

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Luís Felipe Dutra Corrêa

**EFEITOS DO PNEUMOPERITÔNIO COM CO₂ SOBRE A PRESSÃO
INTRA-OCULAR (PIO) E PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS
EM CADELAS SUBMETIDAS À OVARIOHISTERECTOMIA
LAPAROSCÓPICA**

Santa Maria, RS

2016

Luís Felipe Dutra Corrêa

**EFEITOS DO PNEUMOPERITÔNIO COM CO₂ SOBRE A PRESSÃO
INTRA-OCULAR (PIO) E PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS EM
CADELAS SUBMETIDAS À OVARIOHISTERECTOMIA LAPAROSCÓPICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Medicina Veterinária**.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Veloso Brun

Santa Maria, RS

2016

Ficha catalográfica elaborada por
Celina Leite Miranda, CRB-10/837, com dados fornecidos pelo autor.

C824e Corrêa, Luís Felipe Dutra, 1980 -
Efeitos do pneumoperitônio com CO₂ sobre a Pressão Intra-Ocular
(PIO) e parâmetros cardiorrespiratórios em cadelas submetidas à
OVH laparoscópica / Luís Felipe Dutra Corrêa ; orient. Maurício
Veloso Brun. – Santa Maria, 2016.
66 f. : il. color. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro
de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Medicina
Veterinária – Santa Maria, 2016.
Inclui resumo em Português e Inglês.

1. Cão. 2. Pneumoperitônio. 3. Videocirurgia. 4. Variáveis
Hemodinâmicas. 5. Pressão intraocular. I. Brun, Maurício Veloso
Brun. II. Título. III. Título: Effects of CO₂ pneumoperiton on intraocular
pressure (IOP) and cardiorrespiratory parameters in bitches submitted
to laparoscopic ovariosalpingohysterectomy (OSH) [abstract].

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Luís Felipe Dutra Corrêa. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte. *E-mail:* lfdcjeep@yahoo.com.br

Luís Felipe Dutra Corrêa

**EFEITOS DO PNEUMOPERITÔNIO COM CO₂ SOBRE A PRESSÃO
INTRA-OCULAR (PIO) E PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS EM
CADELAS SUBMETIDAS À OVARIOHISTERECTOMIA LAPAROSCÓPICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Medicina Veterinária**.

Aprovado em: 19 de Dezembro de 2016.

Maurício Veloso Brun, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ney Luis Pippi, Dr. (UFSM)

Daniel Roulim Stainki, Dr. (UFSM)

Marco Augusto Machado Silva, Dr. (UPF)

Carlos Afonso de Castro Beck, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, RS
2016

À minha família,
in memoriam, à minha mãe,
à minha esposa Cintia e
ao meu filho Luis Felipe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, professor Maurício Veloso Brun, o grande responsável pelo meu crescimento profissional e pessoal, pelos exemplos de dedicação, competência, profissionalismo, caráter, seriedade... Você foi muito mais que um orientador, um irmão mais velho que nas horas certas me dava aquele leve puxãozinho de orelha, por isso meu muito obrigado.

Ao professor Ney Luis Pippi, por seus ensinamentos, por toda sua imensa experiência passada, pelo seu exemplo de profissionalismo, meu muito obrigado.

Ao professor Daniel Stainki, que foi, sem dúvidas, a fonte inspiradora para tudo isso que passei até hoje, por sua perseverança e otimismo.

Meu muito obrigado ao professor Carlos Afonso Beck, o entusiasta que me colocou na área da videocirurgia, desde as longas tardes no bloco de grandes animais, fazendo treinamentos nas caixas pretas.

Ao professor Marco “Goiano”, mesmo que nossa amizade seja recente, meu muito obrigado pela ajuda na confecção deste projeto e suas orientações com certeza foram fundamentais para a execução do mesmo.

Aos amigos Rafael, Marília, João Pedro, Fernando, Sergio, Dakir meu muito obrigado pelas longas tardes de experiências trocadas, risadas e companheirismos.

Aos meus pais, que sempre, com amor incondicional, acreditaram e apoiaram minhas decisões. *In memoriam* a minha mãe. Obrigado por todos os ensinamentos.

A minha esposa e filho, meu muito obrigado pelo apoio e pela paciência dada pela minha esposa. Desculpa meu filho, pois, se não pude ficar mais tempo com você, foi devido a outros motivos que se fizeram necessários como a execução da tese.

A toda a equipe do SOMIV, que participou do estudo, pela competência e seriedade.

A Maria, pela seriedade, empenho e dedicação no seu trabalho e por todo apoio e amizade.

Ao pessoal da secretaria do Hospital Veterinário Universitário da UFSM que ajudou na execução e triagem dos animais neste projeto.

Ao PPGMV, por oportunizar a realização de mais uma etapa de minha formação. A Deus e aos animais por serem fonte de inspiração para a busca continuada na ciência do saber.

RESUMO

EFEITOS DO PNEUMOPERITÔNIO COM CO₂ SOBRE A PRESSÃO INTRA-OCULAR (PIO) E PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS EM CADELAS SUBMETIDAS À OVH LAPAROSCÓPICA

AUTOR: Luís Felipe Dutra Corrêa

ORIENTADOR: Maurício Veloso Brun

Os procedimentos videolaparoscópicos vêm ganhando cada vez mais espaço na rotina da medicina veterinária. Nesse âmbito, tornam-se importantes pesquisas envolvendo o emprego de pneumoperitônio com CO₂ e sua correlação com possíveis alterações da pressão intraocular (PIO). A presente tese apresenta levantamento bibliográfico para contextualização sobre o assunto, evidenciando os fatores que podem influenciar na PIO (Artigo 1) e verificar a influência de três velocidades diferentes de pneumoperitônio com a pressão de insuflação constante (12mmHg) e as repercussões sobre as variáveis cardiorrespiratórias, em animais submetidos à ovariohisterectomia (OVH) - (Artigo 2). Para a etapa experimental, foram selecionadas 40 pacientes, fêmeas, com idade média de 5 ± 2 meses, selecionados por meio de exame clínico, hematológico e oftalmológico. Após, foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos, com cada dez integrantes. No G1, os animais foram submetidos ao procedimento videolaparoscópico com velocidades de insuflação de 1 l/min.; o G2, com velocidade de 1,5 l/min. e o G3, 2 l/min. O G4 foi denominado grupo controle, sendo realizada OVH convencional. As variáveis analisadas foram FC, *f*, PAS, PAD, PAM, PVC, ETCO₂, SAT e PIO. Os pacientes foram avaliados no pré-operatório (M0) e monitorados até 2 horas após a cirurgia (M1 ao M10). As variáveis cardiorespiratórias estudadas sofreram alterações com a presença do pneumoperitônio, sendo significativas antes e após presença do dióxido de carbono ($p \leq 0,005$). O efeito do grupo entre si, não houve diferença estatística ($p > 0,005$), ficando as alterações vinculadas à presença do pneumoperitônio e na velocidade de insuflação. As pressões oculares tiveram seus aumentos associados à execução do pneumoperitônio e não a velocidade de insuflação, ficando seus valores dentro dos limites fisiológicos. Concluiu-se que animais hípidos, embora tenham sua pressão intraocular estável quando submetidos ao pneumoperitônio com CO₂ nas velocidades e pressão estudadas, sofrem aumento da PIO dentro dos padrões fisiológicos pós a insuflação.

Palavras-chave: Cão. Pneumoperitônio. Videocirurgia. Variáveis hemodinâmicas. Pressão intraocular.

ABSTRACT

EFFECTS OF CO₂ PNEUMOPERITON ON INTRAOCULAR PRESSURE (IOP) AND CARDIORRESPIRATORY PARAMETERS IN BITCHES SUBMITTED TO LAPAROSCOPIC OVARIOSALPINGOHISTERECTOMY (OSH).

AUTHOR: Luís Felipe Dutra Corrêa
ADVISOR: Maurício Veloso Brun

Videolaparoscopic procedures are increasingly gaining ground in the routine of veterinary medicine. In this context, important research projects involving the use of pneumoperitoneum with CO₂ and its correlation with possible changes in intraocular pressure (IOP) become more important. This thesis presents a bibliographical survey to contextualize the subject, showing the factors that may influence the IOP (Article 1) and also to verify the influence of three different speeds of pneumoperitoneum with the constant inflation pressure (12 mmHg) and the influence on the cardiorespiratory variables in animals submitted to ovariohysterectomy (OVH) - (Article 2). For the experimental stage, 40 female patients, with an average age of 5 ± 2 months, were selected through clinical, haematological and ophthalmologic examination. Afterwards, they were randomly distributed into four groups, with ten animals each. In G1, the animals were submitted to the videolaparoscopic procedure with inflation rates of 1 l / min; The G2, with a speed of 1.5 l / min and G3, 2 L / min. G4 was called the control group and conventional OVH was performed. The analyzed variables were HR, RR, SAP, DAP, MAP, CVP, ETCO₂, SAT and IOP. Patients were evaluated preoperatively (M0) and monitored up to 2 hours after surgery (M1 to M10). The cardiorespiratory variables studied were altered with the presence of pneumoperitoneum, being significant before and after the presence of carbon dioxide ($p \leq 0.005$). The effect of between groups was not statistically significant ($p > 0.005$), and the changes were related to the presence of pneumoperitoneum and the rate of insufflation. The ocular pressures had their increase associated with the pneumoperitoneum and not to the rate of insufflation, as their values stayed within the physiological limits. It was concluded that healthy animals, although they have their intraocular pressure stable when submitted to the pneumoperitoneum with CO₂ at the speeds and pressure studied, suffer IOP increase within the physiological patterns after insufflation.

Keywords: Dog. Pneumoperitoneum. Video surgery. Hemodynamic variables. Intraocular pressure.

LISTA DE FIGURAS

APRESENTAÇÃO

Figura 1 –	Momentos de coleta dos dados ao longo do experimento. Em cada momento estão as variáveis analisadas. M0 corresponde à chegada do animal e M10 a última coleta antes da alta do paciente	21
------------	---	----

ARTIGO 1

Figura 1 –	Principais tonômetros de aferição da pressão intraocular utilizados em medicina veterinária. (A) Tonopen XL. (B) Tonovet. (C) Tonometro de Perkins. (D) Tonometro de Schiotz	41
Figura 2 –	Principais alterações oculares em cães com glaucoma. (A) Buftalmia (seta verde). (B) Luxação do cristalino (seta vermelha). (C) Ingurgitamento vascular (seta azul) com pigmentação corneana (seta amarela). (D) Lacrimejamento (seta preta)	42

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 2

Tabela 1 – Média e desvio-padrão da pressão venosa central em cmH ₂ O, de cadelas submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da pressão venosa central no período de pneumoperitônio (M4 a M7)	51
Tabela 2 – Média e desvio-padrão da pressão arterial média em mmHg, de cadelas submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da pressão venosa central no período de pneumoperitônio (M4 a M7)	52
Tabela 3 – Média e desvio-padrão da Taxa de CO ₂ expirado, de cadelas submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da saturação de CO ₂ no período de pneumoperitônio (M4 a M7)	53
Tabela 4 – Média e desvio-padrão da Pressão intraocular do olho direito, de cadelas submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da PIO/OD no período de pneumoperitônio (M4 a M7). No entanto, este aumento não ultrapassa os valores fisiológicos	54
Tabela 5 – Média e desvio-padrão da Pressão intraocular do olho direito, de cadelas submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da PIO/OE no período de pneumoperitônio (M4 a M7). No entanto, este aumento não ultrapassa os valores fisiológicos	54
Tabela 6 – Média e desvio-padrão da saturação de oxigênio, de cadelas submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se que a saturação se manteve constante	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ALT – alanina-amino-transferase;
b.i.d. – duas vezes ao dia
cmH₂O – centímetro de água
CO₂ – dióxido de carbono
Dr. – Doutor
EDTA – ácido etilenodiamino tetra-acético
et al. – e outros
ETCO₂ – taxa de dióxido de carbono expirado
f – frequência respiratória
FA – fosfatase alcalina
FC – frequência cardíaca
G – gauge
G1 – grupo 1
G2 – grupo 2
G3 – grupo 3
G4 – grupo 4
Kg – quilograma
i.v. – intravenoso
i.m. - intramuscular
L/min – litros por minuto
M – momento indo do 0 ao 10
µg.kg – micrograma por quilograma
mg.kg⁻¹ – miligrama por quilograma
mL.kg⁻¹.h⁻¹ – mililitros por quilograma por hora
mm – milímetro
mmHg – milímetros de mercúrio
MPA – medicação pré-anestésica
OVH – ovariectomia
PaCO₂ – pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial
PAS – pressão arterial sistólica
PAD – pressão arterial diastólica
PAM – pressão arterial média
PIA – pressão intra-abdominal
PIO – pressão intra-ocular
% – porcentagem
PPGMV – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
PPT – proteínas plasmáticas totais
PVC – pressão venosa central
RL – solução de Ringer com Lactato
RS – Rio Grande do Sul
RVP – resistência vascular periférica
SAT – saturação de oxigênio
s.c. – via subcutânea
SID – uma vez ao dia
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFMS – Universidade Federal de Santa Maria
UPF – Universidade de Passo Fundo
VO – via oral

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	12
1.1	REFERENCIAL TEÓRICO	12
1.2	FATORES QUE AFETAM A PRESSÃO INTRA-OCULAR E MÉTODOS DE MENSURAÇÃO	13
1.3	PROPOSIÇÃO	15
1.4	MATERIAL E MÉTODOS	16
1.4.1	Animais experimentais, procedimentos perioperatórios e divisão dos grupos	16
1.4.2	Mensuração da pressão intra-ocular	18
1.4.3	Mensuração da espessura corneana	18
1.4.4	Procedimento anestésico	18
1.4.5	Procedimento cirúrgico	19
1.4.6	Momentos de avaliação	20
1.4.7	Variáveis analisadas	21
1.4.8	Procedimento pós-operatório	22
1.4.9	Destino dos animais	22
1.4.10	Estudo estatístico	22
2	ARTIGO 1 – FISIOLOGIA E FATORES QUE INTERFEREM NA PRESSÃO INTRA-OCULAR	23
3	ARTIGO 2 – EFEITOS DE DIFERENTES VELOCIDADES DE INSUFLAÇÃO DO PNEUMOPERITÔNIO COM CO₂ SOBRE A PRESSÃO INTRA-OCULAR (PIO) E PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS EM CADELAS SUBMETIDAS À OVH LAPAROSCÓPICA	43
4	DISCUSSÃO	56
5	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	60
	ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PARA ATO CIRÚRGICO/ANESTÉSICO	64
	ANEXO B – SERINGAS PARA COLETA DE SANGUE E COLOCAÇÃO DOS CATETERES	65
	ANEXO C – DISPOSIÇÃO DA SALA CIRÚRGICA, PREPARO DO PACIENTE E EQUIPAMENTO OFTÁLMICO.....	66

1 APRESENTAÇÃO

Esta tese aborda, na forma de dois artigos, fatores que influenciam na pressão intraocular e os resultados obtidos a partir de uma pesquisa sobre efeitos do pneumoperitônio com CO₂ sobre a pressão intra-ocular (PIO).

Para a confecção desta tese, foi utilizado o Manual de Dissertações e Teses da Universidade Federal de Santa Maria, de 2015. Os artigos estão estruturados conforme as normas das revistas para as quais foram submetidos. Portanto, o Artigo 1 está de acordo com as normas da “MEDVEP: Revista Científica de Medicina Veterinária” e o Artigo 2 segue as normas do “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia”.

No final da tese encontra-se o item Discussão, o qual estabelece uma conectividade entre os artigos apresentados, a fim de integrar e discutir a temática e os resultados dos artigos como um todo. As Referências reportam-se ao conteúdo bibliográfico utilizado para confeccionar os itens: Referencial Teórico e Discussão.

A pesquisa referente ao segundo trabalho foi executada no Laboratório de Cirurgia Experimental (LACE) do Hospital Veterinário Universitário da UFSM, sob a coordenação do professor Dr. Maurício Veloso Brun.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A cirurgia minimamente invasiva por vídeo, denominada videocirurgia, vem se tornando mais difundida em razão de seus amplos aspectos positivos, como: menor dor; diminuição da permanência hospitalar; retorno precoce às atividades e aspectos estéticos mais favoráveis (VALEZI; RAHAL, 1999). No entanto, procedimentos laparoscópicos, podem afetar a hemodinâmica e parâmetros respiratórios devido à necessidade de instalação do pneumoperitônio, causando aumento da pressão intra-abdominal (PIA) e diminuição do retorno venoso (COHEN *et al.*, 2003).

