não invasivos, com exceção da variação da pressão de pulso e variação da pressão sistólica, são rápidos, disponíveis para realização em tempo real, no entanto apresentam algumas limitações como a necessidade de equipamentos específicos e equipe capacitada para tal (NGUYEN et al., 2012; DROZDZYNSKA et al., 2018).

O objetivo dessa revisão de literatura é discorrer sobre as ferramentas supracitadas, suas vantagens e desvantagens, visando expandir o seu uso e conhecimentos na medicina veterinária, pois é escassa a literatura voltada para outras espécies que não seja a humana, e espera-se que essas técnicas façam parte da rotina da nossa profissão em breve, pois é notável a sua contribuição na qualidade anestésica do paciente crítico.

2. AVALIAÇÃO HEMODINÂMICA

Um dos objetivos da avaliação hemodinâmica é analisar a perfusão tecidual a partir de vários índices, como a pressão arterial, débito cardíaco, frequência cardíaca e volume sistólico, possibilitando manobras de ajuste da oxigenação caso haja comprometimento, a fim de evitar possíveis disfunções orgânicas.

O lactato é um marcador de perfusão tissular e a aferição dos seus níveis séricos reflete o metabolismo celular, pois é produto da glicólise anaeróbica, e é importante causador de acidose metabólica pela acidose lática, na qual a reanimação volêmica é parte fundamental do protocolo de tratamento (RABELO, 2012).

2.1. Débito cardíaco

O débito cardíaco é a quantidade de sangue que é ejetada do coração por minuto (L/min), resultado do produto entre o volume sistólico (VS) e a frequência cardíaca (FC), e é representado pela seguinte formula: DC= VS x FC. O volume sistólico é influenciado pela pré-carga (volume de sangue que chega ao átrio direito), pós-carga (força que o sangue tem que enfrentar para ser ejetado do ventrículo esquerdo) e pela bomba cardíaca (contratilidade miocárdica), (figura 1). O DC é o parâmetro mais importante da macro hemodinâmica, pois é o maior contribuinte para a oferta de oxigênio (DO2) aos tecidos. A DO2 está relacionada ao fluxo sanguíneo e à quantidade de oxigênio ligado à hemoglobina e dissolvida no plasma, sendo definida como a quantidade de oxigênio que chega às células

para atender a demanda metabólica do organismo (ASSUNCAO, et al., 2015; RABELO, 2012).

Dentre as possíveis técnicas de aferição do DC, a maneira mais difundida de monitoração é a partir do cateter de artéria pulmonar – CAP (Swan-Ganz), porém como já citado anteriormente, o CAP caiu em desuso e devido a isso novos métodos de maior acurácia estão sendo estudados, os quais serão abordados mais adiante (RABELO, 2012).

2.1.1. Pré-carga

A pré-carga é definida como o volume diastólico final do ventrículo, ou o volume de sangue que chega ao coração através do átrio direito, porém sua avaliação costuma ser difícil, sendo muitas vezes considerada como a pressão diastólica final do ventrículo. A pressão venosa central (PVC) é um método de avaliação do volume diastólico final do ventrículo, no entanto deve-se levar em consideração que alguns fatores podem influenciar na PVC, levando a resultados irreais da pré-carga, como em situações em que o retorno venoso está deficiente, por exemplo, nos casos de insuficiência cardíaca ou aumento de pressão abdominal e/ou torácica. Ademais, a pré-carga influencia diretamente a curva de Frank-Starling, que diz que quanto maior for a pré-carga, maior será a contratilidade cardíaca e o débito cardíaco, porém até certo limite e ao ultrapassá-lo, o coração não será mais responsivo a volume, podendo gerar efeitos adversos caso seja realizada a infusão de fluidos, tais como lesão do glicocálix, edema, hemodiluição, entre outros, devendo ser tomadas outras providências para normalizar a hemodinâmica do paciente, visando sempre o seu bem estar e recuperação (RABELO, 2012).

2.1.2. Pós-carga

A pós-carga é a resistência na via de saída do coração que o sangue tem que vencer para ser ejetado, sendo inversamente proporcional ao débito cardíaco e diretamente proporcional ao consumo de oxigênio pelo miocárdio (LUMB & JONES, 2017). Em consequência disso, um coração com déficit contrátil, irá sofrer diminuição notável do DC com o aumento da pós-carga. A pós-carga é influenciada por diversos fatores, dentre eles a complacência ventricular, a viscosidade sanguínea e a distensão arterial, em que juntos irão contribuir para a resistência oferecida ao fluxo sanguíneo (RABELO, 2012).

2.1.3. Bomba cardíaca

A contratilidade ou inotropismo cardíaco é a força que o coração ou bomba cardíaca exerce em cada sístole e é influenciada positivamente pela liberação de catecolaminas no aumento do tônus simpático, devido à ação principalmente em receptores beta-adrenérgicos presentes no miocárdio. Desta forma, há o incremento do débito cardíaco com o aumento da contratilidade, mesmo sem ocorrer elevação da pré-carga (RABELO, 2012).

2.1.4. Frequência cardíaca

A frequência cardíaca é influenciada pelo tônus simpático e parassimpático e interfere diretamente no DC. A bradicardia causa incremento no enchimento diastólico pelo aumento no tempo diastólico, porém em casos de bradicardia acentuada o DC pode diminuir mesmo com o aumento do volume sistólico. Já nos casos de taquicardia, o tempo diastólico diminui, diminuindo o volume sistólico, e em consequência o DC (RABELO, 2012).

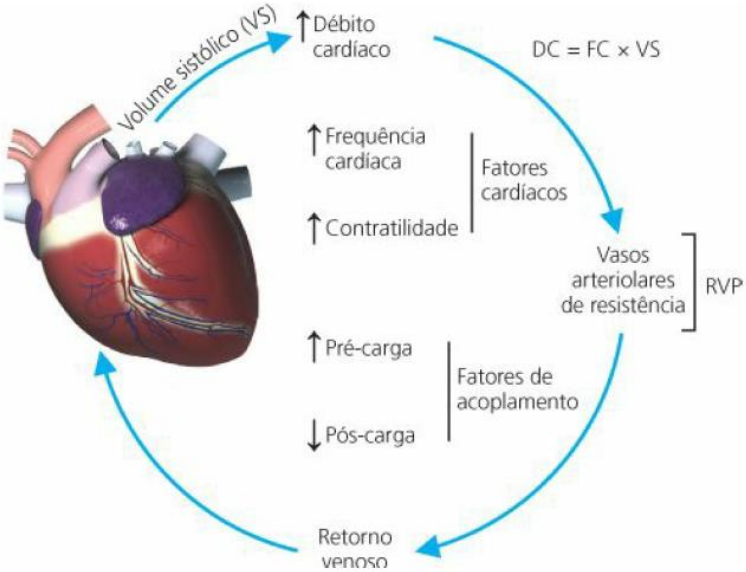


Figura 1: Variáveis hemodinâmicas correlacionadas. Fonte: LUMB & JONES, 2017.