Entre as desvantagens que podem ocorrer associadas ao pneumoperitônio, destacam-se as alterações provocadas pelo aumento da PIA, como compressão dos órgãos e dos grandes vasos, além da pressão sobre o diafragma, condições essas que são dependentes da pressão e velocidade de instalação do pneumoperitônio. No sistema cardiovascular, pode ocorrer diminuição do retorno venoso, aumento da resistência vascular periférica, hipertensão, aumento do fluxo sanguíneo cerebral e

da pressão intra-craniana, disritmias e estímulo vagal. Além disso, no sistema respiratório pode ocorrer pneumotórax, hipercapnia, diminuição da capacidade residual funcional e complacência pulmonar e acidose (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 1999; LEME *et al.*, 2002; JOSHI, 2002; CUNHA *et al.*, 2002). Além do efeito mecânico do aumento da PIA, com a criação do pneumoperitônio, pode ocorrer resposta neuroendócrina do organismo, a qual também pode desencadear taquiarritmias devido à liberação de catecolaminas (JOSHI, 2001), aumento da resistência vascular sistêmica e da pressão arterial devido à liberação de vasopressina (MANN *et al.*, 1999).

Ao avaliar a influência do pneumoperitônio com CO₂ em cães, Leme *et al.* (2002) observaram aumento da pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial (PaCO₂), levando a acidose respiratória. Esse fato pode ser explicado pela absorção do espaço intra-abdominal para a corrente sanguínea do paciente, levando à hipercapnia. Os mesmos autores relatam que pressões intra-abdominais de até 15 mmHg do mesmo gás não provocam arritmias cardíacas.

1.2 FATORES QUE AFETAM A PRESSÃO INTRA-OCULAR E MÉTODOS DE MENSURAÇÃO

O humor aquoso é produzido no corpo ciliar mediante difusão, ultrafiltração do plasma e secreção ativa. A maior parte do humor aquoso flui da câmara posterior através da pupila em direção à câmara anterior, e é eliminada pelo ângulo irideocorneal dentro do plexo intra-escleral. Uma porcentagem menor, denominada fluxo uveoescleral não convencional, emerge da íris, corpo ciliar, coroide e esclera (BROOKS, 2008). No cão, a via convencional é responsável por 85 a 90% da drenagem do humor aquoso (MARTINS *et al.*, 2009). O equilíbrio entre a produção e a drenagem do humor aquoso mantém a pressão intra-ocular (PIO) entre 15 e 20 mmHg, considerada normal (BROOKS, 2008).

A PIO é definida como a pressão exercida pelo conteúdo intra-ocular contra a parede que o contém (MURPHY, 1985; CUNNINGHAM; BARRY, 1986), sendo determinada pela taxa de produção e drenagem de humor aquoso (HA), pelo volume do vítreo, volume sanguíneo da coróide, rigidez da esclera, tensão do músculo *orbicularis oculi* e pela pressão externa (DUNCALF; WEITZNER, 1963; BRUNSON, 1980; MURPHY, 1985; CUNNINGHAM; BARRY, 1986). A compressão externa do

globo, por meio da contração dos músculos extra-oculares, pode aumentar diretamente a PIO, ou ter efeitos indiretos, induzindo alterações nos volumes dos componentes intra-oculares (BRUNSON, 1980; MURPHY, 1985).

O volume sangüíneo intra-ocular depende do balanço entre o influxo e o efluxo de sangue, além do grau de constrição dos vasos sangüíneos intra-oculares. Como outros órgãos, o olho é capaz de auto-regular seu suprimento sanguíneo. Dessa forma, há discreta correlação entre as alterações na pressão arterial sistêmica (PA) e a PIO (MURPHY, 1985; COLLINS *et al.*, 1995; BRUNSON, 1980). Por outro lado, variações na drenagem venosa ocular podem ter importante influência, uma vez que o aumento do volume sanguíneo orbitário e intra-ocular dificulta a drenagem do humor aquoso (MACRI, 1961). A pressão arterial de dióxido de carbono (PaCO_2), também pode causar alterações na PIO, pois o seu aumento suscita vasodilatação e aumento da perfusão, promovendo maior aporte sanguíneo intra-ocular e, conseqüentemente, aumento desse parâmetro (MURPHY, 1985; HONSHO *et al.*, 2004; TRIM; COLBERN; MARTIN, 1985). Segundo Cunningham (1993), a PaCO_2 pode ser mensurada mediante pressão alveolar de CO_2 expirado (ETCO_2) e pelo controle central do diencefalo.

Weichsler (2008) afirma que os métodos para aferição da pressão intra-ocular indireta são a palpação manual, a tonometria por indentação, a tonometria por aplanção e a tonometria por percussão ou rebote, sendo a primeira não muito confiável. Estudos em humanos salientam que a tonometria de rebote possui um coeficiente de correlação excelente com a tonometria de Goldmann, entretanto os valores da PIO obtidos tendem a ser maiores (LOPEZ-CABALLERO *et al.*, 2007). Já os estudos em animais apontam uma tendência da tonometria de rebote em infraestimar a PIO. Em coelhos, o estudo manométrico de Kalesnykas e Uusitalo (2007) demonstrou que o Tonovet[®] foi mais acurado que o Tono-Pen XL[®], mas também apresentou tendências de subestimar a PIO.

Como há divergências entre as aferições, no projeto associado ao segundo trabalho desta Tese, foram utilizados a tonometria de aplanção correlacionada com a paquimetria corneana. Na tonometria de aplanção, muitos estudos sugerem uma correlação positiva entre a espessura corneana e o valor da PIO mais elevados em humanos e animais (AMARAL *et al.*, 2006; ILIEV *et al.*, 2006; MARTINEZ DE LA CASA *et al.*, 2006; HELZEL, 2008).

Existem relatos que o pneumoperitônio utilizado juntamente com o posicionamento do paciente durante a cirurgia promove uma série de alterações sistêmicas incluindo a elevação da pressão intra-ocular (HVIDBERG; KESSING; FERNANDES, 1981; OZCAN *et al.*, 2004).

Walick *et al.* (2007) relataram a possibilidade de cegueira pós-operatória em humanos submetidos à videocirurgia devido ao acréscimo da PIO. Há relatos de que em cães (BROADWATER *et al.*, 2008), equinos (KOMÁROMY *et al.*, 2006), coelhos (LENTSCHENER *et al.*, 1998) e gatos (HONSHO *et al.*, 2013) o pneumoperitônio eleva a PIO, porém não foram comparados cães com diferentes velocidades de insuflação e pressão o quanto influenciará na pressão intra-ocular e se essa (e outras variáveis a serem estudadas nessa proposta) passará dos limites fisiológicos.

.As alterações sistêmicas associadas ao pneumoperitônio dependem da pressão e do gás utilizados para insuflação da cavidade e da duração do procedimento, do estado cardiocirculatório do paciente, seu posicionamento e volemia (CORRÊA *et al.*, 2008). O dióxido de carbono (CO₂) medicinal é o gás empregado com maior frequência; e o acréscimo de CO₂ sanguíneo e decréscimo do pH peritoneal e plasmático levam à acidose respiratória (FUKUSHIMA *et al.*, 2011) e à liberação de agentes vasoativos e taquicardia (ALLEN, 1996).

Em função do aumento da pressão intra-abdominal (PIA), pode ocorrer aumento da resistência vascular periférica (RVP) e da pós-carga, redução do retorno venoso e da pré-carga (KOIVUSALO; LINDGREN, 2000). Tais situações tendem a reduzir o volume sistólico e, conseqüentemente, o débito cardíaco (CORRÊA *et al.*, 2008), a redução da complacência pulmonar (OBEID *et al.*, 1995), elevação do diafragma, gerando uma diminuição da capacidade vital, do volume corrente e conseqüente aumento das pressões necessárias para ventilação mecânica (SCHAUER, 2000).

1.3 PROPOSIÇÃO

A pesquisa teve como objetivo geral, avaliar possíveis alterações na pressão intra-ocular e em parâmetros cardiorrespiratórios associadas ao pneumoperitônio e ao posicionamento do paciente na mesa cirúrgica, durante a ovário-histerectomia laparoscópica ou realizada pela abordagem convencional.

Quanto aos objetivos específicos da pesquisa procurou-se, no Experimento I, avaliar:

- a) variações da pressão intra-ocular com três diferentes velocidades de insuflação em cães submetidos à OVH laparoscópica;
- b) se todas as velocidades de insuflação alteram a pressão intra-ocular e em qual magnitude;
- c) se existem diferenças significativas na pressão intra-ocular aferida empregando-se dois métodos distintos;
- d) alterações na frequência e ritmo cardíacos, frequência respiratória, pressão venosa central, pressão arterial sistólica, medida de CO₂ ao final da expiração e gasometria entre as diferentes velocidades de insuflação.

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

1.4.1 Animais experimentais, procedimentos perioperatórios e divisão dos grupos

Os animais foram obtidos de instituições não-governamentais da cidade de Santa Maria que tinham o interesse em realizar a cirurgia de OVH para posterior doação dos mesmos, contribuindo assim para o controle populacional de cães errantes da referida cidade. O experimento foi realizado após aprovação do projeto pela Comissão de Ética no Uso de Animais em ensino e pesquisa (CEUA) da UFSM, Protocolo nº 113/2014. Os responsáveis pelos animais assinaram um termo estando cientes que os animais participariam de um projeto de pesquisa, cientes dos riscos e implicações (Anexo A).

Os quesitos de inclusão dos animais no estudo experimental incluíram:

- 1) vacinação regularizada e livre de enfermidades oculares e sistêmicas, mediante realização de exame clínico geral, exame oftalmológico, hemograma e testes bioquímicos para creatinina, proteínas totais séricas, albumina e alanina-amino-transferase (ALT);
- 2) Vermifugação regularizada;
- 3) Procura por parte dos tutores em realizar a castração de seus animais, desde que hígidos pelas avaliações clínica e laboratorial.

Os exames pré-cirúrgicos incluíram interpretação de hemograma e testes bioquímicos para avaliação da creatinina, ureia, albumina, alanina-amino-transferase (ALT) e fosfatase alcalina (FA), além da mensuração de proteínas plasmáticas totais (PPT) e contagem de plaquetas; os 4mL de sangue utilizados para as referidas análises foram obtidos por meio de punção da veia jugular, armazenado em frasco com anticoagulante (EDTA) para avaliação do eritrograma, leucograma, PPT e contagem plaquetária, enquanto o material utilizado para avaliação dos exames bioquímicos foi armazenado em frascos sem anticoagulante. Foram incluídos no estudo somente animais cujo tutor/responsável autorizou por escrito, que fossem incluídos no protocolo experimental, ciente dos riscos e implicações conforme autorização (Anexo A), pré-pubere (de 3 a 7 meses).

No dia do procedimento, durante o período que precedeu o experimento, as cadelas permaneceram hospedadas em gaiolas individuais. Foi instituído um jejum de sólidos e de líquidos nas oito horas que antecederam o procedimento cirúrgico. Realizou-se a tricotomia no abdômen ventral estendendo do apêndice xifoide ao púbis, e lateralmente às cadeias mamárias, abrangendo ambos os flancos até a altura dos processos transversos das vértebras lombares. Também foram realizados: tricotomia da região cervical, dos membros torácicos (rádio e ulna) e orelhas para acesso para fluidoterapia e mensuração da pressão arterial e venosa.

Ao todo foram selecionadas 40 cadelas híginas, pesando em média 7,75 kg, \pm 5,57 kg, para realização de ovariectomia (OVH) videoassistida, distribuídas de forma aleatória (sorteio) em quatro grupos. Todos os animais receberam Ringer lactato (RL), como solução hidroeletrólítica de manutenção no trans-operatório.

Os animais foram submetidos ao acesso venoso após a administração da medicação pré-anestésica (MPA), sendo acessada a veia cefálica direita. Posteriormente, foi obtido o acesso venoso percutâneo da jugular direita, com cateter periférico 22G para obtenção dos valores de pressão venosa central (PVC), após utilização do fator de correção estabelecido por Aguiar et al. (2004), em que subtrai-se 0,51 cmH₂O do valor obtido com cateter periférico para obter-se o valor de PVC. Também foi realizado o acesso da artéria femoral com cateter 20G, para aferição da pressão arterial média (PAM), da pressão arterial sistólica (PAS), da pressão arterial diastólica (PAD). Para análise das pressões, o cateter foi acoplado a um transdutor de pressão, posicionado na altura do manúbrio e conectado a um monitor multiparamétrico.

A administração de ampicilina (20 mg.kg^{-1} , i.v.) como profilaxia antimicrobiana foi realizada 30 minutos antes do início do procedimento cirúrgico.

1.4.2 Mensuração da pressão intra-ocular

A pressão intra-ocular foi mensurada por meio do tonômetro de aplanção Tonopen Avia®, após anestesia tópica utilizando colírio de Cloridrato de Proximetacaína a 0,5% (Anestacon®, Alcon). Para aferição dos animais no trans-operatório foi colocado um apoio de região cervical mantendo o pescoço esticado. As pálpebras foram abertas de modo a não comprimir a região periocular a fim de evitar resultados errôneos.

1.4.3 Mensuração da espessura corneana

A paquimetria da córnea foi realizada pelo paquímetro IPAC (Reichert Technologies®). Os animais ficaram na posição descrita anteriormente e sobre efeito do mesmo anestésico local à base de Cloridrato de Proximetacaína a 0,5% (Anestacon®, Alcon). Os valores foram mensurados no centro da cornea e confrontados com o da tonometria para acurácia dos valores da pressão intra-ocular. Como o intuito da paquimetria era a correção dos valores da pressão intra-ocular, não foi realizado um estudo estatístico da espessura corneana, mas sim, a paquimetria serviu para correção da pressão intra-ocular por tratar-se de animais sem raça definida.

1.4.4 Procedimento anestésico

Após a segunda aferição, os animais receberam midazolam ($0,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) e meperidina (5 mg.kg^{-1}) por via intramuscular. Decorridos 15 minutos foi realizado o acesso venoso percutâneo com cateter (24G) periférico na veia cefálica direita, por onde iniciará a infusão de solução de ringer com lactato, na taxa de $10 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$. A indução anestésica foi obtida a partir da administração intravenosa de propofol (6 mg.kg^{-1}). Os animais foram intubados com traqueotubos de diâmetro adequado, sendo conectados ao circuito anestésicos sem reinalação em oxigênio 100%. A administração de ampicilina sódica (20 mg.kg^{-1} , i.v.) como profilaxia antimicrobiana

foi realizada 30 minutos antes do início do procedimento cirúrgico e, se necessário, repetida a cada 90 minutos, até o término do procedimento cirúrgico, o que não se fez necessário. Os animais receberam ringer lactato de sódio ($10 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, i.v.) até o momento da extubação. Na língua foi acoplado o sensor do monitor multiparamétrico onde foram acompanhados os dados como frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (f), pressão arterial (PAS, PAD, PAM) e saturação de dióxido de carbono expirado (ETCO₂).

No trans-operatório, os animais foram mantidos sobre colchão térmico. Quanto à analgesia durante o procedimento cirúrgico, caso algum dos pacientes apresentasse aumento superior a 30% do basal nas variáveis de frequência cardíaca (FC) e PAM, seria instituída analgesia suplementar com fentanil ($2,5 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1}$ i.v.).

1.4.5 Procedimento cirúrgico

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos composto de 10 pacientes cada. Para os animais do grupo IV submetidos à OVH por celiotomia, será utilizada a técnica convencional segundo descrição de Hedlund (2005), sem alterar a posição do paciente na mesa e tomadas as devidas aferições que serão padrão em todo o experimento.

No experimento, para a realização da OVHs laparoscópica, foi empregada a técnica dos três portais em triangulação (BRUN, 1999; 2015), os animais foram posicionados em decúbito dorsal, com os membros pélvicos voltados para o equipamento de videocirurgia. Foi promovida a introdução de um trocarte de 10 mm pela da técnica aberta, realizando-se incisão com bisturi de aproximadamente 1 cm na pele, tecido subcutâneo e músculos abdominais na região de cicatriz umbilical. Sob visualização interna, foram realizadas outras duas incisões paralelas à linha média ventral pré-púbica e dois portais auxiliares próximos à cicatriz umbilical e dispostos em triangulação.

Após confirmação do posicionamento do primeiro portal na cavidade, foi iniciado o pneumoperitônio com CO₂, numa velocidade de 1 L/min (litros por minuto) nos animais do grupo I, 1,5 L/min nos animais do grupo II e 2 L/min nos animais do grupo III. Em todos os casos foi utilizada pressão de 12 mmHg. Após a localização do útero, foi aplicada uma sutura transparietal para expor os vasos uterinos,

permitindo a hemostasia e secção dessas estruturas em conjunto com o corpo uterino, utilizando para tanto pinça bipolar munida com lâmina de corte (Lina Tripol Powerblade® – WEM Equipamentos Eletrônicos Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil). Na sequência, o corno uterino direito foi elevado, por meio do pinçamento até alcançar o ligamento próprio do ovário. Após a ruptura do ligamento suspensor do ovário, foi obtida hemostasia do mesovário com cauterização electro cirurgia bipolar. Seguindo a hemostasia e secção do mesovário e vasos ovarianos direitos, as mesmas etapas foram realizadas de forma contralateral. Após a hemostasia profilática e ressecção, útero e ovários foram removidos pelo portal de acesso lateral de maior diâmetro. A síntese das feridas de acesso foi realizada com poliglactina 910 2-0, padrão colchoeiro em cruz na musculatura abdominal e no tecido subcutâneo, e sutura interrompida simples com náilon monofilamentar 4-0 na pele.

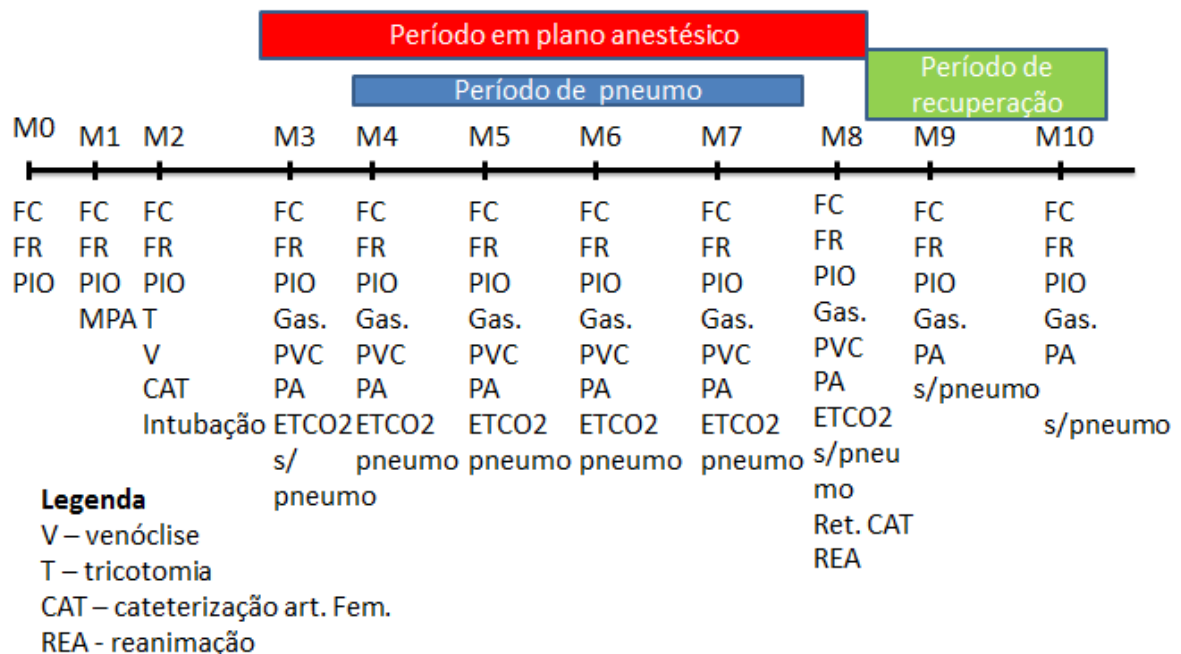
1.4.6 Momentos de avaliação

As aferições da pressão intra-ocular, frequência cardíaca, frequência respiratória e pressão arterial foram obtidas antes do início da medicação pré-anestésica. Os momentos de avaliação foram determinados pela letra “M”, conforme ilustra o Fluxograma (Figura 1). O M0 é o momento onde foram coletados os valores basais. O M1 é após 15 minutos do M0. Após coleta de dados do M1 foi aplicada a medicação pré-anestésica. M2 refere-se a 15 minutos após a aplicação da MPA. Logo após a aferição em M2, foram realizadas as tricotomia a venóclise. No M3 o animal já estava em plano anestésico, ou seja, já haviam sido realizados os procedimentos de intubação e cateterizados em todos seus acessos e ligado ao monitor multiparamétrico e com o sistema de transdutor de pressão. A partir de então, iniciou-se a obtenção dos parâmetros extras (PVC, PAS, ETCO₂). O M4 o animal estava em plano anestésico e com o efeito do pneumoperitônio estabilizado para o grupo em questão. O M5 refere-se ao período em que os parâmetros foram analisados logo após estabilização do pneumoperitônio e término da ligadura do corpo uterino. O M6 foi realizado logo após a cauterização ou ligadura e secção do CAVO direito. O M7 representou o momento logo após a cauterização ou ligadura e secção do CAVO esquerdo; o M8, logo após a drenagem do pneumoperitônio e término da sutura cutânea. O M9 representou o momento após uma hora do final da

extubação. O M10 representou o momento após duas horas do final da extubação, sendo a última aferição.

Figura 1 – Momentos de coleta dos dados ao longo do experimento. Em cada momento estão as variáveis analisadas. M0 corresponde à chegada do animal e M10 a última coleta antes da alta do paciente.

Fluxograma das Aferições e Coletas



Fonte: O Autor

1.4.7 Variáveis analisadas

As aferições da pressão intra-ocular (PIO) foram realizadas com o Tonômetro de aplanção em todos seus momentos. A frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PAS, PAD, PAM) foram mensuradas até o M2 com auxílio do PetMap®, posteriormente, com monitor multiparamétrico e transdutor de pressão. A frequência respiratória (f) foi aferida com estetoscópio até o M2, após com monitor multiparamétricos. A paquimetria da córnea foi realizada em todos os momentos

com o auxílio do paquímetro da Reichert®. Os valores de ETCO₂ e ETIso foram mensurados do M3 ao M8.

1.4.8 Procedimentos pós-operatórios

Para a analgesia pós-operatória, os animais receberam cloridrato de tramadol (2 mg.kg⁻¹) e meloxicam (0,2 mg.kg⁻¹), aplicados por via intravenosa. Após a alta hospitalar, administrou-se cloridrato de tramadol (2 mg.kg⁻¹, b.i.d., v.o., durante 3 dias) e meloxicam (0,2 mg.kg⁻¹, b.i.d., s.c., durante 3 dias). A higienização das feridas cirúrgicas foi realizada com NaCl 0,9%, diariamente, durante sete dias, para posterior remoção das suturas no sétimo dia de pós-operatório.

1.4.9 Destino dos animais

Como foram utilizados animais de rotina que buscaram a realização da OVH, após a recuperação anestésica, receberam alta hospitalar e prescrição pós-operatória, retornando para os seus proprietários. Todas as orientações pós-cirúrgicas foram repassadas aos seus respectivos tutores ou responsáveis.

1.4.10 Estudo estatístico

Os valores obtidos dos parâmetros avaliados foram comparados dentro dos grupos, entre os diferentes momentos de colheita, por meio de ANOVA para medidas repetidas e, caso o resultado seja significativo, o teste de comparações múltiplas de Dunnett foi realizado para comparação individual aos pares. Para comparação entre os grupos dentro de cada um dos momentos, empregou-se o teste de ANOVA *One-way* e, caso houvesse diferença, o teste de Tukey para comparações múltiplas foi aplicado para comparação individual aos pares. O nível de significância estabelecido foi de 5%. Ambos feitos pelo *software GraphPad Prism*.

2 ARTIGO 1 – FISIOLOGIA E FATORES QUE INTERFEREM NA PRESSÃO INTRA-OCULAR

Artigo publicado no periódico MEDVEP:

CORRÊA, L. F. D.; FERANTI, J. P. S.; SANTALUCIA, S.; CHAVES, O. R.; COPAT, B.; HARTMANN, F. H.; LIBARDONI, R. N.; OLIVEIRA, M. T.; CASTRO, J. L. C.; PIPPI, N. L.; BRUN, M. V. Fisiologia e fatores que interferem na pressão intra-ocular. **Medvep**: Revista Científica de Medicina Veterinária: Pequenos Animais e Animais de Estimação, Curitiba, v. 12, n. 41, p. 332-339, 2014.

Recebido para publicação em: 26/11/2014.

Enviado para análise em: 27/11/2014.

Aceito para publicação em: 03/12/2014.

Fisiologia e fatores que interferem na pressão intra-ocular - Revisão

Factors that influence the intraocular pressure – Review

Luis Felipe Dutra Corrêa - Médico Veterinário, Mestre, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária (PPG/MV) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: lfdcjeep@yahoo.com.br

João Pedro Scussel Feranti – Médico Veterinário, Mestrando do PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Sérgio Santalucia – Médico Veterinário, Mestrando do PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Rafael Oliveira Chaves - Médico Veterinário, Mestre, Doutorando do PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Bruna Copat – Médica Veterinária Autônoma, Santa Maria, RS, Brasil.

Hellen Fialho Hartmann - Médica Veterinária, Mestranda do PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Renato do Nascimento Libardoni - Médico Veterinário, Mestrando do PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Marília Teresa de Oliveira - Médica Veterinária, Mestre, Doutoranda do PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Jorge Luiz Costa Castro – Médico Veterinário, Mestre, Doutor, Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Paraná. Curitiba, PR, Brasil.

Ney Luis Pippi - Médico Veterinário, Especialista, Mestre, PhD e Pós-doutor, Professor do PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Maurício Veloso Brun - Médico Veterinário, Mestre, Dr., Professor do Programa PPG/MV da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil email mauriciovelosobrun@hotmail.com. Bolsista CNPq/Brasil.

Fisiologia e fatores que interferem na pressão intra-ocular - Revisão

Factors that influence the intraocular pressure - Review

RESUMO

O humor aquoso é líquido incolor composto de água, sais, proteínas e outros nutrientes que auxiliam na forma, no metabolismo e na função óptica do globo ocular. Seu mecanismo complexo de produção e escoamento equilibra-se formando a pressão intraocular (PIO). A PIO pode sofrer influência de vários parâmetros que ocasionam aumento na produção, diminuição na sua drenagem por alteração do trabeculado ou pelo aumento da pressão venosa. Por se tratar de uma linha de pesquisa onde existem muitos questionamentos, desperta o interesse dos pesquisadores em estudos que visam avaliar os fatores que alteram a PIO. O objetivo deste trabalho é fazer um levantamento dos fatores, até então, descritos na literatura que alteram a PIO e discutir os mecanismos fisiopatológicos que exercem influência nesse parâmetro, fazendo um levantamento dos fatores até então descritos na literatura. Para isso foi realizada uma busca bibliográfica nas bases de dados Google acadêmico, Scielo, e Pubmed, abrangendo o período de 1999 a 2014, artigos publicados sobre animais e humanos, nos idiomas português e inglês, sem limitadores de país. Observou-se que a pressão intraocular é influenciada por vários fatores desde uma simples compressão na região periocular até um aumento da pressão venosa central. Além disso, a videocirurgia e a anestesia são fatores influentes na pressão intraocular principalmente por diminuir o débito cardíaco ou alterar a hemodinâmica.

Palavras-chave: Oftalmologia. Pressão intraocular: fisiologia. Humor aquoso. Cães. Procedimentos cirúrgicos oftalmológicos: Veterinária.

ABSTRACT

The aqueous humor is a clear colorless liquid composed of water, salts, proteins and other nutrients that aid in the form, the metabolism and in the optical function of the eyeball. Its complex production and flow-forming mechanism balance each other forming the intraocular pressure (PIO). The PIO can be influenced by several parameters that cause increase in the production, decrease drainage by changing the trabecular or by the increase of the venous pressure. Because it is a line of research where there are many questions, the interest of researchers is aroused in studies designed to assess the factors that alter the PIO. The objective of this study is to survey the factors previously described in the literature that alter the PIO and to discuss the pathophysiological mechanisms that influence this parameter, making a survey of the factors previously described in the literature. To achieve this, a bibliographic search was conducted in the databases of Google Academic, SciELO, and Pubmed, covering the period 1999-2014, in published articles on animals and humans, in Portuguese and English, without country limiters. It was observed that the intraocular pressure is influenced by several factors from a simple compression in the periorbital region to an increase of the central venous pressure. In addition, laparoscopic surgery and anesthesia are influential factors in the intraocular pressure mainly because they decrease the cardiac output or alter the hemodynamics.

Keywords: Ophthalmology. Intraocular pressure: physiology. Aqueous humor. Dogs. Ophthalmologic surgical procedures: veterinary.

INTRODUÇÃO

A pressão intraocular (PIO) é conceituada como o equilíbrio entre a formação e a drenagem do humor aquoso (1). A formação deste componente é dada por um mecanismo complexo passivo e ativo (1). Através da mensuração da pressão intraocular, pode-se avaliar se o bulbo ocular pode ter algum processo inflamatório intraocular ou até mesmo uma hipertensão ocular, a qual pode desencadear na síndrome chamada glaucoma. Os fatores que regulam a PIO são os que alteram a taxa de produção ou a resistência à saída do humor aquoso (2). Assim, compreender o

complexo mecanismo que regula a circulação do humor aquoso é essencial para se perceber e controlar a PIO. Atualmente a pressão intraocular tem merecido certa atenção, pois pode sofrer influência de vários fatores. Esta revisão tem por objetivo discutir os mecanismos fisiopatológicos, que exercem influência sobre a pressão intra-ocular.

REVISÃO DE LITERATURA

A secreção do humor aquoso e a regulação do seu escoamento são processos fisiologicamente importantes para a função do olho e para manter a sua conformação (2,3). No olho saudável de um cão, o fluxo do humor aquoso gera uma determinada pressão intraocular (cerca de 15 mmHg) que é necessária para manter uma forma e propriedades óticas adequadas do globo ocular (2). As principais estruturas oculares relacionadas com a dinâmica do humor aquoso são: o corpo ciliar (local de produção do humor aquoso), a malha trabecular e a via uveoescleral (principais locais de escoamento do humor aquoso) (2).

O corpo ciliar se constitui na continuação anterior da coróide, juntando-se à íris e sendo responsável por produzir o humor aquoso por processo passivo envolvendo a difusão e ultrafiltração do plasma e a secreção ativa envolvidos na sua produção (4,5,6). A enzima anidrase carbônica participa da fase secretora da produção aquosa e é dependente de energia. A maior parte de humor aquoso flui da câmara posterior através da pupila em direção à câmara anterior, e é eliminada pelo ângulo iridocorneano dentro do plexo intraescleral (4,5). O ângulo iridocorneano é limitado anteriormente pela córnea periférica e esclera perilímbica, e posteriormente pela íris periférica e porção muscular anterior do corpo ciliar (5,6). Esse ângulo é composto de uma malha de tecido conjuntivo reticular irregular, que forma as trabéculas e os ligamentos pectíneos. Os ligamentos pectíneos são tiras que se ancoram anteriormente na base da íris até a porção periférica da córnea. Esses ligamentos se comunicam livremente com o ângulo iridocorneano por meio de poros, que formam uma coleção de pequenos canais contendo colágeno. Essa malha trabecular pode ser dividida em duas regiões: a malha trabecular uveal, no ângulo interno iridocorneano, formando o seio cilioescleral, e a malha corneoescleral trabecular, que é menor em tamanho e número de canais (5,7). Depois de deixar a

malha trabecular, o humor aquoso entra nas veias do plexo aquoso e, conseqüentemente, mistura-se com o sangue nas veias episclerais (plexo venoso escleral) e veias vorticosas, onde a pressão é aproximadamente 8-10 mmHg (3). O humor aquoso não é inteiramente removido pelo sistema coletor do ângulo de drenagem, mas uma pequena porcentagem, denominada fluxo uveoescleral não convencional, sai através da íris, do corpo ciliar, da coróide, do vítreo, da córnea e da esclera, através do espaço supraciliar-supracoroidal. Estudos afirmam que no cão a via uveoescleral não convencional é responsável por até 15% da drenagem do humor aquoso, quando comparado com 3% do gato, 13 a 25% do coelho e 4 a 14% do humano (6). O equilíbrio entre a produção e a drenagem do humor aquoso mantém a PIO dentro de uma faixa normal, de 15 a 20 mmHg (4,6,7).