2.2. Pressão arterial

Associada ao DC, a pressão arterial (PA) é um parâmetro macro-hemodinâmico fundamental na perfusão de órgãos, pois a manutenção da

pressão arterial média (PAM) em níveis adequados (>65 mmHg para cães e gatos) pode garantir uma boa perfusão tecidual. A PA é definida pelo DC e pela resistência vascular sistêmica ou periférica (RVS), demonstrada na seguinte fórmula: PA= DC x RVS, onde mudanças no DC e/ou na RVS influenciam a PA, e consequentemente a perfusão dos órgãos. Os parâmetros que influenciam o DC e a RVS devem então ser corrigidos para evitar mudanças prejudiciais na PA (RABELO, 2012).

É válido ressaltar que tanto a hipotensão quanto a hipertensão podem ter efeitos negativos, pois atuam na perfusão tecidual, diminuindo a DO2, podendo levar a síndrome da disfunção de múltiplos órgãos (SDMO) e/ou lesões em órgãos alvo (rim, olhos, cérebro, coração) com picos hipertensivos. Deve-se considerar também, que a pressão arterial é um parâmetro central, compensada sempre que possível, e juntamente com a temperatura retal e nível de consciência, é o último parâmetro afetado em desordens orgânicas. Devido a isso, a partir de alguns métodos de avaliação como débito urinário, borborigmos intestinais, tempo de preenchimento capilar (TPC), é possível prever alteração em linha periférica, evitando assim alteração na linha central. A FC é o mecanismo compensatório mais eficaz da PA, expressando taquicardia em crises hipotensivas e bradicardia em crises hipertensivas, porém a compensação é limitada e a taquicardia reflexa pode não ser eficaz quando o sistema autônomo simpático está inibido como nos casos de anestesia geral profunda, reserva de catecolaminas esgotada, hipotermia central ou uso de fármacos simpatolíticos (RABELO, 2012).

3. REPOSIÇÃO VOLÊMICA

A fluidoterapia trans-anestésica infundida de maneira adequada é crucial para a manutenção da homeostase do paciente, pois influencia diretamente na hematose, na perfusão tecidual e facilita a recuperação pós-operatória, auxiliando na velocidade de cicatrização tecidual. A reposição volêmica tanto em excesso quanto abaixo do necessário é prejudicial, levando a maiores índices de morbidade e mortalidade (DROZDZYNSKA et al., 2018).

3.1. ÍNDICES DE RESPONSIVIDADE À FLUIDO

A responsividade ao fluido ou ao volume significa que irá ocorrer uma resposta positiva do organismo após a implementação da fluidoterapia, aumentando a pré-carga, o volume sistólico e em decorrência disso, o débito cardíaco, nos casos em que os ventrículos estejam na parte ascendente da curva de Frank-Starling. Por isso, a fluido responsividade deve ser detectada antes de iniciar a terapia, especialmente em pacientes que exigem cautela, como aqueles

em choque séptico ou com disfunção respiratória e/ou cardíaca (MONNET & TEBOUL, 2013).

Devido aos mecanismos cardiovasculares compensatórios, a hipotensão somente irá ocorrer quando houver perda acima de 30-40% do volume sanguíneo**.** Portanto, os marcadores de resposta a fluidoterapia são de extrema importância, pois são mais precoces no diagnóstico de hipovolemia do que a pressão arterial em si, e informam se a terapia deve ser iniciada. Além disso, indicam se o paciente respondeu favoravelmente, se a reanimação volêmica foi insuficiente ou ineficiente, neste caso, sugerindo outras terapias como vasopressores ou inotrópicos, por exemplo. A partir deles sabe-se então quando a terapia deve ser iniciada e finalizada (BERKENSTADT et al., 2005; DROZDZYNSKA et al., 2018)**.**

Desta forma, para a avaliação da fluido responsividade utiliza-se marcadores estáticos ou dinâmicos, os quais são os mais indicados, uma vez que os estáticos como o cateter de swan-ganz e a pressão venosa central (PVC) demonstraram ser ineficientes preditores em estudos previamente realizados. No entanto, todas essas medidas empregadas possuem limitações, como os pacientes com arritmias ou disfunção grave pulmonar e/ou torácica (RAMOS & AZEVEDO, 2009).

Além disso, tais medidas foram estudadas em humanos sob ventilação à pressão positiva (VPP), por isso o seu uso não é indicado em pacientes ventilando espontaneamente. É necessário a realização de mais estudos dos índices estáticos e dinâmicos de responsividade à volume em pacientes sob ventilação espontânea, já que é uma realidade recorrente em pacientes anestesiados e busca-se o desmame o mais rápido possível de pacientes ventilados mecanicamente em unidades de terapia intensiva (RAMOS & AZEVEDO, 2009).

Na rotina clínica da medicina veterinária é comum a administração de bólus de cristaloides visando normalizar pressão arterial (PAS acima de 90 mmHg em cães e 100 mmHg em gatos), sendo, na maioria das vezes realizada sem prévia avaliação da volemia por marcadores, devido a quantidade escassa de estudos dentro da nossa área por ser um tema atual e complexo, além disso o alto custo de equipamentos e necessidade de profissionais capacitados inviabilizam o seu uso dentro da nossa profissão nos dias atuais. Então é realizado um diagnóstico da hipovolemia somente após a terapia se o paciente responder positivamente. São realizadas até três provas de carga consecutivas de 10-15 ml/kg em 10-15 minutos, e já é sabido que é melhor realizar em um intervalo de tempo menor. Com a administração em bólus, se espera que normalize a pressão arterial, podendo então dizer que o paciente foi responsivo à fluidoterapia (NETO et al., 2016).

3.2. MARCADORES ESTÁTICOS

A PVC, o cateter de Swan-Ganz, a FC e a PA são indicadores estáticos da pré-carga, mas possuem limitações na identificação da hipovolemia por serem parâmetros tardios e ineficientes. A frequência cardíaca e a pressão arterial são compensados hemodinamicamente e inúmeras interferências influenciam nos seus valores de acordo com o quadro clínico do paciente (RABELO, 2012).

3.2.1. CATETER DE SWAN GANZ

O método de termodiluição por meio do cateter de Swan-Ganz para a determinação da pressão do átrio direito, pressão do ventrículo direito, pressão da artéria pulmonar e pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP) é um marcador antigo que está em desuso devido aos riscos e complicações na sua colocação, pois é uma técnica invasiva e pode levar a resultados não confiáveis. Estudos recentes não demonstraram benefícios e com isso seu uso na prática clínica está cada vez menor. A sua colocação é realizada por meio de uma veia periférica, podendo ser a subclávia, jugular ou femoral, até a chegada ao átrio direito e por meio da diferença de pressão demonstrada no monitor, o profissional saberá em qual região o cateter está localizado, além da marcação em centímetros ao longo do cateter. O procedimento deve ser realizado com o acompanhamento de um monitor de eletrocardiograma e o ponto zero deve estar no eixo flebostático, localizado na linha axilar média. O cateter pode ser de quatro ou sete vias e tem algumas aplicabilidades, tal como injeção de medicamentos. A aferição pode ser automática via monitor eletrônico, que mostra valores do débito cardíaco, POAP, resistência vascular sistêmica, e, além disso, contém um parâmetro de oxigenação que é a saturação venosa mista de oxigênio aferida na artéria pulmonar, ou a aferição pode ser via coluna de água com o resultado em centímetros de água (cmH2O) (ROCHA, et al. 2010; RABELO, 2012).