Existem determinadas atividades ou comportamentos relacionados com o estilo de vida e outros fatores que modificam transitoriamente os valores da PIO. Na avaliação do impacto clínico que estes fatores vão ter na PIO é importante reconhecer a magnitude e duração dessa alteração associadas ao estilo de vida. De uma maneira geral existem ainda poucos estudos que, consistentemente, apontem uma conclusão, no entanto são disponibilizados alguns indicadores que podem ter muita relevância no controle da PIO. Dentre os fatores que aumentam a pressão intraocular nas espécies domésticas e no homem, encontram-se: uso de instrumentos de sopro, a posição corporal, execução de ioga, uso de gravatas e coleiras apertadas, uso de óculos de natação, levantamento de peso, exercício, ingestão de cafeína, ingestão de água, e o índice de massa corporal (8,9).

No homem, a literatura cita que os praticantes de instrumentos musicais de sopro de alta resistência, como o trompete ou o oboé, ou de baixa resistência, como o saxofone ou o clarinete podem sofrer aumentos de PIO transitórios (8). Em um estudo de 2000, utilizando músicos de instrumentos de sopro de Boston foi registrado um aumento transitório da PIO enquanto tocavam os respectivos instrumentos, sendo este aumento resultado, em parte, do ingurgitamento uveal. Estudos citam que a magnitude deste aumento é maior em músicos de instrumentos de alta resistência (podendo duplicar em 20 segundos em praticantes de oboé) do que em músicos de instrumentos de baixa resistência (10). Foram também detectadas alterações de campo visual em praticantes de instrumentos de alta resistência em comparação com outros músicos, estando esta alteração relacionada com os anos de prática do instrumento. Os autores dos trabalhos também salientam

aos clínicos que o aumento intermitente da PIO durante a prática de instrumentos de alta resistência poderá originar danos glaucomatosos e levar também a diagnósticos errados de glaucoma normotenso. Em outro estudo, os autores concluíram o mesmo e salientam ainda que a prática de instrumentos de sopro de alta resistência poderá ser um fator de risco para o aparecimento de danos glaucomatosos no nervo óptico (12).

Em relação à postura, existem estudos que relatam a influência das atitudes posturais na flutuação da PIO, apontando essas alterações como um fator importante na elevação da PIO durante o período noturno (12). Por exemplo, a posição decúbito supina em um trabalho relata aumento da pressão intra-ocular de $2,47 \pm 2.12$ mmHg em comparação com o valor obtido na posição vertical (13). Outro estudo, sobre pacientes humanos com glaucoma onde foram acompanhados os valores da PIO ao longo da noite, relata uma atenuação da pressão intra-ocular à noite em paciente com a cabeça elevada 30° chegando a uma média de 3,2 mmHg, sendo este um valor considerável (12,14). Com tais estudos pode-se concluir que o aumento da PIO que acompanha as variações posturais, parece resultar de um congestionamento vascular da coroide e de um aumento da pressão venosa episcleral. De fato, como a maioria dos estudos comprova, a PIO pode sofrer alterações devido a variações da posição do corpo ou da cabeça, e a magnitude dessas alterações parece variar de acordo com o ângulo de inclinação postural (12). No entanto, para humanos e animais que tenham alguma doença que torne necessária a manutenção por muito tempo em decúbito é necessário dar atenção ao posicionamento da cabeça e se possível deixá-la ligeiramente inclinada. Em casos de cirurgias intra-oculares, também aconselha-se a leve inclinação da cabeça para evitar que o aumento da pressão associado à predisposição do paciente possa ocasionar alterações oculares indesejáveis, tais como hemorragias e descolamento de retina.

Exercícios como loga vêm sendo procurados como terapia anti-estresse. No entanto, além de um modo de exercício físico, esta prática tem também sido recomendada como alternativa terapêutica a certas doenças crônicas (15,17). Sirsasana é um exercício de postura realizado pela grande maioria dos praticantes e que consiste em fazer o pino com as mãos atrás da nuca e a cabeça pousada no chão (8,17). Existem vários artigos que associam o efeito deste exercício a uma elevação da PIO, sendo esta justificada pelo aumento da pressão venosa episcleral

ou pelo aumento do volume coroidal provocada por ingurgitamento vascular (16,17). Alguns artigos relatam o aumento de até duas vezes o valor da PIO inicial (18). Estudos em humanos revelam que o aumento transitório da PIO durante a ioga pode levar a uma progressiva neuropatia ótica glaucomatosa, especialmente em pacientes suscetíveis com glaucoma congênito (15). Têm sido documentados alguns casos de adeptos da ioga (que realizavam rotineiramente a postura Sirsasana) com história clínica de glaucoma e que apresentavam significativa progressão da doença com consequente alteração de campo visual (15,16,19). Estes casos mostram a importância da anamnese e como, por vezes, certos e inesperados hábitos pessoais e dos animais devem ser desaconselhados, devendo o clínico alertar quanto ao risco dos exercícios mal orientados influenciarem nas doenças oculares. Assim como trazido na literatura, reforça-se que pacientes com histórico de pressão intraocular aumentada devem ser desaconselhados a fazerem exercícios que possam vir a ocasionar aumento na PIO. Além disso, animais muito agitados e eufóricos devido a intercorrência de vários desses fatores, podem ocasionar aumento da PIO até no latir.

O uso de gravatas e colarinhos apertados também são motivos para o aumento da PIO. Na literatura, estudos comprovam que o aperto das gravatas durante três minutos elevou a pressão intraocular em média de 2.6 ± 3.9 mmHg ($p=0.008$) nos sujeitos saudáveis e 1.0 ± 1.8 mmHg ($p=0.02$) nos pacientes com glaucoma, voltando praticamente aos valores iniciais após serem afrouxadas (20). Segundo os autores, o mecanismo responsável por este aumento, deve-se, provavelmente, ao fato de que uma gravata apertada possa comprimir as veias jugulares do pescoço, elevando a pressão venosa e consequente pressão episcleral, que por sua vez eleva a PIO por diminuir o fluxo do humor aquoso nas veias com aumento da pressão. Devido a isso, deve-se ter o cuidado no momento da consulta que os “*pets*” não estejam portando qualquer objeto ao redor do pescoço como coleiras e que o auxiliar ao conter o animal firme pelo tórax ou apoie a mão embaixo do maxilar e no ápice da cabeça, mas que evite parte lateral e inferior da mandíbula, na altura do músculo masseter até o pescoço, a fim de que não sejam obtidos valores equivocados da PIO. Outro estudo salienta quanto a um aumento da pressão nos três primeiros minutos da compressão do pescoço. Porém, ao manter a compressão observou-se diminuição na PIO, podendo haver um mecanismo compensatório na sua regulação devido a alterações na pressão venosa. Fato

semelhante deve dar atenção ao tã utilizado colar elizabetano, pois o mesmo quando muito apertado pode ocasionar aumento na pressão intraocular; para tanto, ao utilizá-lo, o clínico deve atentar a circunferência do pescoço do animal e colocá-lo adequadamente a ponto de não ficar frouxo, para não ser removido, e de não ficar apertado para evitar flutuações da PIO, ainda mais por se tratar de um dos principais meios de proteção utilizados em pós-operatórios de cirurgias, seja oculares ou não, de animais.

Aparatos que ficam ao redor dos olhos como óculos de natação também podem influenciar a pressão intraocular por exercerem uma determinada pressão no tecido periocular. Estudo onde avaliaram nadadores notaram um incremento de até 2,32 mmHg na PIO média após o uso do óculos (21). Em relação aos *pet's*, deve-se atentar para o uso do “*Dog Class*”, pois o mesmo possui o potencial de ocasionar aumento nas pressões dos pacientes, ainda, o seu uso deve ser recomendado para animais em que o aumento da pressão intraocular não venha a ocasionar efeito indesejado. Além disso, ao utilizá-lo é necessário regulá-lo para firmar na cabeça do paciente sem permanecer muito apertado, embora note-se uma certa dificuldade de adaptar na rotina em animais braquicéfalos devido às pregas nasais, recomenda-se que escolha o melhor modelo do “*dog class*” para a raça específica e não preconize de um modelo padrão.

Com o advento de cada vez mais a população preocupar-se com a estética, sobre a saúde, a procura pelas academias aumentou significativamente. Em estudos realizados com jovens em academias observaram aumento de até 4.3 ± 4.2 mmHg ($p < 0.001$) na PIO em esforço, quando executou a manobra de Valsalva esta pressão aumentou ainda mais (22). A literatura explica que a manobra de Valsalva é realizada ao se exalar forçadamente o ar contra os lábios fechados e nariz tapado, forçando o ar em direção ao ouvido médio se a tuba auditiva estiver aberta. Esta manobra aumenta a pressão intratorácica, diminui o retorno venoso ao coração e aumenta a pressão arterial (23). O aumento da PIO durante o levantamento de pesos pode ser devido à manobra de Valsalva, que, em associação com a contração dos músculos abdominais e torácicos, cause um aumento extra na pressão venosa intratorácica. Este aumento de pressão é transmitido pelas veias jugulares, orbitais e vorticosas até à coroide, provocando o seu ingurgitamento (24). Este aumento do volume da coroide e um aumento na pressão das veias episclerais levam a um incremento da PIO. Os autores concluíram que o levantamento de pesos

(musculação) poderá ser um potencial fator de risco para o desenvolvimento ou progressão do glaucoma. O aumento intermitente da PIO durante o levantamento de pesos deverá ser questionado em pacientes com glaucoma de tensão normal que realizam este tipo de exercício (25). Por outro lado, exercícios aeróbicos têm a tendência a diminuir a PIO como comprovam estudos, porém seu mecanismo hipotensor ainda não é totalmente esclarecido (26). Outro estudo sugere que o aumento da PIO na atividade física está vinculado à metodologia do exercício baseado principalmente na forma de respiração e podendo ser influenciado pelo sistema autônomo (36). Mecanismo parecido ocorre quando cães latem, a contração dos músculos abdominais faz diminuir o retorno venoso aumentando a pressão venosa e diminuindo a gradiente humor aquoso/plexo venoso.

A cafeína é uma substância muito difundida na alimentação do dia a dia, em várias formas de comida ou bebida, como no café, no chá, nos refrigerantes de cola ou no chocolate (8). Embora haja controvérsias sobre a cafeína, alguns estudos comprovam que a cafeína sendo consumida moderadamente, embora aumente a pressão intraocular (média 2mmHg) não ocasiona danos, no entanto o uso indiscriminado e constante pode levar ao aumento do risco de desenvolvimento de glaucoma. O mecanismo pelo qual a cafeína possa influenciar a PIO ainda não está esclarecido pelo fato desta provocar variados efeitos farmacológicos nos processos celulares. Todavia, parece evidente que a cafeína possa provocar um incremento na produção do humor aquoso e também um aumento da pressão arterial, causando, desta forma, uma elevação da PIO (24). No entanto, em outro estudo, os autores concluem que para indivíduos normais a PIO não é afetada pela ingestão de cafeína, enquanto que para pacientes com glaucoma ou hipertensão ocular, a PIO aumenta significativamente - cerca de 2 mmHg (25).

O consumo hídrico é de grande valia para hidratar e ajudar nas funções metabólicas do organismo. No entanto, tem sido demonstrado que beber uma quantidade substancial de água, num período curto de tempo, pode levar a uma elevação significativa da PIO, tanto em indivíduos saudáveis como em pessoas com glaucoma (26). No estudo, a PIO média inicial foi de 15.65 ± 0.44 mmHg. Foram registrados aumentos significativos da PIO ($p < 0.0001$) após a ingestão de água, tendo o maior sido de 2.24 ± 0.31 mmHg e ocorrido 10 minutos após a ingestão. Os restantes valores foram de 1.67 ± 0.23 , 1.59 ± 0.29 e 0.93 ± 0.22 mmHg, correspondendo a 15, 25 e 30 minutos após a ingestão de água, respectivamente. O

comprimento axial sofreu significativa diminuição ($p=0.0005$), sendo que sua maior redução também ocorreu 10 minutos após ingestão ($12\pm 3 \mu\text{m}$). Segundo os autores, esta diminuição poderá estar associada com alterações na espessura da coroide; dado o seu grande fluxo sanguíneo e permeabilidade vascular, é plausível que hidratação sistêmica possa aumentar o seu volume, fazendo diminuir o comprimento axial do olho. Assim, um aumento da PIO após a ingestão de água poderá ser em parte devido a um aumento do volume da coroide. É também colocada a hipótese de que uma alteração da hidratação de um indivíduo ao longo do dia possa potencialmente contribuir para as variações diurnas da PIO (26).

O índice de massa corporal (IMC) é determinado pela divisão da massa do indivíduo pelo quadrado de sua altura, onde a massa está em quilogramas e a altura está em metros. Representa o equilíbrio entre o consumo alimentar e a energia despendida e é um bom medidor da gordura corporal ajustado para a altura em adultos. Um IMC elevado representa um fator de risco para determinadas doenças, como por exemplo diabetes tipo 2, hipertensão, gota, doenças cardiovasculares e acidentes vasculares cerebrais (26).

Muitos estudos documentam uma associação positiva entre o IMC e a PIO ²⁶. Num estudo de 2000, envolvendo 25.216 adolescentes e adultos japoneses, Mori et al. (27) encontraram que um maior IMC estava associado a uma elevada PIO, ajustando a idade, o sexo e a tensão arterial. Os autores sugerem que a obesidade é um fator de risco independente para o aumento da PIO e que o mecanismo que explica esse aumento pode ser devido a um excesso de gordura intraorbitária que leva a um incremento da pressão venosa episcleral e a uma conseqüente diminuição do escoamento do humor aquoso. No entanto espera-se estudos em animais a fim de verificar se os obesos ou com sobre pesos seguem a mesma correlação de humanos.

A influência da íris e do músculo ciliar, duas estruturas contrácteis, na resistência do escoamento do humor aquoso também tem sido estudada. Os tendões anteriores do músculo ciliar inserem-se na porção externa do trabeculado córneo-escleral e no tecido justacanicular. Durante a contração, os músculos ciliares movem-se na direção anterior e interna, provocando uma dispersão da malha trabecular e uma dilatação do canal de Schlemm, diminuindo deste modo a resistência do escoamento do humor aquoso. Durante o relaxamento acontece o oposto, ou seja, ocorre aumento da resistência do escoamento do humor aquoso

(29). Por esta razão a PIO pode aumentar com a acomodação e o inverso pode ocorrer quando há relaxamento dos músculos ciliares (8). Fato este que ocorre na rotina clínica, como usamos agentes midriáticos, como atropina de efeito prolongado que devemos dar certa atenção em animais potenciais para hipertensão.

Outra modalidade cirúrgica que vem crescendo na última década é a videocirurgia, amplamente valorizada por suas qualidades como menor resposta a dor, diminuição da permanência hospitalar, retorno precoce às atividades e aspectos estéticos mais favoráveis (30). No entanto, já é sabido que os procedimentos videolaparoscópico, devido à necessidade de insuflação, causam efeitos colaterais hemodinâmicos como aumento da PIO assim como efeitos traumáticos devido a introdução dos trocateres. Esses efeitos são resultantes do aumento da pressão abdominal e diminuição do retorno venoso (31). Em um estudo onde tentou avaliar o efeito do pneumoperitônio sobre a pressão intraocular de gatas observou-se que, embora a PIO tenha sofrido influência do pneumoperitônio, o aumento não foi significativo, ficando dentro dos parâmetros fisiológicos para espécie (32).