3.2.2. PRESSÃO VENOSA CENTRAL

A pressão venosa central foi introduzida na década de 50 com o objetivo de avaliar a função cardíaca e a volemia em pacientes críticos, e também para a monitoração hemodinâmica em casos, por exemplo, de reanimação volêmica guiada por metas. Esse método de monitoração é feito com a colocação de um cateter através de uma veia periférica ou central, de preferência a jugular, até a sua chegada à veia cava superior, com isso a PVC e a pressão do átrio direito (PAD) são aferidas com o transdutor de pressão, já que a veia cava se comunica diretamente ao átrio direito. É válido ressaltar que a colocação do cateter deve ser sempre acompanhada de monitoração eletrocardiográfica. O valor de referência da PVC varia de 0 a 14 mmHg em cães e 0 a 5 mmHg em gatos com o ponto zero do transdutor sendo a linha axilar média. Por meio dos transdutores

eletrônicos geralmente a aferição se dá em mmHg, mas pode ser realizado também pela coluna de água que é um método alternativo, onde 1 mmHg = 1,34 cmH2O (LUMB & JONES, 2017).

Pode ser necessária mais de uma aferição para chegar ao diagnóstico. A PVC menor que 0 cmH2O remete à fluidoterapia insuficiente; no intervalo de 2 a 5 cmH2O, pode ser bastante incrementada e acima de 5 cmH2O deve ser limitada. A diminuição nos valores da PVC na maioria das vezes indica diminuição da volemia (pré-carga), porém fatores como frequência cardíaca, volume sanguíneo, função ventricular direita e retorno venoso podem mascarar o valor real da PVC, por isso o uso desse método pode ser prejudicado e deve ser interpretado com cautela (LUMB & JONES, 2017). Apesar de a sua diminuição gerar a interpretação de diminuição volêmica, o seu aumento ou valores normais não excluem a necessidade de reposição volêmica, fatores estes que limitam o uso isolado dessa técnica (OTERO & PORTELA, 2012).

3.3. MARCADORES DINÂMICOS

Os indicadores dinâmicos mais estudados são os que quantificam as variações observadas na PA com as mudanças na pressão intratorácica a partir da ventilação à pressão positiva (VPP) (PORTELA & OTERO, 2012). Devido à ventilação espontânea ser limitante, pois não é possível saber a pressão intratorácica e o volume corrente precisos do paciente, há poucos estudos na literatura sobre ventilação espontânea associada aos preditores dinâmicos da fluido responsividade. Ademais, as arritmias cardíacas, o aumento da pressão intra-abdominal, o aumento da frequência respiratória, o baixo volume corrente e as cirurgias a peito aberto também são limitações, uma vez que interferem diretamente na interação coração-pulmão, crucial para uma boa acurácia de tais técnicas (MONNET & TEBOUL, 2013).

Dentre os marcadores dinâmicos incluem a variação da pressão sistólica (ΔPS) e a variação da pressão de pulso (ΔPp) que são métodos invasivos devido a necessidade de cateterização de uma artéria periférica, sendo o ΔPp o método mais confiável, e os não invasivos como a variação da onda plestimográfica (ΔPpleth) ou IVP (índice da variabilidade pletismográfica), ecocardiograma e avaliação da veia cava (PORTELA & OTERO, 2012; DROZDZYNSKA et al., 2018). Os indicadores não invasivos necessitam de mais estudos na medicina veterinária em relação ao seu uso, mas pode ser de grande valia para procedimentos de baixo risco em que não há necessidade de monitorização invasiva (MONNET & TEBOUL, 2013).

As vantagens das medidas dinâmicas do ecocardiograma em relação às variáveis estáticas como mensuração do débito cardíaco residem no fato de que as funções sistólica, diastólica e alterações valvares não interferem de forma significativa na interpretação dos dados. (FLATO & GUIMARÃES, 2010).

3.3.1. VARIAÇÃO DA PRESSÃO DE PULSO

O ΔPp é uma opção mais confiável que o ΔPS e o IVP por utilizar a pressão de pulso, e é definida como a diferença entre a pressão de pulso máxima e mínima dentro de um ciclo respiratório dividido pela média desses valores e expresso em porcentagem, como na fórmula abaixo (Figura 2), estes valores são obtidos por meio da mensuração do traçado em monitor de pressão arterial invasiva em pacientes ventilados mecanicamente. Valores acima de 13% indicam responsividade à fluidoterapia (PORTELA & OTERO, 2012; JALIL & CAVALLAZZI, 2018). Estudos realizados com cães demonstraram que a variação da pressão de pulso é maior ou igual a 13% quando os cães perdem 18-20% do volume sanguíneo, considerado marcador precoce em casos de hipovolemia aguda (BERKENSTADT et al., 2005).

Sano et al., (2018), em seu trabalho, encontrou valores de corte de 9-12% para ΔPp e 8-12% para IVP. O IVP conseguiu ser preditor tanto quanto o ΔPp, o que é vantajoso na rotina da medicina veterinária pois o IVP pode ser mais facilmente empregado na prática que o ΔPp, já que o IVP pode ser mensurado de maneira não invasiva, não sendo necessário o uso de um cateter arterial invasivo como no caso do ΔPp, necessitando apenas de um monitor multiparamétrico com oximetria de pulso disponível. No entanto, a ventilação mecânica é ainda necessária, o que pode ser uma limitação na rotina. Nesse mesmo estudo, foi demonstrado que o ΔPp e IVP podem prever mais precisamente a fluido responsividade que a PVC em cães ventilados mecanicamente anestesiados com isoflurano e pré medicados com acepromazina, fármaco que está presente na rotina da anestesiologia veterinária.

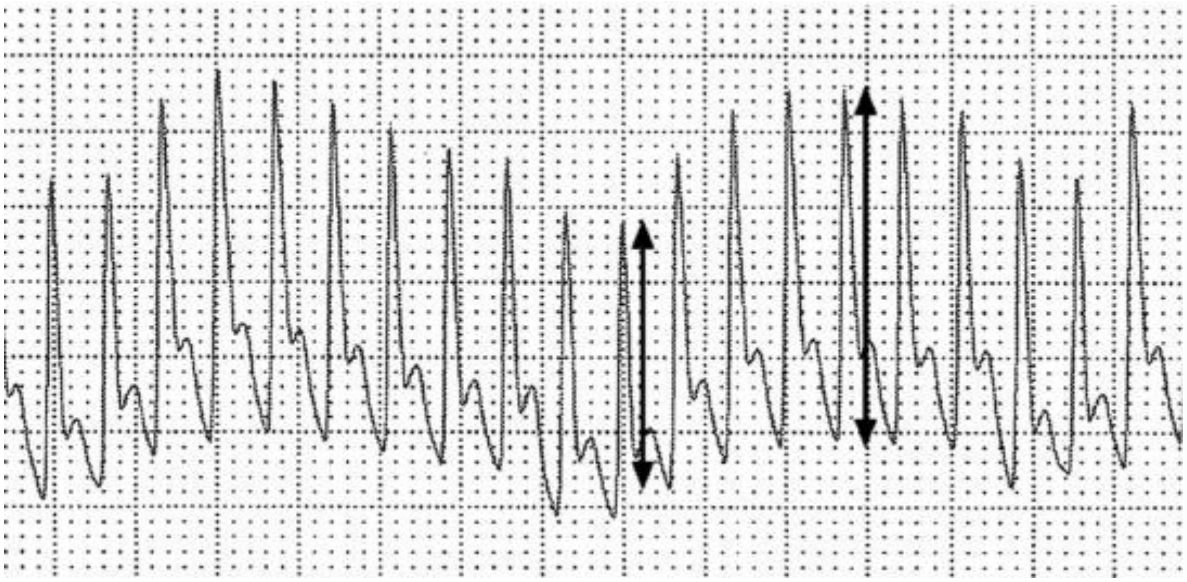


Figura 2: Traçado da pressão arterial demonstrando a variação respiratória e a diferença entre as pressões de pulso. Formula: ΔPp (%) = 100 × (Ppmáx – Ppmín)/[(Ppmáx + Ppmín)/2]. FONTE: JALIL & CAVALLAZZI, 2018.