Um dos fatores importantes que alteram a PIO é a anestesia. Em caso de opióides, se houver vômito por contração da musculatura, vísceras e diminuição do retorno venoso, causa aumento da PIO. Com exceção da ketamina em uso isolado, a qual está associada a um certo aumento da PIO, todos outros agentes utilizados na indução diminuem ou não ocasionam interferência na PIO (33,34,35).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, sabendo dos diversos fatores que interferem a dinâmica do humor aquoso e sua produção, o clínico, principalmente, o especialista em oftalmologia deve ter domínio desses fatores a fim de orientar o paciente, no caso da medicina, e do proprietário, no caso da medicina veterinária, a fim de evitar um diagnóstico errôneo ou o comprometimento do tratamento.

REFERÊNCIAS

- 1 Slatter, D. Estrutura e Função do Olho. In: _ Fundamentos de Oftalmologia Veterinária. 3.ed., ed. ROCA, São Paulo, SP. P.p.20-22.2005.
2. Goel M, Picciani RG, Lee RK, Bhattacharya SK. Aqueous humor dynamics: a review. Open Ophthalmol J. 2010 Sep 3;4:52-9.
3. Stades, F.C.; Boevé, M.H.; Neumann, W.; Wayman, M. Pressão intra-ocular e glaucoma. In: __ Fundamentos de Oftalmologia Veterinária. São Paulo: Manole, 1999. p. 128-129.
4. Brooks, D.E. Glaucoma. In: Herrera, D. Oftalmologia Clínica em Animais de Companhia. 1.ed. São Paulo: MedVet Livros, 2008. p. 195.
5. Pippi, N.L.; Gonçalves, G.F. Anatomofisiologia Ocular. In: Laus, J.L. Oftalmologia Clínica e Cirúrgica em Cães e em Gatos. 1.ed. São Paulo:ROCA, 2009.p.1-10.
6. Miller, P.E. Structure and Function of the Eye. In: Slatter, D.H. Slatter's Fundamentals of veterinary Ophthalmology. 4.ed. Elsevier, 2008.p.1-19.
7. Martin, C.L. Anterior Uvea and Anterior Chamber. In: __ Ophthalmic Disease in Veterinary Medicine. 1.ed. Manson, 2010. P.298-330.

8. Ribeiro, C.F.N.O. Fatores que afetam a pressão intraocular. Portugal; 2011. Dissertação de mestrado em Optometria avançada. [citado 28 mar. 2014]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/18493>.
9. Tamura, S.D. Os efeitos do treinamento de força na pressão intraocular. Sorocaba (BR). Artigo de revisão. Capturado 28 mar. 2014. Disponível em: http://www.fefiso.edu.br/grupoestudo_musculacao/orientacoes_pdf/16.pdf
10. Schuman J.S., Massicotte E.C., Connolly S., Hertzmark E., Mukherji B., Kunen M.Z. Increased intraocular pressure and visual field defects in high resistance wind instrument players. *Ophthalmology*. 2000 Jan;107(1):127-33.
11. Kappmeyer K, Lanzl IM. [Intra-ocular pressure during and after playing high and low resistance wind instruments]. *Ophthalmologe*. 2010 Jan;107(1):41-6.
12. Prata TS, De Moraes CG, Kanadani FN, Ritch R, Paranhos A Jr. Posture-induced intraocular pressure changes: considerations regarding body position in glaucoma patients. *Surv Ophthalmol*. 2010 Sep 10;55(5):445-53. Epub 2010 Jul 16. Review.
13. Jorge J, Ramoa-Marques R, Lourenço A, Silva S, Nascimento S, Queirós A, Gonzalez-Méijome JM. IOP variations in the sitting and supine positions. *J Glaucoma*. 2010 Dec;19(9):609-12.

14. Buys YM, Alasbali T, Jin YP, Smith M, Gouws P, Geffen N, Flanagan JG, Shapiro CM, Trope GE. Effect of sleeping in a head-up position on intraocular pressure in patients with glaucoma. *Ophthalmology*. 2010 Jul;117(7):1348-51.
15. Barros DS, Bazzaz S, Gheith ME, Siam GA, Moster MR. Progressive optic neuropathy in congenital glaucoma associated with the Sirsasana yoga posture. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2008 Jul-Aug;39(4):339-40.
16. Bertschinger DR, Mendrinos E, Dosso A. Yoga can be dangerous - glaucomatous visual field defect worsening due to postural yoga. *Br J Ophthalmol*. 2007 Oct;91(10):1413-4.
17. Machado, T.C. Yoga com limites para quem tem Glaucoma. Capturado da internet dia 01.04.2014. disponível em:
http://www.segs.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=113548:yoga-com-limites-para-quem-tem-glaucoma&catid=47:cat-saude&Itemid=328
18. Baskaran M, Raman K, Ramani KK, Roy J, Vijaya L, Badrinath SS. Intraocular pressure changes and ocular biometry during Sirsasana (headstand posture) in yoga practitioners. *Ophthalmology*. 2006 Aug; 113(8):1327-32. Epub 2006 Jun 27.
19. Gallardo MJ, Aggarwal N, Cavanagh HD, Whitson JT. Progression of glaucoma associated with the Sirsasana (headstand) yoga posture. *Adv Ther*. 2006 Nov-Dec;23(6):921-5.

20. Teng C, Gurses-Ozden R, Liebmann JM, Tello C, Ritch R. Effect of a tight necktie on intraocular pressure. *Br J Ophthalmol*. 2003 Aug;87(8):946-8.
21. Ma KT, Chung WS, Seo KY, Seong GJ, Kim CY. The effect of swimming goggles on intraocular pressure and blood flow within the optic nerve head. *Yonsei Med J*. 2007 Oct 31;48(5):807-9.
22. Vieira GM, Oliveira HB, de Andrade DT, Bottaro M, Ritch R. Intraocular pressure variation during weight lifting. *Arch Ophthalmol*. 2006 Sep;124(9):1251-4.
23. Haje SA, Bowen JR (1992) Preliminary results of orthotic treatment of pectus deformities in children and adolescents. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, Vol 12:795-800
24. Kang JH, Willett WC, Rosner BA, Hankinson SE, Pasquale LR. Caffeine consumption and the risk of primary open-angle glaucoma: a prospective cohort study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008 May;49(5):1924-31.
25. Li M, Wang M, Guo W, Wang J, Sun X. The effect of caffeine on intraocular pressure: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011 Mar;249(3):435-42.
26. Read SA, Collins MJ. Water drinking influences eye length and IOP in young healthy subjects. *Exp Eye Res*. 2010 Aug;91(2):180-5.

27. Pasquale LR, Kang JH. Lifestyle, nutrition, and glaucoma. *J Glaucoma*. 2009 Aug;18(6):423-8. Review.
28. Mori K, Ando F, Nomura H, Sato Y, Shimokata H. Relationship between intraocular pressure and obesity in Japan. *Int J Epidemiol*. 2000 Aug;29(4):661-6.
29. Goel M, Picciani RG, Lee RK, Bhattacharya SK. Aqueous humor dynamics: a review. *Open Ophthalmol J*. 2010 Sep 3;4:52-9.
30. Valezi AC, Rahal F. Repercussões do pneumoperitônio sobre o sistema venoso dos membros inferiores-estudo em porcas. *Rev. Col. Bras. Cir.*, Rio de Janeiro , v. 26, n. 1, Feb. 1999 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69911999000100010&lng=en&nrm=iso>. access on 24 Mar. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69911999000100010>.
31. Cohen RV, Pinheiro Filho JC, Schiavon C A, Correa JLL. Alterações sistêmicas e metabólicas da cirurgia laparoscópica. *Revista brasileira de videocirurgia*, vol.1, n.2, p.77-81, 2003.
32. Honsho CS, Junior EM, Tavares DC, Quarterone C, Moraes CBL, Efeitos do procedimento de videocirurgia sobre a pressão ocular (PO) em gatos. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2013

33. Honsho CS, Talieri IC, Nunes N, Moreno JCD, Souza AP. Efeitos da infusão contínua de cetamina sobre a pressão intra-ocular em cães hipovolêmicos anestesiados com desflurano. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.5, p.610-617, 2004.
34. Ghaffari MS, Rezaei MA, Mirani AH, Khorami N. The effects of ketamine-midazolam anesthesia on intraocular pressure in clinically normal dogs. *Veterinary Ophthalmology.*, v.13, n.2p. 91–93, 2010.
35. Murphy DF. Anesthesia and Intraocular Pressure. *Anesthesia & Analgesia.*, v.64, n.5, p.520-530.
36. Scarpi MJ, Conte M, Rossin RA, Skubs R, Lenk RE, Brant R. Associação entre dois diferentes tipos de estrangulamento com a variação da pressão intraocular em atletas de jiu-jitsu. *Arq Bras Oftalmol.*V.72, N.3, p.341-345. 2009.



Figura 1 - Principais tonômetros de aferição da pressão intraocular utilizados em medicina veterinária. (A) Tonopen XL. (B) Tonovet. (C) Tonometro de Perkins. (D) Tonometro de Schiotz.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.



Figura 2 - Principais alterações oculares em cães com glaucoma. (A) Buphtalmia (seta verde). (B) Luxação do cristalino (Seta vermelha). (C) Ingurgitamento vascular (seta azul) com pigmentação corneana (seta amarela). (D) Lacrimejamento (seta preta).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

3 ARTIGO 2 – EFEITOS DE DIFERENTES VELOCIDADES DE INSUFLAÇÃO DO PNEUMOPERITÔNIO COM CO₂ SOBRE A PRESSÃO INTRA-OCULAR (PIO) E PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS EM CADELAS SUBMETIDAS À OVH LAPAROSCÓPICA

**Artigo enviado para publicação no periódico:
Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**

CORRÊA, L. F. D.; BRUN, M. V. Efeitos de diferentes velocidades de insuflação do pneumoperitônio com CO₂ sobre a pressão intra-ocular (PIO) e parâmetros cardiorrespiratórios em cadelas submetidas à OVH laparoscópica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte.

1 **Efeitos de diferentes velocidades de insuflação para pneumoperitônio com CO₂ sobre**
2 **a pressão intra-ocular (PIO) e parâmetros cardiorrespiratórios em cadelas**
3 **submetidas à OVH laparoscópica**

4
5 *[Effects of different rates of pneumoperitoneum infusion with CO₂ on intraocular*
6 *pressure (IOP) and cardiorespiratory parameters in bitches submitted to laparoscopic*
7 *OVH]*

8
9 ***Luís Felipe Dutra Corrêa^I; **Maurício Veloso Brun^I**

10 ^I Universidade Federal de Santa Maria

11 * Bolsista CNPq/Brasil

12 **E-mail para correspondência: mauriciovelosobrun@hotmail.com

13
14 **RESUMO**

15
16 O objetivo deste estudo foi verificar a influência da velocidade de insuflação em
17 pneumoperitônio com CO₂ em cadelas, nos parâmetros cardiorrespiratórios e na pressão
18 intraocular. Para tanto, foram selecionados 40 animais hípidos com idade de 5 ± 2
19 meses. Para seleção, passaram por exame clínico e oftalmológico, sendo avaliados
20 hematologicamente pelo hemograma, contagem plaquetária, perfil bioquímico renal e
21 hepático. Os grupos foram denominados de G1, G2, G3 e G4. Cada grupo era composto
22 de 10 animais. Para as cirurgias, receberam midazolam e meperidina na medicação pré-
23 anestésicas. A indução foi obtida com propofol e a manutenção com isoflurano em
24 oxigenação a 100%. Foram mensuradas as variáveis: frequência cardíaca (FC), frequência
25 respiratória (*f*), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão
26 arterial média (PAM), pressão venosa central (PVC), saturação de dióxido de carbono
27 (ETCO₂) e pressão intraocular (PIO). As pressões sanguíneas não sofreram alterações
28 significativas entre grupos ($p= 0,240$) nos momentos avaliados, mas sofrem alterações
29 significativas quando comparados os momentos antes da presença do pneumoperitônio
30 e após. As frequências cardíaca e respiratória sofreram alterações significativas
31 dependentes da ação do pneumoperitônio e não do efeito velocidade de insuflação e
32 pressão do pneumoperitônio. A saturação se manteve constante, sem diferenças

33 estatisticamente significativas entre grupos e momentos. A pressão ocular sofreu
34 aumento com a influência do pneumoperitônio, o qual não ultrapassou os valores
35 fisiológicos.

36

37 **Palavras-chave:** Cão. Tonometria. Alterações hemodinâmicas. Videocirurgia.

38

39

ABSTRACT

40

41 *The aim of this study was to verify the influence of inflation rate on*
42 *pneumoperitoneum with CO₂ in bitches on cardiorespiratory parameters and*
43 *intraocular pressure. Forty healthy animals were selected aged 5 ± 2 months. For the*
44 *selection criteria, they underwent clinical and ophthalmological examination, being*
45 *hematologically evaluated by hemogram, platelet count, renal and hepatic biochemical*
46 *profile. The groups were named G1, G2, G3 and G4. Each group consisted of 10*
47 *animals. For the surgeries, they received midazolam and meperidine on preanesthetic*
48 *medication. Induction was obtained with propofol and maintenance with isoflurane in*
49 *100% oxygenation. The variables were: heart rate (HR), respiratory rate (σ), systolic*
50 *blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP),*
51 *central venous pressure (CVP), carbon dioxide saturation (ETCO₂) and intraocular*
52 *pressure (IOP). Blood pressures did not change significantly between groups ($p =$*
53 *0.240) at the evaluated moments, but they underwent significant changes when*
54 *compared to the moments before the presence of pneumoperitoneum and after. The*
55 *cardiac and respiratory rates underwent significant changes depending on the action of*
56 *pneumoperitoneum and not on the effect of insufflation speed and pneumoperitoneum*
57 *pressure. The saturation remained constant, with no statistically significant differences*
58 *between groups and moments. The ocular pressure increased with the influence of the*
59 *pneumoperitoneum, which did not exceed the physiological values.*

60

61 **Keywords:** Dog. Tonometry. Hemodynamic changes. Videosurgery.

62

63

64 INTRODUÇÃO

65

66 A laparoscopia tem se tornado uma técnica cirúrgica cada vez mais empregada
67 na Medicina Veterinária, visando diminuir a agressão cirúrgica imposta ao paciente e
68 suas complicações. De versatilidade acentuada, permite a execução de diversos
69 procedimentos, em diferentes espécies, a partir de um material cirúrgico básico
70 (Baraúna, 2001; Brun, 2015). Os procedimentos videocirúrgicos vêm sendo cada vez
71 mais adotados na rotina da Medicina Veterinária. Seus benefícios já estão bastante
72 documentados na literatura (Silva, 2015; Brun e Beck, 1998/99; Malm *et al.*, 2004). No
73 entanto, há citações de que o pneumoperitônio utilizado neste tipo de procedimento,
74 juntamente com o posicionamento do paciente durante a cirurgia, promove uma série de
75 alterações sistêmicas, incluindo a elevação da PO (Hvidberg *et al.*, 1981; Ozcan *et al.*,
76 2004; Duque e Moreno, 2015).

77 A pressão intraocular é dada pela taxa entre a produção e drenagem de humor
78 aquoso (Pippi, 2009). Qualquer alteração acarreta no aumento da pressão intraocular.
79 Em animais predispostos ao glaucoma, onde a drenagem encontra-se prejudicada,
80 alterações sutis no fluxo do humor aquoso são mais percebidas (Goel *et al.*, 2010).

81 Uma das principais cirurgias realizadas por vídeo na rotina da medicina
82 veterinária brasileira e a ovariohisterectomia. Com isso, objetivou avaliar a pressão
83 ocular e parâmetros cardiorrespiratórios como as pressões arteriais diastólicas, sistólicas
84 e médias, além da pressão venosa central e saturação de oxigênio e taxa de dióxido de
85 carbono expirada de caninos hígidos ao longo do procedimento videocirúrgico com
86 diferentes velocidades de insuflação. Tais informações apresentam considerável
87 importância para animais hígidos e com risco oftálmico como animais glaucomatosos
88 ou que apresentem possibilidade de descolamento de retina.