3.3.2. VARIAÇÃO DA PRESSÃO SISTÓLICA

O ΔPS é utilizado como marcador precoce de hipovolemia e possui valor de normalidade entre 7 a 10 mmHg em pacientes sob ventilação controlada. Seus valores e traçados são obtidos através do monitor de pressão invasiva pela cateterização arterial. A variação da pressão sistólica pode ser dividida em um componente de inspiração (Δup) e um de expiração (Δdown), após a determinação do desnível superior Δup (normal: 2 a 4 mmHg) e inferior Δdown (5 a 6 mmHg), realiza-se a somatória e o resultado é o ΔPS (Figura 3). Em pacientes com déficit volêmico ocorre aumento drástico do ΔPS, principalmente do Δdown, com isso podemos predizer a hipovolemia mesmo em animais que conseguem manter a PA em valores normais em decorrência da vasoconstrição compensatória. Valores do ΔPS iguais ou maiores que 12 mmHg significam responsividade à fluidoterapia, porém esse índice pode sofrer alterações de acordo com variações da pressão intratorácica (PORTELA & OTERO, 2012).

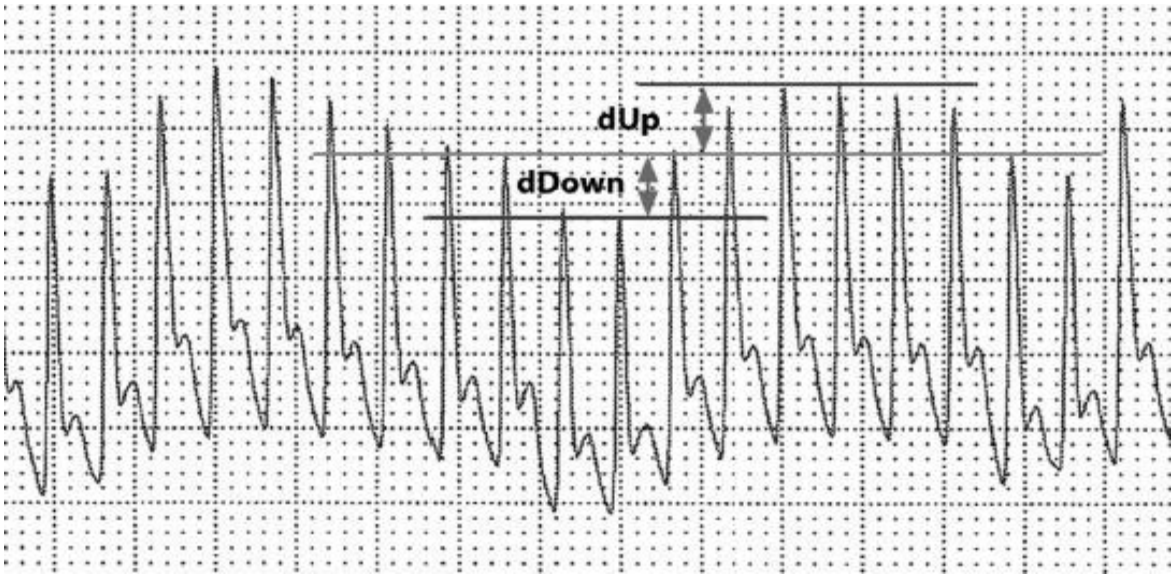


Figura 3: Traçado arterial demonstrando a variação respiratória e a diferença entre o pulso sistólico máximo (inspiração) e mínimo (expiração) durante um ciclo respiratório. FONTE: JALIL & CAVALLAZZI, 2018.

3.3.3. ÍNDICE DA VARIABILIDADE PLETISMOGRÁFICA

O ΔPpleth ou IVP é um índice não invasivo obtido pela onda pletismográfica da oximetria de pulso, sendo calculado como a porcentagem da amplitude da linha basal, em períodos sem a ventilação a pressão positiva (apneia), (figura 4), como na fórmula: PVI (%)= PImax – Pimin/ PImax x 100. Resultados maiores que 9 a 15% remetem a responsividade à reanimação volêmica. No traçado, a amplitude da onda será maior durante a inspiração, pois

aumentam com a diminuição do fluxo sanguíneo e menor na expiração devido à expansão volêmica em pacientes ventilados mecanicamente. No entanto, existem várias limitações no seu uso como preditor volêmico, tais como falha no sinal em pacientes vasoconstritos por uso de fármacos, hipotermia, ou estado grave como choque, além disso, pele ou mucosa pigmentada também interferem no sinal da oximetria de pulso, podendo ser de difícil uso em pacientes graves (PORTELA & OTERO, 2012).

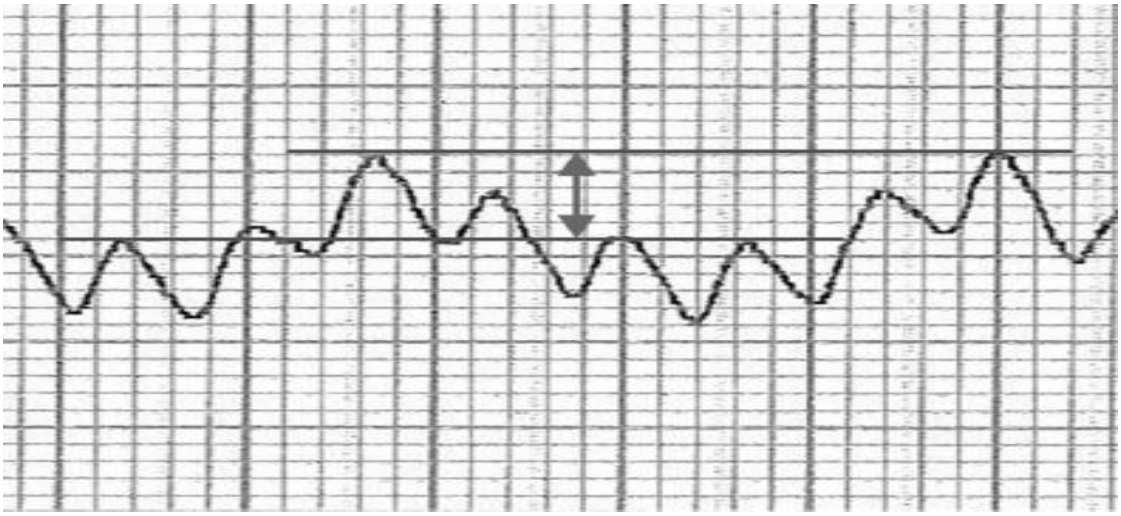


Figura 4: Traçado pletismográfico obtido por meio da oximetria de pulso, demonstrando a diferença entre os valores máximos (inspiração) e mínimos (expiração). FONTE: JALIL & CAVALLAZZI, 2018.

3.3.4. ECOCARDIOGRAMA

O ecocardiograma é um exame confiável, de alta acurácia, seguro, não invasivo, portátil e realizado à beira leito, que não emite radiação e traz informações em tempo real sem a necessidade de ventilação mecânica nos paciente que serão submetidos à técnica (SCHOBER et al., 2010). É fundamental para avaliação estrutural e funcional do coração, espaço pericárdio e pulmão e é utilizado principalmente no diagnóstico e prognóstico de cardiopatias (KELLIHAN et al., 2015). Atualmente o seu uso na medicina humana vem se expandindo para avaliação hemodinâmica na terapia intensiva, e também para avaliação volêmica (CASAROTO et al., 2015).

Na medicina veterinária, a utilização ecocardiográfica como preditor volêmico parece ser promissora, uma vez que já está presente em grandes centros veterinários e para execução de pesquisas, no entanto ainda são necessários novos estudos para a aplicabilidade nos animais (YASTREBOV et al., 2018).

A escolha entre o uso da ecocardiografia transesofágica ou transtorácica (ETT) depende da estrutura cardíaca que será avaliada, do cenário clínico e da

disponibilidade de equipamentos. O uso do ECO transesofágico geralmente será preferível quando não há disponibilidade de janela torácica adequada, como em pacientes que não podem se posicionar no decúbito necessário, devido ao seu estado crítico, ou com presença de drenos e tubos, edema, entre outros (FLATO et al., 2009; COBUCCI, 2009).

As informações derivadas das análises ecocardiográficas devem ser sempre contextualizadas dentro do quadro clínico do paciente (FLATO & GUIMARÃES, 2010).

3.3.4.1. AVALIAÇÃO DO VOLUME SISTÓLICO

Segundo OLIVEIRA et al. (2011), vários métodos de avaliação do volume sistólico do ventrículo esquerdo (VE) e do débito cardíaco através do ecocardiograma são usados, principalmente em pacientes de alto risco à beira leito. O VS pode ser calculado pela subtração do volume sistólico final do volume diastólico final, obtidos pelo método de Teicholz na avalição ventricular esquerda pelo modo M, embora não seja a metologia mais precisa. Tais medidas são de fundamental importância, pois remetem a informações do status volêmico do paciente, e da sua eficácia em responder positivamente às intervenções de volume realizadas.

O VS pode ser também aferido com o emprego da ecocardiografia transtorácica por meio da mensuração da área de via de saída do ventrículo esquerdo obtida pela janela paraesternal direita no eixo longo (figura 5), multiplicada pela integral tempo-velocidade aórtico (VTIAo) obtida pela janela paraesternal esquerda plano apical cinco câmaras, mensurada com a modalidade do doppler pulsado do fluxo transaortico. Com a fórmula DC= FC x VS, pode ser calculado o débito cardíaco (FLATO et al., 2009).

Figura 5: Uso do Doppler para visualização do fluxo aórtico na via de saída do ventrículo esquerdo (VE). Fonte: OLIVEIRA et al., 2011.

3.3.4.2. RUSH EXAM ASSOCIADO A AVALIAÇÃO DO VOLUME SISTÓLICO

PEREIRA et al., (2010), em sua revisão explica sobre o “RUSH exam”, um exame ultrassonográfico rápido feito em pacientes para o diagnóstico da origem do choque ou hipotensão. Esse exame consiste na avaliação da “bomba”, que abrange o coração e pulmão, do “tanque”, abrangendo o pulmão, a veia cava e o compartimento abdominal para status de volume, e da “tubulação” em que a artéria aorta, veias femorais e poplíteas são os tubos. É um método rápido e eficaz para pacientes graves com suspeita de choque em que o diagnóstico do déficit volêmico é realizado com rapidez na segunda etapa do exame.

Durante a reanimação dinâmica em pacientes críticos, o volume sistólico é um excelente preditor de resposta positiva ao tratamento, sendo que se houver um aumento maior ou igual a 15% ou a 20% após a infusão de volume ou inotrópicos, respectivamente, o paciente está sendo responsivo à terapia. Falta de resposta à terapia específica pode ocorrer por falha no diagnóstico, ou diagnóstico correto, porém tratamento errado ou insuficiente, por exemplo, desafio volêmico de baixa dose ou perda simultânea de fluidos.

Devido a isso, BLANCO et al., (2015), sugeriu em seu trabalho a junção do cálculo do volume sistólico obtido por ecocardiografia transesofágica através do produto da integral velocidade-tempo (VTI) da via de saída do ventrículo esquerdo (LVOT) e da área do LVOT, como demonstrado na fórmula: VS (cm^3) = A (cm2) x VTI (cm).

Matematicamente, o VTI é equivalente à área sob a curva no espectro doppler de ondas pulsadas. Imaginando a área sob a curva como um retângulo (altura x largura), o produto de seus lados produzirá o VTI. (Figura 6) Aplicando esse princípio, os lados do retângulo são a velocidade média e o tempo de ejeção, cujo produto é o VTI. Dado que o diâmetro do LVOT é essencialmente constante, alterações no volume sistólico são resultantes de alterações no VTI (BLANCO et al., 2015).

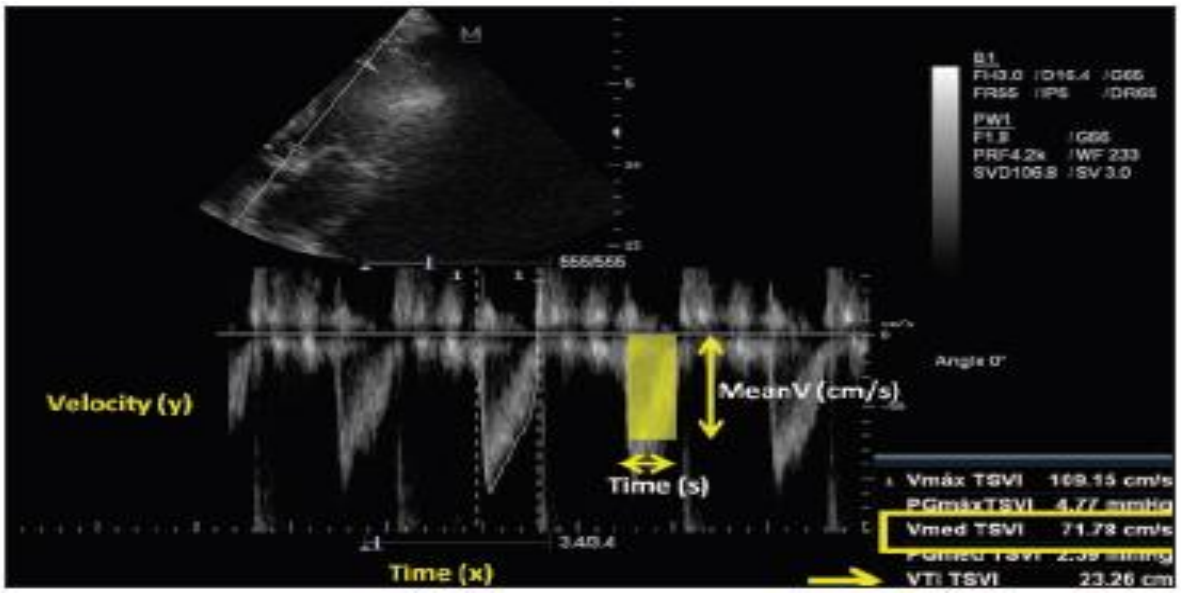


Figura 6: Espectro doppler de ondas pulsadas, o VTI é equivalente à área sob a curva. Fonte: Blanco et al., 2015.