89

90 MATERIAL E MÉTODOS

91

92 O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFSM
93 (protocolo nº 113/2014). Foram selecionadas 40 cadelas com idades de três a sete meses,
94 híginas, pesando 7,75 kg, \pm 5,57 kg, para realização da ovariohisterectomia (OVH)
95 laparoscópica, distribuídas em quatro grupos de forma aleatória denominados de: G1,

96 G2, G3 e G4. Todos os animais receberam Ringer com lactato (RL), como solução
97 hidroeletrólítica de manutenção no trans-operatório.

98 A higidez dos animais foi constatada pelas avaliações clínica e laboratorial. Os
99 exames creatinina, ureia, albumina, alanina-amino-transferase (ALT) e fosfatase
100 alcalina (FA), além da mensuração de proteínas plasmáticas totais (PPT) e contagem de
101 plaquetas; os 4mL de sangue utilizados para as referidas análises foram obtidos por
102 meio de punção da veia jugular armazenado em frasco com anticoagulante (EDTA)
103 para avaliação do eritrograma, leucograma, PPT e contagem plaquetária, enquanto o
104 material utilizado para avaliação dos exames bioquímicos foi armazenado em frascos
105 sem anticoagulante.

106 Foi instituído um jejum de sólidos e de líquidos nas oito horas que antecederam
107 o procedimento cirúrgico. No dia do procedimento, os pacientes foram tricotomizados
108 na região cervical, nos membros torácicos (rádio e ulna), face dorsal das orelhas, região
109 abdominal, estendendo-se desde os processos transversos até a linha média e desde a
110 cartilagem xifóide até a região inguinal e virilhas.

111 Os acessos somente foram realizados após antisepsia prévia com clorexidina a
112 0,5%. Estes acessos foram realizados com cateter periférico 22G (gauge) na cefálica
113 direita, para administração de fluidoterapia que foi a base de Ringer com lactato (10
114 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, i.v.) até o momento da extubação. Posteriormente, foi obtido acesso venoso
115 percutâneo da jugular direita, com cateter 16G (gauge) para obtenção dos valores da
116 pressão venosa central (PVC), após utilização do fator de correção estabelecido por
117 Aguiar *et al.* (2004), em que se subtrai 0,51 cm H_2O do valor obtido com cateter
118 periférico para se estimar o valor de PVC. Realizou-se também acesso da artéria
119 femoral com cateter 20G (gauge) onde foi acoplado ao transdutor de pressão do monitor
120 multiparamétrico, posicionado na altura do manúbrio para aferição da pressão arterial
121 média (PAM), da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD).

122 Foi administrado ampicilina (20 mg.kg^{-1} , i.v.) como profilaxia antimicrobiana,
123 30 minutos antes do início do procedimento cirúrgico. Para a analgesia pós-
124 operatória, foram administrados por via intravenosa, meloxicam ($0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$) e
125 cloridrato de tramadol (2 mg.kg^{-1}). Após a alta hospitalar, os animais receberam
126 terapêutica analgésica a base de cloridrato de tramadol (2 mg.kg^{-1} , b.i.d., v.o., durante 3
127 dias) e meloxicam ($0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$, b.i.d., s.c., durante 3 dias). A higienização das feridas

128 cirúrgicas foi feita com solução fisiológica 0,9%, diariamente, durante sete dias, para
129 posterior remoção das suturas no sétimo dia de pós-operatório.

130 A medicação pré-anestésica aplicada a partir do M2 foi midazolam ($0,4 \text{ mg.kg}^{-1}$,
131 i.m.) associado a meperidina (5 mg.kg^{-1} , i.m.) na mesma seringa. A indução anestésica
132 foi obtida a partir da administração de propofol (6 mg.kg^{-1} , i.v.) em dose suficiente para
133 permitir a intubação endotraqueal. Os animais foram intubados com traqueotubos de
134 diâmetro adequado sendo conectados ao circuito anestésicos sem reinalação em
135 oxigênio 100%.

136 No trans-operatório, se algum dos animais apresentasse aumento superior a 30%
137 do basal nas variáveis de frequência cardíaca (FC) e PAM, seria instituída analgesia
138 suplementar com fentanil $2,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ (i.v.), mas não houve necessidade.

139 O grupo denominado G1, que era composto pelos animais classificados com a
140 sequência de A1 até A10, tiveram o pneumoperitônio fixado em 12 mmHg e a
141 velocidade de insuflação em 1 L.min^{-1} . O grupo G2 foi composto por animais A11 até
142 A20, e tiveram pneumoperitônio fixado em 12 mmHg e velocidade de $1,5 \text{ L.min}^{-1}$. O
143 grupo G3, dos animais designados como A21 até A30, tiveram o pneumoperitônio
144 fixado em 12 mmHg e a velocidade de insuflação em 2 l/min . Os do G4, também
145 denominado de grupo controle, de A31 a A40, foram operados pelo método de cirurgia
146 convencional. Todas as OVHs dos grupos G1, G2 e G3 foram realizadas pelo método
147 videoassistido com três portais em triangulação descritas por Brun (2015), executadas
148 pelo mesmo cirurgião, proficiente na técnica.

149 Os momentos de avaliação foram determinados pela letra “M”, onde o M0 foi
150 atribuído para as coletas de dados basais no momento do início do experimento; M1 é
151 no início do preparo cirúrgico. M2 correspondeu a 15 minutos após aplicação da MPA.
152 Logo após a coleta de dados de M2, foram realizadas as tricotomias já descritas
153 anteriormente e realizada a venóclise. O M3 foi logo após o animal estar em plano
154 anestésico, ou seja, já realizados os procedimentos de intubação e cateterizadas a veia
155 jugular e a artéria femoral. Após estas cateterizações, o cateter da veia jugular foi
156 acoplado ao sistema métrico e ao calibrado. O cateter da artéria jugular foi acoplado ao
157 transdutor de pressão. Todos os sistemas foram calibrados com o auxílio de uma régua
158 de nível, tendo como referência o manubrio. A partir desse momento, foi possível
159 começar a mesurar as variáveis extras (PVC, PAS, ETCO_2). O M4 foi obtido logo após

160 a estabilização do pneumoperitônio em 12 mmHg. O M5 correspondeu ao momento
161 após o término da ligadura do corpo uterino. O M6 foi obtido no momento do término
162 da cauterização ou ligadura e secção do complexo arteriovenoso ovariano (CAVO)
163 direito. O M7 representou o momento do término da cauterização ou ligadura e secção
164 do CAVO esquerdo. O M8 foi obtido após a drenagem do pneumoperitônio e término
165 da hemorragia. O M9 correspondeu ao momento após uma hora do final da extubação.
166 O M10 representou o momento após duas horas do final da extubação, sendo a última
167 aferição.

168 Os parâmetros de frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS),
169 pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM) nos momentos M0,
170 M1, M2, M9 e M10 foram realizados com auxílio do PetMap[®]. A frequência respiratória
171 (f), nos momentos M0, M1, M2, M9 e M10, foi realizada através da auscultação com
172 estetoscópio. Os momentos M3, M4, M5, M6, M7 e M8, os parâmetros (FC, f , PAS,
173 PAD, PAM, ETCO₂, SPO₂ e PVC) foram aferidos com auxílio do monitor
174 multiparamétrico. A saturação de oxigênio nas hemoglobinas circulantes (SpO₂) foi
175 obtida por meio da oximetria de pulso.

176 Para análise da pressão intraocular (PIO) foi utilizado o tonômetro de aplanção
177 (Tonopen AVIA VET[®]) que teve seu valor ajustado pelo paquímetro (Reichert[®]). Nos
178 momentos M0, M1, M2, M9 e M10 fez-se o uso de colírio anestésico a base de
179 Cloridrato de Proximetacaína a 0,5% (Anestacon[®], Alcon).

180 Todos os animais do experimento após o M8 receberam uma dose de cloridrato
181 de tramadol (2 mg.kg⁻¹) e meloxicam (0,2 mg.kg⁻¹), aplicados por via intravenosa. Após
182 M10, os animais receberam alta hospitalar com as orientações para analgesia pós-
183 operatória com uso do cloridrato de tramadol (2 mg.kg⁻¹, b.i.d., v.o., durante 3 dias) e
184 meloxicam (0,2 mg.kg⁻¹, b.i.d., s.c., durante 3 dias). A higienização das feridas
185 cirúrgicas foi realizada com NaCl 0,9%, diariamente, durante sete dias, para posterior
186 remoção das suturas no sétimo dia de pós-operatório.

187 A análise estatística foi realizada através da ANOVA (Análise de Variância)
188 para medidas repetidas, com dois fatores. Um fator intra-sujeitos (os momentos) e um
189 fator entre sujeitos (os grupos). Para verificar as diferenças estatisticamente
190 significantes entre os momentos, foi utilizado um Teste de Comparações Pareadas (teste

191 *post hoc*), com ajuste de Bonferroni (para múltiplas comparações). As diferenças entre
192 os grupos (efeitos simples de grupos) foram verificadas através do Teste de Duncan.

193

194 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

195

196 Nenhum dos animais do experimento sofreu alterações no trans e pós-
197 operatórios. O tempo médio deste o início das tomadas dos parâmetros até o término em
198 M10 foi de três horas por animal. O tempo entre a MPA e o término da cirurgia foi de
199 $180 \pm 17,45$ minutos. Em nenhum dos animais do experimento houve necessidade de
200 analgésica complementar.

201 A análise da frequência cardíaca quando comparados os grupos entre si mostrou
202 não haver diferenças estatisticamente significativas ($p=0,830$). No entanto, ao comparar
203 os momentos dos grupos entre si, observaram-se diferenças estatisticamente
204 significativas entre momentos; M2xM6 ($p=0,038$); M2xM8 ($p=0,036$); M4xM6
205 ($p=0,004$); M4xM6 ($p=0,004$); M4xM7 ($p=0,005$); M4xM8 ($p=0,003$); M6xM9
206 ($p=0,039$); M8xM9 ($p=0,046$). Este fato explicado pelos efeitos do pneumoperitônio
207 realizado com CO₂, o qual causa vasodilatação, redução da contratilidade miocárdica
208 que resulta em bradicardia e hipotensão arterial (Oliveira Filho *et al.*, 1999; Cunha *et*
209 *al.*, 2002; Joshi, 2002; Leme *et al.*, 2002; Santana e Leite, 2006). A diferença de M8
210 para M9 dá-se ao contrário, pela perda da influência do pneumoperitônio os valores da
211 pressão abdominal se elevam (Duque e Moreno, 2015).

212 A frequência respiratória não teve diferença estatisticamente significativa entre
213 os grupos, mostrando que a velocidade de insuflação de 1 L/min, 1,5 L/min e 2 L/min
214 não ocasionam alterações significativas ($p=0,131$). No entanto, ao comparar os
215 momentos entre si, teve diferenças estatisticamente significativas entre os momentos
216 sem efeito do pneumoperitônio e os com efeito do pneumoperitônio, o que já está bem
217 fundamentado na literatura, a ocorrência de redução no volume pulmonar e a
218 complacência pulmonar secundária ao deslocamento cranial do diafragma alteram o
219 desequilíbrio ventilação/perfusão, podendo levar há uma acidose respiratória e hipóxia
220 tecidual (Normando *et.al.*, 2006; Duque e Moreno, 2015; Souza *et.al.*, 2016).

221 A pressão venosa central mostrou-se não relevante na comparação entre o
222 momento e o grupo ($p=0,084$). Na comparação entre os grupos, não houve diferenças

estatisticamente significativas em relação à PVC ($p=0,830$) (Tabela 1), embora, em valores absolutos, a PVC aumente com o pneumoperitônio. No entanto, ao comparar os momentos antes e logo após o pneumoperitônio observaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p=0,001$). Segundo a literatura, pelo aumento da pressão intraabdominal (PIA) há diminuição do retorno venoso, aumentando a estase venosa e, conseqüentemente, a PVC (Brun e Beck, 1998/99; Mann *et al.*, 1999; Aguiar *et al.*, 2004; Botter *et al.*, 2005; Caricato *et al.*, 2005; Santana e Leite, 2006; Duque e Moreno, 2015).

231

Tabela 1. Média e desvio-padrão da pressão venosa central em cmH_2O , de cadelas submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da pressão venosa central no período de pneumoperitônio (M4 a M7).

236

	Grupo												Total		
	GI			GII			GIII			GIV					
	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
PVC - M4	10	7,27	2,86	10	5,85	3,654	10	7,57	5,704	10	5,13	2,56	40	6,46 ^a	3,876
PVC - M7	10	6,88	2,634	10	6,7	3,648	10	4,61	3,784	10	6,26	2,797	40	6,11 ^{ab}	3,257
PVC - M6	10	6,56	3,48	10	6,86	4,077	10	5,92	3,266	10	5,08	2,23	40	6,1 ^{abc}	3,274
PVC - M5	10	6,94	3,478	10	5,99	3,099	10	6,34	4,382	10	4,75	1,864	40	6 ^{abcd}	3,301
PVC - M8	10	4,57	2,364	10	4,01	2,356	10	3,81	2,482	10	5	1,566	40	4,35 ^e	2,187
PVC - M3	10	4,46	1,481	10	3,27	2,329	10	3,51	2,535	10	3,97	2,261	40	3,8 ^{ef}	2,153

237

238

239

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn ($p < 0,05$).

240

À pressão arterial sistólica, a pressão não teve diferença estatística quando comparada o momento entre grupos diferentes ($p=0,510$). Também não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,231$). No entanto, seu valor absoluto diminuiu com feito da anestesia e logo após instaurar o pneumoperitônio, aumentou e quando comparados momento sem a presença do pneumoperitônio com a presença deu significância ($p \leq 0,05$). Os grupos se comportam de forma semelhante entre os momentos avaliados. O aumento do pneumoperitônio, corroborando com diferentes estudos, que relatam aumento da pressão arterial, pode ser associado à estimulação simpática em decorrência (Safran e Orlando, 1994) ou atribuído ao aumento da pressão intra-abdominal (Fitzgerald *et al.*, 1992; Duque e Moreno, 2015).

250

251

252

253

254

A pressão arterial diastólica não sofreu alteração estatisticamente significativa entre os diferentes momentos dentro dos grupos ($p=0,102$). Em alguns momentos foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) com e sem a presença do pneumoperitônio. Além disso, ao rodar o teste “*Post Hoc*” mostrou-se diferença estatística do GI para o GII ($p \leq 0,00$) e do GII para o GIII ($p \leq 0,00$) mostrando que com

255 aumento da velocidade de insuflação, há diminuição do retorno venoso, e aumento da
256 pressão arterial diastólica (Duque e Moreno, 2015).

257 Ao analisar a pressão arterial média, não houve diferença estatisticamente
258 significativa quando comparado os momentos com os grupos ($p=0,240$) (Tabela 2). Este
259 fato, como as demais pressões, corroboram que a variação não depende do grupo mas
260 sim do momento, ou seja, da influência ou não do pneumoperitônio. Não houve
261 diferenças estatisticamente entre os grupos ($p=0,108$). Conforme corroboram os autores,
262 a pressão arterial média tem uma tendência a aumentar devido a hipercapnia, a resposta
263 neuroendócrina frente as altas taxas de CO_2 - liberação de catecolaminas, vasopressina e
264 cortisol (Fitzgerald *et al.*, 1992; Duque e Moreno, 2015). Além disso, onde foram
265 evidenciadas as menores pressões arteriais em M2 pode ser justificado pela influência
266 dos fármacos anestésicos e depressão cardio-respiratória, relacionados a quadros de
267 hipotensão pela vasodilatação (Pascoe *et al.*, 2012).

268

269 Tabela 2. Média e desvio-padrão da pressão arterial média em mmHg, de cadelas submetidas a
270 OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e
271 por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da pressão venosa central no
272 período de pneumoperitônio (M4 a M7).