É válido ressaltar que avaliações clínicas e laboratoriais como o lactato são imprescindíveis para o diagnóstico e tratamento do paciente em associação com o RUSH VTI (BLANCO et al., 2015).

3.3.4.3. BEIJO PAPILAR

Essa avaliação é realizada através da janela paraesternal transversal, obtida pelo direcionamento do transdutor em sentido cranial-caudal e posicionando-o em espaços intercostais mais superiores ou inferiores, a partir do plano paraesternal longitudinal, realiza-se uma rotação do transdutor em 90º em sentido horário, seccionando transversamente o coração. Movimentando o transdutor em sentido apical, obtém-se o plano dos músculos papilares, (figura 7) o qual representa uma incidência importante na avaliação global e segmentar do ventrículo esquerdo (FLATO & GUIMARÃES, 2010).

A obliteração na sístole do ventrículo esquerdo pode ser um sinal extremo de hipovolemia, conhecido como kissing papillary muscles sign, ou beijo papilar. É bastante usado na prática em situações emergenciais que requerem diagnóstico prático e rápido, de fácil realização, porém não é um achado específico e deve ser complementado com outros dados sempre que possível, enquadrando ao contexto clínico, principalmente em animais com diagnóstico suspeito ou confirmado de cardiomiopatia hipertrófica, patologia que pode interferir na interpretação do exame pela hipertrofia da parede do ventrículo esquerdo. Assim como a presença de câmaras dilatadas não exclui eventual resposta à fluidoterapia. (GASPAR et al., 2018)

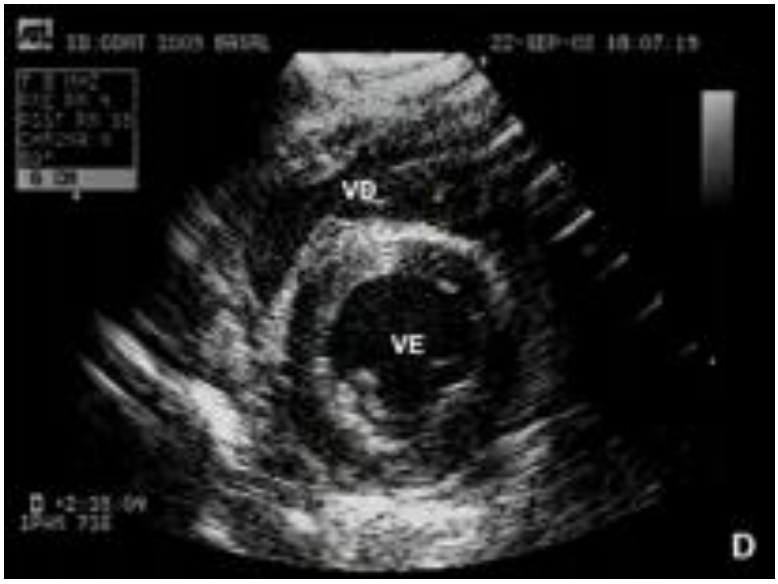


Figura 7: Plano paraesternal transversal no nível dos músculos papilares. FONTE: adaptado de ADBUCH et al., 2013.

3.3.5. AVALIAÇÃO DA VEIA CAVA

A veia cava inferior (VCI), denominado assim na medicina humana, é um vaso predominantemente abdominal, relacionado com a câmara cardíaca direita, e que apresenta alterações de amplitude de acordo com o ciclo respiratório e o volume sistólico (FLATO et al., 2009). A avaliação ultrassonográfica ou ecocardiográfica das flutuações respiratórias da VCI é um método não invasivo e confiável para estimar a volemia do paciente sob ventilação mecânica (VECCHIS et al., 2012).

Durante a respiração espontânea, na inspiração ocorre diminuição da pressão intratorácica, o que facilita o retorno venoso, induzindo a VCI ao colapso (figura 8), já na expiração, o retorno venoso diminui, causando um aumento no diâmetro da VCI. Com a sobrecarga de volume, ocorre uma mínima mudança no diâmetro da VCI durante o ciclo respiratório, independente do seu valor absoluto (VECCHIS et al., 2012). Já em pacientes ventilados mecanicamente, com o aumento da pressão intratorácica na fase inspiratória devido a ventilação à pressão positiva, ocorre aumento do diâmetro da VCI devido à diminuição da pré-carga do ventrículo direito e/ou ao aumento da pós-carga do VD (pressão positiva) associado ao aumento da pré-carga do VE secundária ao esvaziamento de sangue do leito pulmonar e conseqüente aumento do volume sistólico (FLATO et al., 2009).

A variação respiratória (inspiração e expiração) do diâmetro da VCI pelo ECO com o modo M e/ou bidimensional, por meio da janela subcostal, é o método mais utilizado para avaliação volêmica. Quanto mais hipovolêmico estiver o paciente, maior será a variação do diâmetro da VCI com a respiração, devido a

maior repercussão da ventilação controlada no retorno venoso (FLATO et al., 2009).

Pode-se então utilizar a variação da veia cava inferior (%ΔVCI) e/ou superior (%ΔVCS), como parâmetros para determinar a responsividade à fluidoterapia dentro da medicina humana.

Segundo Feissel et al., (2002) emprega-se o valor de corte da %ΔVCI (que pode ser obtido através da seguinte fórmula: diâmetro máximo de VCI – diâmetro mínimo de VCI / média dos diamêtros) maior que 12% medido com ecocardiograma através da integral velocidade-tempo na valva aórtica, ou maior que 18% utilizando o índice de distensibilidade de VCI (dVCI) que pode ser calculado da seguinte maneira: Dvci= diâmetro máximo da VCI – diâmetro mínimo da VCI / diâmetro mínimo da VCI segundo Barbier e colaboradores (2004) através da integral velocidade-tempo na artéria pulmonar.

E já na variação da veia cava superior (%ΔVCS) o valor de corte utilizado é o de maior ou igual a 36% em pacientes sob ventilação controlada (FLATO et al., 2009).

Ainda não há estudos que viabilizem o seu uso como preditor de fluido-responsividade em pacientes com ventilação espontânea ou em ventilação mecânica em modo assistido, devido a variáveis não controladas dependentes dos esforços respiratórios do paciente, como volume corrente e frequência respiratória (VECCHIS et al., 2012 ; FLATO et al., 2009)

MARCELINO et al., (2019), em seu estudo avaliou o diâmetro da VCI obtido por ecocardiografia transtorácica e sua relação com a pressão venosa central em 560 pacientes de UTI e concluiu que o diâmetro da VCI poderia ser um método não invasivo para estimar a PVC.

VECCHIS et al., (2012) em seu estudo, avaliou ultrassonograficamente o Diâmetro da Veia Cava Inferior (DVCI) e seu índice de colapsabilidade (ICVCI) em pacientes humanos com insuficiência cardíaca congestiva buscando mudanças no padrão respiratório da veia cava inferior (VCI) que indicassem anormalidades volêmicas tais como congestão ou hipovolemia. Grandes mudanças do ICVCI indicaram provável déficit volêmico (ICVCI maior que 40%) e baixos valores significaram congestão hemodinâmica (ICVCI menor ou igual a 15%). O ICVCI foi definido como a diferença entre o diâmetro expiratório máximo e o diâmetro inspiratório mínimo dividido pelo diâmetro expiratório máximo. As medidas do ICVCI foram obtidas de 1 a 2 cm abaixo do nível das veias hepáticas. O registro do diâmetro VCI foi realizado no modo M, a aproximadamente três cm do átrio direito com o paciente deitado a 45°.

Pode-se concluir então que tal método de avaliação é de grande valia para uso em pacientes críticos, sendo indicado em pacientes humanos ventilados mecanicamente devido a maior quantidade de estudos disponíveis, porém na medicina veterinária ainda há necessidade de estudos e pesquisas.

A sua realização por um profissional treinado e qualificado é muito importante para a acurácia da avaliação diagnóstica, pois é um método que

requer habilidade e pode sofrer interferências, por isso deve-se associar o resultado do exame ao quadro clínico e a outros métodos diagnósticos sempre que possível.

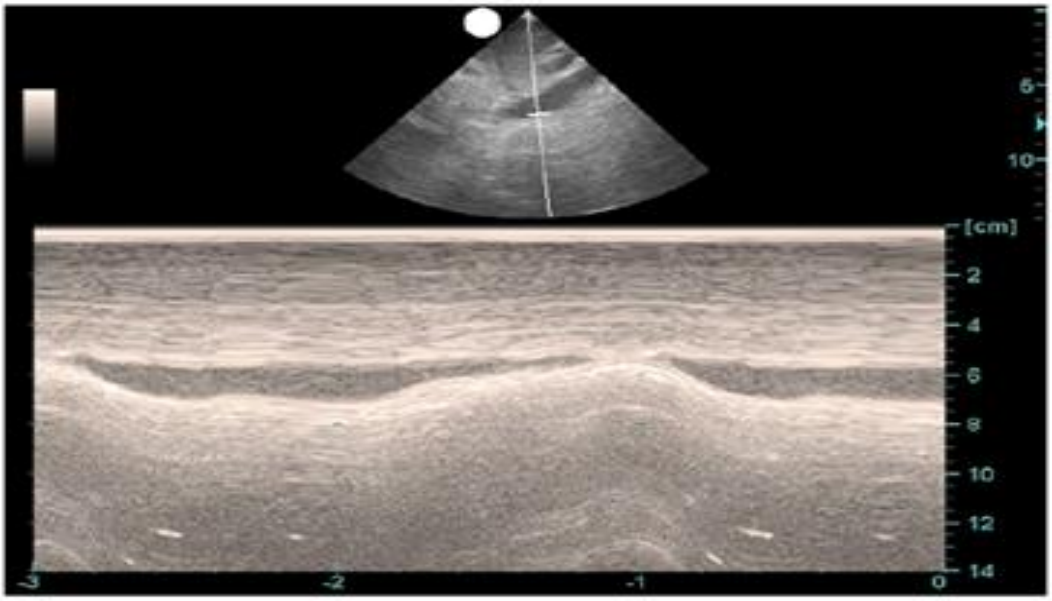


Figura 8: Modo-M doppler mostrando a colapsabilidade da veia cava inferior. Fonte: PERERA et al., 2010.

4. CONSIDERAÇÔES FINAIS

A administração de fluidos nos pacientes é uma terapia que deve ser levada a sério, principalmente em quadros críticos e que requerem maior cuidado e atenção, já que se for instituída corretamente, pode trazer muitos benefícios ao paciente. Preditores dinâmicos de fluido responsividade estão sendo estudados na medicina veterinária e já são uma realidade na medicina humana, tais técnicas têm inúmeras vantagens e devem sempre ser associadas ao quadro clínico e a outras técnicas de acordo com a necessidade individual do paciente. Espera-se que em um futuro próximo os preditores dinâmicos possam ser desenvolvidos dentro da nossa rotina, mas para isso, é necessário desenvolver mais estudos e pesquisas nessa área e a busca do profissional por qualificação teórica e prática, e treinamento adequado é fundamental. Através do desenvolvimento científico e da cooperação de grandes centros nacionais e internacionais, é possível obter conhecimentos e tornar essa prática uma realidade, buscando oferecer o melhor e mais rápido diagnóstico e tratamento aos nossos pacientes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abduch, M. C. D.; Assad, R. S.; Mathias Jr, W., Aiello, V. D.; A ecocardiografia no Laboratório Cardiovascular: Um Guia para a Pesquisa com Animais. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**; [online] disponível em: > http://www.scielo.br/pdf/abc/2013nahead/0066-782X-abc-20130239.pdf< acesso em 19/12/2019 as 21:34.

Assuncao, M. S. C.; Corrêa, T. D.; Bravim, B. A.; Silva, E. Como escolher os alvos terapêuticos para melhorar a perfusão tecidual no choque séptico, **Einstein**, 2015.

Bagheri-Hariri, S.; Yekesadat, M.; Farahmand, S.; Arbab, M.; Sedaghat, M.; Shahlafar, N.; Takzare, A.; Seyedhossieni-Davarani, S.; Nejati, A. The impact of using RUSH protocol for diagnosing the type of unknown shock in the emergency department. **American Society of Emergency Radiology**, 2015.

Barbier, C.; Loubières, Y.; Schmit, C.; Hayon, J.; Ricôme, J. L.; Jardin, F.; Vieillard-Baron A. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. **Intensive Care Med**, v.30, n.9, p.1740-6, 2004.

Berkenstadt, H.; Friedman, Z.; Preisman, S.; Pulse pressure and stroke volume variations during severe haemorrhage in ventilated dogs. **Br J Anaesth**, v. 94, P. 721-726, 2005.

Blanco, P.; Aguiar, F. F.; Blaivas, M. Rapid Ultrasound in Shock (RUSH) Velocity-Time Integral A Proposal to Expand the RUSH Protocol. **J Ultrasound Med**, v.34, p.1691–1700, 2015.

Borlinil, D. C.; Oliveira, D. C.; Santos, W. G.; Monteiro, J. N. M.; Vescovill, L. A.; Barros, S. V. S. G.; Roesler, T.; Sobrinho, A. Q. A.; Costal, F. S. Doppler tecidual do miocárdio de gatos submetidos à anestesia dissociativa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2448-2453, 2009

Casaroto, E.; Mohovic, T.; Pinto, L. M.; Lara, T. R. Ecocardiografia à beira leito em pacientes graves. **Einstein**,v.13, n.4, p. 644-6, 2015.

Castillo, J. M.; Albuquerque, E. S.; Silveira, C. A. M.; Lamprea, D. P.; Sena, A. D. M. Avaliação da Função Diastólica Utilizando Ecocardiografia Doppler e Strain Bidimensional. **Arq Bras Cardiol**, v. 30, n. 2, p. 46-53, 2017.

Cobucci, A. O Papel da Ecocardiografia na Monitoração Hemodinâmica do Doente Crítico. **Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc**, v.22, n.3, p. 26 - 34, 2009.