273

	Grupo														
	G1			GII			GIII			GIV			Total		
	n	Média	Desvio- Padrão	n	Média	Desvio- Padrão	n	Média	Desvio- Padrão	n	Média	Desvio- Padrão	n	Média	Desvio- Padrão
PAM - M0	10	104	16,465	10	110,5	12,349	10	116,5	32,749	10	94,5	25,326	40	106,37 ^a	23,696
PAM - M9	10	102	18,738	10	97	16,364	10	103	22,755	10	111,5	26,146	40	103,38 ^{ab}	21,164
PAM - M10	10	95	16,667	10	98	25,298	10	105	19,293	10	106	29,702	40	101 ^{abc}	22,876
PAM - M1	10	98,5	22,491	10	103	13,581	10	92	26,895	10	96	25,254	40	97,38 ^{abcd}	22,13
PAM - M2	10	90,5	11,655	10	83	8,882	10	97,5	20,31	10	88,5	14,539	40	89,88 ^{cde}	14,871
PAM - M5	10	92,1	32,254	10	79,6	23,472	10	85,7	12,248	10	70,7	22,598	40	82,03 ^{def}	24,157
PAM - M6	10	86	27,54	10	66,9	22,068	10	92,7	19,833	10	78,6	21,624	40	81,05 ^{defg}	24,084
PAM - M7	10	78,7	25,241	10	66	19,641	10	97,9	24,108	10	78,3	29,732	40	80,23 ^{defgh}	26,603
PAM - M4	10	81,8	33,219	10	80	20,553	10	98	22,156	10	59,6	19,306	40	79,85 ^{defgh}	27,24
PAM - M8	10	70,2	33,78	10	61,7	22,813	10	78,1	14,255	10	73,3	23,027	40	70,82 ^{fhi,j}	24,275
PAM - M3	10	69,4	34,91	10	58,6	18,265	10	66,4	14,516	10	57,5	17,405	40	62,98 ⁱ	22,427

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn ($p < 0,05$).

274
275
276

277 A saturação de dióxido de carbono para análise do momento comparado ao
278 grupo não foi significativa ($p=0,268$; $p=0,263$; $p=0,260$) (Tabela 3). Logo, os grupos
279 comportam-se de forma semelhante ao longo dos momentos. Na análise entre os grupos,
280 não houve diferenças significativas estatisticamente ($p=0,208$; $p=0,58$; $p=0,957$;
281 $p=0,466$; $p=0,24$; $p=0,247$). O fato de termos uma ventilação assistida faz com que a
282 saturação de $ETCO_2$ mantenha-se constante. Conforme salienta a literatura, o uso de
283 pressão positiva no final da expiração possibilita melhor oxigenação arterial. No

284 entanto, deve-se evitar a hiperventilação, pois isso pode ocasionar uma alcalose
285 respiratória (Duque e Moreno, 2015).

286

287 Tabela 3. Média e desvio-padrão da Taxa de CO₂ expirado, de cadelas submetidas a OVH
288 videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por
289 cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se aumento da Saturação de CO₂ no período de
290 pneumoperitônio (M4 a M7).

291

	Grupo												Total		
	G1			GII			GIII			GIV					
	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
ETCO2 - M6	10	48,6	13,184	10	57,8	15,676	10	51	10,317	10	46,1	14,224	40	50,88 ^a	13,695
ETCO2 - M7	10	52	11,304	10	56	13,888	10	48,7	5,478	10	46,4	12,894	40	50,78 ^{ab}	11,519
ETCO2 - M5	10	53,4	10,617	10	52,1	9,972	10	49,3	9,056	10	43,7	13,275	40	49,63 ^{abc}	11,082
ETCO2 - M4	10	45,5	9,891	10	48,5	8,031	10	47,4	8,044	10	53,4	19,051	40	48,7 ^{abcd}	12,037
ETCO2 - M8	10	53,6	14,6	10	53,2	14,665	10	47,3	7,009	10	40,6	11,167	40	48,68 ^{abcde}	12,946
ETCO2 - M3	10	41,6	8,044	10	47,6	7,56	10	41,2	4,264	10	45,7	9,742	40	44,03 ^{cde}	7,859

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn (p < 0,05).

292

293

294

295 Ao analisar as pressões oculares e suas médias (Tabela 4 e Tabela 5), observou-
296 se diferença estatística significativa entre momento e grupos do olho direito (p=0,032) e
297 olho esquerdo (p=0,049). O fato do efeito da interação ser estatisticamente significante
298 indica que as diferenças entre os momentos dependem do grupo. Em outra análise,
299 comprovou-se que não houve diferença estatística entre os grupos do olho direito e
300 esquerdo (p=0,066). Em análise, os GI, GII e GIII tiveram um acréscimo significativo
301 na pressão intraocular, com graus de significancia, embora seus valores aumentaram,
302 não ultrapassarm aos fisiológicos. e o GIV não houve significância (p=0,572). A
303 significância entre os momentos deu-se: para o grupo I: M0xM3 (p=0,047); M2xM3
304 (P=0,005); M2xM10 (p=0,018); M3xM4 (p=0,015); M3xM5 (p=0,004); M3xM6
305 (p=0,003); M3xM8 (p=0,038); M3xM9 (p=0,029); M4xM10 (p=0,037); M5xM10
306 (p=0,004); M6xM10 (p=0,008); M8xM10 (p=0,048); M9xM10 (p=0,048), para o grupo
307 II: M0xM4 (p=0,026); M1xM10 (P=0,010); M3xM4 (p=0,021); M4xM6 (p=0,002);
308 M4xM7 (p=0,046); M4xM8 (p=0,000); M4xM9 (p=0,018); M4xM10 (p=0,002);
309 M5xM7 (p=0,047); M5xM8 (p=0,009); M5xM9 (p=0,009); M5xM10 (p=0,002), para o
310 grupo III: M0xM6 (p=0,037); M0xM7 (p=0,040); M0xM9 (p=0,012); M0xM10
311 (p=0,008); M1xM9 (p=0,019); M1xm10 (p=0,004); M2xM9 (p=0,15); M2xM10
312 (p=0,004); M3xM4 (p=0,014); M3xM5 (p=0,043); M3xM6 (p=0,014); M3xM7
313 (p=0,022); M4xM8 (p=0,042); M4x M9 (p=0,004); M4xM10 (p=0,001); M5xM9
314 (p=0,001); M5xM10 (p=0,000); M6xM8 (p=0,009); M6xM9 (p=0,001); M6xM10
315 (p=0,000); M7xM8 (p=0,018); M7xM9 (p=0,000); M7xM10 (p=0,000); M8xM10

316 (p=0,028).Este aumento deve-se à diminuição do retorno venoso, o que ocasiona uma
 317 hiperemia da coróide e consequentemente diminuição da drenagem do humor aquoso.
 318 No entanto, observa-se que em animais sadios este aumento não ultrapassou os limites
 319 fisiológicos tendo o olho a capacidade de auto-regulação (Honscho *et.al.*, 2013; Duque e
 320 Moreno, 2015).

321

322 Tabela 4. Média e desvio-padrão da Pressão intraocular do olho direito, de cadelas
 323 submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes
 324 velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se
 325 aumento da PIO/OD no período de pneumoperitônio (M4 a M7). No entanto, este
 326 aumento não ultrapassa os valores fisiológicos.

327

	Grupo														
	G1			GII			GIII			GIV			Total		
	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
PIO OD - M0	10	15,3	2,541	10	14,9	2,681	10	16,5	4,088	10	13,36	2,718	40	15,01	3,162
PIO OD - M1	10	15,47	2,134	10	15,53	3,32	10	17,26	3,013	10	13,83	3,955	40	15,52	3,288
PIO OD - M2	10	15,67	4,019	10	13,7	1,921	10	16,76	3,829	10	14,1	2,524	40	15,06	3,314
PIO OD - M3	10	12,6	2,951	10	14,23	3,386	10	15,76	3,451	10	13,6	2,831	40	14,05	3,257
PIO OD - M4	10	19,8	16,484	10	19,67	6,106	10	21,76	2,793	10	14,16	3,221	40	18,85	9,15
PIO OD - M5	10	18,9	6,822	10	17,4	4,994	10	19,93	3,948	10	14,86	4,636	40	17,77	5,365
PIO OD - M6	10	17,43	8,03	10	14,73	3,834	10	20,5	5,181	10	16,43	6,088	40	17,27	6,127
PIO OD - M7	10	14,77	3,542	10	15,06	4,216	10	21,16	6,37	10	15,56	5,659	40	16,64	5,553
PIO OD - M8	10	16,03	7,553	10	13,67	2,098	10	17	4,648	10	15,46	4,23	40	15,54	4,981
PIO OD - M9	10	14,9	3,414	10	13,96	2,871	10	14,1	1,982	10	13,13	2,389	40	14,02	2,687
PIO OD - M10	10	13,67	3,476	10	12,7	2,23	10	14,16	2,467	10	12,36	3,539	40	13,22	2,961

328

329

330 Tabela 5. Média e desvio-padrão da Pressão intraocular do olho esquerdo, de cadelas
 331 submetidas a OVH videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes
 332 velocidades de insuflação, e por cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se
 333 aumento da PIO/OE no período de pneumoperitônio (M4 a M7). No entanto, este
 334 aumento não ultrapassa os valores fisiológicos.

335

	Grupo														
	G1			GII			GIII			GIV			Total		
	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
PIO OE - M0	10	15,5	2,877	10	14,8	2,391	10	16,87	3,673	10	13,1	2,262	40	15,06	3,068
PIO OE - M1	10	14,9	2,846	10	15,73	3,351	10	17,13	3,067	10	13,5	4,321	40	15,31	3,567
PIO OE - M2	10	16,37	3,754	10	14,2	1,787	10	17,33	4,186	10	13,5	2,781	40	15,35	3,508
PIO OE - M3	10	13,17	2,535	10	14,93	3,363	10	16,13	4,064	10	13,26	2,113	40	14,37	3,24
PIO OE - M4	10	17,7	8,718	10	19,2	6,165	10	20,7	2,957	10	14,6	2,905	40	18,05	5,958
PIO OE - M5	10	17,9	5,259	10	17,06	5,122	10	19,4	4,545	10	14,96	3,977	40	17,33	4,847
PIO OE - M6	10	18,43	8,395	10	14	3,904	10	20,5	4,351	10	16,4	5,177	40	17,33	6,024
PIO OE - M7	10	15,87	4,895	10	14,8	4,025	10	20,4	7,044	10	16,26	5,451	40	16,83	5,676
PIO OE - M8	10	16,73	7,653	10	13,13	2,031	10	17,36	4,946	10	15,53	4,286	40	15,69	5,199
PIO OE - M9	10	15,87	4,032	10	13,9	2,535	10	14,03	2,243	10	12,83	2,3	40	14,16	2,973
PIO OE - M10	10	13,53	2,56	10	12,76	2,115	10	13,8	2,224	10	12,36	2,797	40	13,11	2,415

336

337

338 A saturação de oxigênio (Tabela 6) mostrou-se não haver diferença
 339 estatisticamente significativa na interação: momento e grupo (p=0,489). Isto significa
 340 que a variação não depende do grupo, mas sim do momento, observando que os grupos
 341 comportam-se de maneira diferente. Observou-se também não haver diferença
 342 significativa entre os grupos (p=0,228). O fato da ventilação controlada suscita uma
 343 melhor oxigenação que corrobora para que as trocas gasosas sejam constantes entre os

344 grupos, embora o CO₂ sempre leve a uma acidose respiratória (Gerges *et al.*, 2006;
345 Duque e Moreno, 2015).

346
347 Tabela 6. Média e desvio-padrão da saturação de oxigênio, de cadelas submetidas a OVH
348 videoassistida (G1, G2, G3), as quais receberam diferentes velocidades de insuflação, e por
349 cirurgia convencional (G4). À análise, observa-se que a saturação se manteve constante.
350

	Grupo												Total		
	G1			GII			GIII			GIV					
	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
SAT - M3	10	98,5	1,509	10	98,1	2,601	10	99,3	0,823	10	97,8	1,476	40	98,43	1,752
SAT - M4	10	93,9	12,041	10	98,5	1,716	10	98,2	1,476	10	98,3	1,494	40	97,23	6,241
SAT - M5	10	96,6	4,452	10	97,6	2,875	10	98,5	1,179	10	97,7	2,983	40	97,6	3,053
SAT - M6	10	97,6	1,265	10	97,9	2,183	10	98	1,7	10	97,7	2,541	40	97,8	1,911
SAT - M7	10	97,8	1,932	10	98	2,055	10	98	1,333	10	98,3	1,16	40	98,03	1,609
SAT - M8	10	97,3	2,497	10	98,8	0,919	10	98	1,054	10	97,9	1,524	40	98	1,649

351
352 *não teve nenhum valor de significancia($p < 0,05$)

353 Em todos os grupos, logo após o estabelecimento do pneumoperitônio de 12
354 mmHg (M4) foram constatados os maiores valores de pressões arteriais do trans-
355 operatório, corroborando com diferentes estudos, que relatam aumento da pressão
356 arterial, seja por estimulação simpática em decorrência do pneumoperitônio promovido
357 com CO₂ (Safran e Orlando, 1994) ou atribuído ao aumento da pressão intra-abdominal
358 (Fitzgerald *et al.*, 1992).

359 Importante salientar sobre o monitoramento constante dos pacientes submetidos
360 a procedimentos videocirúrgicos, com atenção especial aos primeiros minutos de
361 pneumoperitônio, sob o ponto de vista da hemodinâmica (Cohen *et al.*, 2003), fato que
362 pode ter relevância em pacientes com comprometimento cardiovascular prévio, pois as
363 alterações, por exemplo, da pressão arterial vistas nesse estudo, ocorreram
364 imediatamente após a insuflação da cavidade abdominal.

365

366 CONCLUSÕES

367

368 Com este estudo, foi possível concluir que animais hípidos, embora tenham sua
369 pressão intraocular estável, sofrem aumento da PIO dentro dos padrões fisiológico após
370 instauração do pneumoperitônio.

371

372 AGRADECIMENTOS

373

374 Agradeço a empresa WEM Equipamentos Eletrônicos Ltda por ter cedido a
375 pinça bipolar munida com lâmina de corte para realização deste projeto.

376

377 **REFERÊNCIAS**

378

379 BOTTER, F. C. S.; TAHA, M. O.; FAGUNDES, D. J. *et al.* O papel do
380 pneumoperitônio na avaliação de parâmetros respiratórios e hemodinâmicos de ratos
381 anestesiados, com ou sem intubação intratraqueal. *Rev. Col. Bras. Cir.*, Rio de Janeiro,
382 v.32, p.261-266, 2005.

383

384 BRUN, M. V. Cirurgias no aparelho reprodutor feminino de caninos. *In*: BRUN, M. V.
385 *Videocirurgia em Pequenos Animais*. Rio de Janeiro: Roca; 2015. p.186-213.

386

387 BRUN, M. V. *Ovário-histerectomia em caninos por cirurgia laparoscópica*. 1999.
388 181f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-graduação
389 em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

390

391 BRUN, M. V.; BECK, C. A. C. Aplicações clínicas e experimentais da laparoscopia em
392 cães: artigo de revisão. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*,
393 Uruguaiana, v.5/6, n.1, p.5-11, 1998/99.

394

395 CARICATO, A.; CONTI, G.; DELLA CORTE, F. *et al.* Effects of PEEP on the
396 intracranial system of patients with head injury and subarachnoid hemorrhage: the role
397 of respiratory system compliance. *J. Trauma*, Baltimore, MD, v.58, n.3, p.571-576,
398 2005.

399

400 COHEN, R. V.; PINHEIRO FILHO, J. C.; SCHIAVON, C. A. *et al.* Alterações
401 sistêmicas e metabólicas da cirurgia laparoscópica. *Rev. Bras. Videocir.*, Rio de Janeiro,
402 v.1, n.2, p.77-81, abr/ jun. 2003.

403

404 DE MORAIS, H. S. A.; DIBARTOLA, S. P. Ventilatory and metabolic compensation
405 in Dogs with acid-base disturbances. *J. Vet. Emerg. Crit. Care.*, San Antonio, TX, v.1,
406 n.2, p.39-49, 1991. DOI: 10.1111/j.1476-4431.1991.tb00015.x .

407

408 DUQUE, C. T. N.; MORENO, J. C. D. Anestesia e Analgesia para Videolaparoscopia.
409 *In*: BRUN, M. V. *Videocirurgia em Pequenos Animais*. Rio de Janeiro: Roca; 2015.
410 p.7-20.

411

412 FITZGERALD, S. D.; ANDRUS, C. H.; BAUDENDISTEL, L. J. *et al.* Hypercarbia
413 during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Am. J. Surg.*, New York, NY, v.163, n.1,
414 p.186-190, 1992.