Dinh, V. A.; Ko, H. S.; Rajiv, R.; Bansal, R.C.; Smith, D. D.; Kim, T. E.; Nguyen, H. B. Measuring cardiac index with a focused cardiac ultrasound examination in the ED. **American Journal of Emergency Medicine** (2012) 30, 1845–1851

Drozdzynska, M. J.; Chang, Y.; Stanzania, G.; Pelligand, L. Evaluation of the dynamic predictors of fluid responsiveness in dogs receiving goal-directed fluid therapy. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, p. 22-30, 2018.

Feissel, M.; Michard, F.; Mangin, I. Respiratory change in inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness in septic shock. **Am J Respir Crit Care Med**, 2002

Flato, U. A. P.; Campos, A. L.; Trindade, M. R.; Guimarães, H. P.; Vieira, M. L. C.; Brunori, F. Ecocardiografia à beira do leito em terapia intensiva: uma realidade ou um sonho distante? **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.21, n.4, p.437-445, 2009.

Flato, U. A. P.; Guimarães, H. P. **Guia de Ecografia para Pronto-Socorro e UTI**, 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 2010. 138 p.

Gaspar, A.; Azevedo, P.; Roncon-Alburquerque, R. Avaliação hemodinâmica não invasiva por ecocardiograma Doppler, **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.30, n. 3, p.385-393, 2018.

Glassford, N. J.; Myles, P.; Bellomo, R. The Australian approach to peri-operative fluid balance. **CurrOpin Anaesthesiol,** v.25, p.102–110.

Gonçalves, H. A. G. **Ecografia em terapia intensiva: avaliação de treinamento voltado para intensivistas e emergencistas pediátricos**. 2014, 129 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Jalil, B. A.; Cavallazzi, R. Predicting fluid responsiveness: A review of literature and a guide for the clinician. **American Journal of Emergency Medicine**, 36, p. 2093–2102, 2018.

Kellihan, H. B.; Stepien, R. L.; Hassen, K. M.; Smith, L. J. Sedative and echocardiographic effects of dexmedetomidine combined with butorphanol in healthy dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, 2015.

Koestenberger, M.; Nage, B.; Ravekes, W.; Avian, A.; Burmas, A.; Grangl, G.; Cvirn, G.; Gamillscheg, A. Right Ventricular Outflow Tract Velocity Time Integral Determination in 570 Healthy Children and in 52 Pediatric Atrial Septal Defect Patients. **Pediatr Cardiol**, 2015.

Lamia, B.; Ochagavia, A.; Monnet, X.; Chemla, D.; Richard, C.; Teboul, J.; Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity. **Intensive Care Med**, v. 33, p.1125–1132, 2007.

Lumb & Jones. **Anestesiologia e Analgesia em Veterinária**, 5 ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. 3062 p.

Marcelino, P.; Borba, A.; Fernandes, A. P.; Non invasive evaluation of central venous pressure using echocardiography in the intensive care: specific features of patients with right ventricular enlargement and chronic exacerbated pulmonary disease. **Rev Port Pneumol**, v.12, n.6, p. 637–58, 2006.

Marik, P. E.; Monnet, X.; Teboul, J. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy**. Annals of Intensive Care**, 1:1, 2011.

Monnet, X.; Teboul, J. Assessment of volume responsiveness during mechanical ventilation: recent advances. **Critical Care**, 17:217, 2013.

Navaratnam, M.; Punn, R.; Ramamoorthy, C.; Tacy, T. A. LVOT-VTI is a Useful Indicator of Low Ventricular Function in Young Patients**. Pediatr Cardiol**, v. 38, p. 1148–1154, 2017.

Neto, F. J. T.; Luna, S. P. L.; Aguiar, A. J. A.; **Anestesiologia em pequenos animais**, 1 ed., Botucatu – SP, Faculdade de medicina veterinária e zootecnia da Universidade estadual paulista campus de Botucatu – SP, 2016, 277 p. [apostila]

Oliveira, W.; Rodrigues, A. C. T.; Bihan, D.; Cordovil, A.; Fischer, C. H.; Filho, E. B. L.; Monaco, C. G.; Morhy, S. S.; Vieira, M. L. C. Avaliação do Volume de Ejeção Ventricular Esquerda pelo Ecocardiograma Tridimensional Colorido. **Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc**, v. 24, n.3,p. 44-50, 2011.

Otero, E. P.; Portela, A. D. Capitulo: Pressão Venosa Central, livro: **Emergências de pequenos animais: Condutas clínicas e cirúrgicas no paciente grave**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 1462 p.

Perera, P.; Mailhot, T.; Riley, D.; Mandavia, D. The RUSH Exam: Rapid Ultrasound in SHock in the Evaluation of the Critically l l l. **Emerg Med Clin N Am**, v.28, p.29–56, 2010.

Portela, A. D.; Otero, E. P. Capitulo: Pressão Arterial Invasiva e não Invasiva. Livro: **Emergências de pequenos animais: Condutas clínicas e cirúrgicas no paciente grave**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 1462 p.

Rabelo, R. **Emergências de pequenos animais: Condutas clínicas e cirúrgicas no paciente grave**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 1462 p.

Ramos, F. J. S.; Azevedo, L. C. P. Avaliação da responsividade a volume em pacientes sob ventilação espontânea. **Rev Bras Ter Intensiva**, São Paulo, v. 21 n. 2, p. 212-218, 2009.

Rehm, M.; Hulde, N.; Kammerer, T.; Meidert, A. S.; Hofmann-Kiefer, K. State of the art in fluid and volume therapy: A user-friendly staged concept. **Department of Anaesthesiology**, Germany, 2017.

Rocha, P. N.; Menezes, J. A. V.; Avaliação hemodinâmica em paciente criticamente enfermo. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 32, n. 2, p. 201-212, 2010.

Sano, H.; Seo, J.; Wightman, P.; Cave, N. J.; Gieseg, M. A.; Johnson, C. B.; Chambers, P. Evaluation of pulse pressure variation and pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated isoflurane-anesthetized dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, p. 1–9, 2018.

Schmidt, G. A. Point: “Should acute fluid resuscitation be guided primarily by inferior vena caval ultrasound for patients in shock?” Yes. **Chest** , 2016.

Schober, P.; Loer, S. A.; Schwarte, L. A. Haemodynamic monitoring of critically ill patients with transoesophageal Doppler technology. **Neth J Crit Care**, v. 14, n. 6, 2010.

Seif, D.; Perera, P.; Mailhot, T.; Riley, D.; Mandavia, D. Bedside Ultrasound in Resuscitation and the Rapid Ultrasound in Shock Protocol. **Critical Care Research and Practice**, 2012.

Vargas-Barrón, J.; Peña-Duque, M.; Roldan, F.; Romero-Cárdenas, A.; Espinola-Zavaleta, N.; Férez-Santander, S. Detection of right ventricular myocardial perfusion and contractile reserve by contrast echocardiography and low dose

dobutamine in myocardial infarction after successful right coronary angioplasty. **Archivos de Cardiologia de Mexico**, v.72, p.49-52, 2002.

Vecchis, R.; Ciccarelli, A.; Ariano, C. Colapsibilidade da Veia Cava Inferior e Sinais e Sintomas de Insuficiência Cardíaca. Novos Insights e Possíveis Associações. **Arq Bras Cardiol**, 2012.