415

416 GERGES, F. J.; KANAZI, G. E.; JABBOUR-KHOURY, S. I. Anesthesia for
417 laparoscopy: a review. *J. Clin. Anesthesia.*, New York, NY, v.18, p.67-78, 2006.

418

419 GOEL, M.; PICCIANI, R.G.; LEE, R.K.; BHATTACHARYA, S.K. Aqueous humor
420 dynamics: a review. *Open Ophthalmol J.* 2010 Sep 3;4:52-9.

421

- 422 HONSHO, C. S. *et al.* Efeitos do procedimento de videocirurgia sobre a pressão ocular
423 (PO) em gatos. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 941-951, 2013.
424
- 425 MALM, C.; SAVASSI-ROCHA, P. R.; GHELLER, V. A. *et al.* Ovário-histerectomia:
426 estudo experimental comparativo entre as abordagens laparoscópica e aberta na espécie
427 canina – Intraoperatória – I. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v.56, n.4,
428 p.457-466, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v56n4/21982.pdf>>.
429 Acesso em 26 nov. 2015.
430
- 431 MANN, C.; BOCCARA, G.; POUZERATTE, Y. *et al.* The relationship among carbon
432 dioxide pneumoperitoneum, vasopressin release, and hemodynamic changes. *Anesthes..*
433 *Res. Soc.*, Baltimore, MD, v.89, n.2, p.278-283, Aug. 1999.
434
- 435 NORMANDO, V. M. F.; BRITO, M. V. H.; ARAÚJO JÚNIOR, F. A. *et al.* .
436 Repercussões do pneumoperitônio na amplitude da excursão diafragmática em
437 suínos. *J. Bras. Pneumol.*, São Paulo , v.32, n.1, p.16-22, jan./fev. 2006 . DOI:
438 <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132006000100006>. Disponível em:
439 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132006000100006&lng=en&nrm=iso)
440 [37132006000100006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132006000100006&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 19 nov. 2016.
441
- 442 PASCOE, P. J. Perioperative management of fluid therapy. *In: DIBARTOLA, S. P.*
443 *Fluid, eletrolyte, and acid-base disorders in small animal practice*. 4.ed. St. Louis
444 (MO): Elsevier Saunders; 2012. p.416-420.
445
- 446 PIPPI, N.L.; Gonçalves, G.F. Anatomofisiologia Ocular. *In: Laus, J.L. Oftalmologia*
447 *Clínica e Cirúrgica em Cães e em Gatos*. 1.ed. São Paulo:ROCA, 2009.p.1-10.
448
- 449 SAFRAN, D. B.; ORLANDO, R. Physiologic effects of pneumoperitoneum. *Am. J.*
450 *Surg.*, New York, NY, v.167, n.2, p.281-286, Feb. 1994.
451
- 452 SANTANA, K. M.; LEITE, R. C. B. O. Complicações da videocirurgia para pacientes
453 oncológicos. *Rev. Bras. Cancerol.*, Rio de Janeiro, v.52, n.1, p.79-86, 2006.
454
- 455 SILVA, M. A. M. Formação de Aderências Intraperitoneais após Procedimentos
456 Cirúrgicos Convencionais e laparoscópicos. *In: BRUN, M. V. Videocirurgia em*
457 *Pequenos Animais*. Rio de Janeiro: Roca; 2015. p.21-37.
458
- 459 SOUZA, F. W.; BRUN, M. V.; OLIVEIRA, M. T. *et al.* Ovariohisterectomia por
460 videocirurgia (via NOTES vaginal híbrida), celiotomia ou miniceliotomia em
461 cadelas. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v.44, n.3, p.510-516, mar. 2014. DOI:
462 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000300020>. Disponível em:
463 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000300020&lng=en&nrm=iso)
464 [84782014000300020&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000300020&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 19 nov. 2016.

4 DISCUSSÃO

Por meio da revisão de literatura realizada para confecção do Artigo 1, foi possível observar a carência de estudos a respeito das repercussões oculares do pneumoperitônio da videocirurgia (Honscho *et al.*, 2013). Além disso, ao conhecimento do autor, não havia até o momento uma revisão similar dos diferentes parâmetros de velocidade de insuflação e suas repercussões na pressão ocular.

Em função da evolução das cirurgias laparoscópicas na medicina veterinária e das particularidades inerentes a essa técnica operatória (O'Malley e Cunningham, 2001), surgiu a preocupação de averiguar, cada vez mais, os efeitos adversos nos diversos sistemas. Ao estudar a pressão intraocular e seu comportamento no artigo 2, observa-se que a pressão sofre grande influência do pneumoperitônio, e devido ao controle da PIO ocular, é possível manter a pressão estável, fato que em animais com alterações neste controle hemodinâmico sofre alterações e, possivelmente, podem ter aumentos de PIO acima do fisiológicos.

5 CONCLUSÃO

Com os resultados deste estudo, foi possível concluir que embora as velocidades de pneumoperitônio e a pressão de insuflação não tenham suscitado grandes alterações em animais hígidos, recomenda-se que, em animais com descolamento de retina e glaucoma devido às suas complicações, sejam manejados diferentemente caso submetidos à videocirurgia, uma vez que ocorre aumento de PIO ao empregar 12mmHg nas velocidades estudadas, a qual não é importante em animais hígidos, mas pode ter repercussões danosas em animais com as doenças oculares supracitadas. Tais possibilidades ainda precisam ser melhor estudadas em pequenos animais.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, P. D. Anesthesia for minimally invasive surgery. *In*: LOUGHLIN, K. R., BROOKS, D. C. **Principles of endosurgery**. Cambridge: Blackwell Science 1996, p. 54-71.
- AMARAL, W. O. G. *et al.* Espessura central e periférica da córnea: influência na medida da pressão intraocular pelo Tonopen. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 41-45, 2006.
- BROADWATER, J. J. *et al.* Effect of body position on intraocular pressure in dogs without glaucoma. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 69, n. 4, p. 527-530, 2008.
- BROOKS, D. E. Glaucoma. *In*: HERRERA, D. **Oftalmologia clínica em animais de companhia**. 1. ed. São Paulo: MedVet Livros, 2008. p. 195-197.
- BRUN, M. V. **Ovário-histerectomia em caninos por cirurgia laparoscópica**. 1999. 181 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BRUN, M. V. Acesso à cavidade peritoneal. *In*: BRUN, M. V. **Videocirurgia em Pequenos Animais**. Rio de Janeiro: Roca; 2015. p. 99-112.
- BRUNSON, D. B. Anesthesia in ophthalmic surgery. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, Philadelphia, PA, v. 10, p. 481-495, 1980.
- COHEN, R. V. *et al.* Alterações sistêmicas e metabólicas da cirurgia laparoscópica. **Revista Brasileira de Videocirurgia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 77-81, 2003.
- COLLINS, B. K. *et al.* Physiologic, pharmacologic, and practical considerations for anesthesia of domestic animals with eye disease. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, IL, v. 207, p. 220-230, 1995.
- CORRÊA, C. M. O. *et al.* Considerações anestésicas na cirurgia laparoscópica. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, Curitiba, v. 21, n. 3, p. 136-138, jul./set. 2008.
- CUNHA, A. F. *et al.* Ventilação controlada com pressão expiratória final positiva em suínos anestesiados com isoflurano ou halotano e submetidos a pneumoperitônio ou pneumotórax com CO₂. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 143-150, 2002. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/veterinary/article/view/3994/3234>>. Acesso em: 5 maio 2014.
- CUNNINGHAM, A. J.; BARRY, P. Intraocular pressure: physiology and implications for anaesthetic management. **Canadian Anaesthetists Society Journal**, Toronto, v. 33, n. 2, p. 195-208, 1986. Artigo de revisão.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 454 p.

DUNCALF, D.; WEITZNER, S. W. The influence of ventilation and hypercapnea on intraocular pressure during anesthesia. **Anesthesia and Analgesia**, Cleveland, v. 42, p. 232-246, 1963.

FUKUSHIMA, F. B. *et al.* Cardiorespiratory and blood gas alterations during laparoscopic surgery for intra-uterine artificial insemination in dogs. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 52, p. 77-79, 2011.

HEDLUND, C. S. Cirurgias dos sistemas reprodutivo e genital. *In*: FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2005. p. 631-648.

HELZEL, M. S. **Relação da pressão intra-ocular e paquimetria corneal com os diferentes estágios de desenvolvimento das cataratas diabéticas e não diabéticas de cães da raça Poodle**. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10137/.../Milena_Sefrin_Helzel.pdf>. Acesso em: 5 maio 2014.

HONSHO, C. S. *et al.* Efeitos da infusão contínua de cetamina sobre a pressão intra-ocular em cães hipovolêmicos anestesiados com desflurano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 5, out. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352004000500007>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352004000500007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 mar. 2014.

HONSHO, C. S. *et al.* Efeitos do procedimento de videocirurgia sobre a pressão ocular (PO) em gatos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 941-951, 2013.

HVIDBERG, A.; KESSING, S. V.; FERNANDES, A. Effect of changes in PCO₂ and body positions on intraocular pressure during general anesthesia. **Acta Ophthalmologica**, Copenhagen, v. 59, n. 4, p. 465-475, 1981.

ILIEV, M. E. *et al.* Comparison of rebound tonometry with Goldmann applanation tonometry and correlation with central corneal thickness. **British Journal of Ophthalmology**, London, v. 90, n. 7, p. 833-835, 2006.

JOSHI, G. P. Anesthesia for laparoscopic surgery. **Canadian Journal of Anesthesia** Winnipeg, MB, v. 49, n. 6, p. R1-R5, 2002. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/767/art%253A10.1007%252FBF03018135.pdf?auth66=1402104160_02cc4a0b6cd883d2e3b2a580aa7d102d&ext=.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2014.

JOSHI, G. P. Complications of laparoscopy. **Anesthesiology Clinics**, Philadelphia, PA, v. 19, n. 1, p. 89-105, 2001.

KALESNYKAS, G.; UUSITALO, H. Comparison of simultaneous readings of intraocular pressure in rabbits using Perkins handheld, Tono-Pen XL, and Tono Vet tonometers. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, Berlin, v. 245, p. 761-762, 2007.

KOIVUSALO, A. M.; LINDGREN, L. Effects of carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica, Copenhagen**, v. 44, n. 7, p. 834-841, 2000.

KOMÁROMY, A. M. *et al.* Effect of head position on intraocular pressure in horses. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 67, n. 7, p. 1232-1235, 2006.

LEME, M. C. *et al.* Pneumoperitônio com dióxido de carbono associado a três posições laparoscópicas em cães. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 281-287, 2002.

LENTSCHENER, C. *et al.* The effect of pneumoperitoneum on intraocular pressure in rabbits with α -chymotrypsin: induced glaucoma. **Anesthesia and Analgesia**, Cleveland, v. 86, n. 6, p. 1283-1288, 1998.

LOPEZ-CABALLERO, C. *et al.* Tonometria de rebote en la práctica clínica: comparación con tonometria de aplanación. **Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología**, Madrid, v. 82, p. 273-278, 2007.

MACRI, F. J. Vascular pressure relationship and the intraocular pressure. **Archives of Ophthalmology**, Chicago, IL, v. 65, n. 5, p. 133-136, 1961.

MANN, C. *et al.* The relationship among carbon dioxide pneumoperitoneum, vasopressin release, and hemodynamic changes. **Anesthesia and Analgesia**, Cleveland, v. 89, n. 2, p. 278-283, 1999.

MARTINEZ DE LA CASA, J. M. *et al.* Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and goldmann tonometry. **Ophthalmology**, Philadelphia, PA, v. 113, n. 12, p. 2156-2162, 2006.

MARTINS, B. C. *et al.* Glaucoma. *In*: LAUS, J. L. **Oftalmologia clínica e cirúrgica em cães e em gatos**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2009. p. 151-152.

MURPHY, D. F. Anesthesia and intraocular pressure. **Anesthesia and Analgesia**, Cleveland, v. 64, p. 520-530, 1985.

O'MALLEY, C.; CUNNINGHAM, A. J. Physiologic changes during laparocopy. **Anesthesiology Clinics of North America**, Philadelphia, v. 19, p. 1-19, 2001.

OBEID, F. *et al.* Increases in intra-abdominal pressure affect pulmonary compliance. **Archives of Surgery**, Chicago, v. 130, n. 5, p. 544-548, 1995.

OLIVEIRA FILHO, G. R. *et al.* Alterações hemodinâmicas e respiratórias perieanestésicas em colecistectomias: comparação entre as vias aberta subcostal e laparoscópica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 4, p. 234-239, 1999.

OZCAN, M. S. *et al.* The effect of body inclination during prone positioning on intraocular pressure in awake volunteers: a comparison of two operating tables. **Anesthesia and Analgesia**, Cleveland, v. 99, n. 4, p. 1152-1158, 2004.

SCHAUER, P. R. Physiologic consequences of laparoscopic surgery. *In*: EUBANKS, W. S.; SWANSTROM, L. L.; SOPER, N. J. **Mastery of laparoscopic surgery**. 1 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 22-38.

TRIM, C. M.; COLBERN, G. T.; MARTIN, C. L. Effect of xilazina and ketamine on intraocular pressure in horses. **Veterinary Record**, London, v. 117, p. 442-443, 1985.

VALEZI, A. C.; RAHAL, F. Repercussões do pneumoperitônio sobre o sistema venoso dos membros inferiores-estudo em porcas. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, fev. 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69911999000100010>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69911999000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 mar. 2014.

WALICK, K. S. *et al.* Changes in intraocular pressure due to surgical positioning. **Spine**, Baltimore, MD, v. 32, n. 23, p. 2591-2595, 2007.

WEICHSLER, N. Exame do olho e anexos. *In*: HERRERA, D. **Oftalmologia clínica em animais de companhia**. 1. ed. São Paulo: MedVet Livros, 2008. p. 31-48.

**ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PARA ATO
CIRÚRGICO/ANESTÉSICO**

**AUTORIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PARA ATO
CIRÚRGICO/ANESTÉSICO**

Por este termo eu, _____ autorizo o Médico Veterinário Luis Felipe Dutra Corrêa e, todos os demais profissionais à sua assistência, a realizar(em) o(s) procedimento(s) cirúrgico(s)/anestésico(s), bem como, os cuidados e tratamentos médicos dele(s) decorrentes.

O(s) procedimento(s) foi (foram) explicado(s) pelo Médico Veterinário, por meio de consulta e orientação técnica pré-operatória. Salienta-se, que serão coletados dados para estudo científico, seguindo o projeto científico registrado na UFSM e intitulado como: **“EFEITOS DE DIFERENTES PRESSÕES DE PNEUMOPERITÔNIO, VELOCIDADES DE INSUFLAÇÃO COM CO2 E POSICIONAMENTO NA MESA OPERATÓRIA, SOBRE A PRESSÃO INTRA-OCULAR (PIO) EM CADELAS SUBMETIDAS À OVH POR VIDEOLAPAROSCOPIA OU CIRURGIA CONVENCIONAL”**.

Os esclarecimentos foram suficientes para entender e aceitar ao presente tratamento de forma consciente e espontânea.

Assim como aceito o fato de que sempre haverá o “risco de morte” em todo e qualquer procedimento médico, independentemente de sua extensão e gravidade.

Dados do Paciente:

Registro:	Nome:	
Espécie:	Raça:	Sexo:
Pelagem:	Idade:	

Dado do Proprietário/Responsável:

Nome:
CPF:
RG:

Proprietário/Responsável
CPF:

Santa Maria, _____, de _____, 2015.

ANEXO B – SERINGAS PARA COLETA DE SANGUE E COLOCAÇÃO DOS CATETERES



Legenda:

- (A) Material disposto sobre a mesa para colheita de sangue para a realização de hemograma e glicemia
- (B) Cateter 18G posicionado na veia jugular direita
- (C) Cateter 24G posicionado na artéria auricular
- (D) Canino após administração da medicação pré-anestésica, já com os cateteres instalados

ANEXO C – DISPOSIÇÃO DA SALA CIRÚRGICA, PREPARO DO PACIENTE E EQUIPAMENTO OFTÁLMICO



Legenda:

- (A) Organização da sala cirúrgica
- (B) Antissepsia do campo operatório
- (C) Disposição em triangulação dos três portais
- (D) Paquímetro de Reichert
- (E) Tonopen AVIA VET®