

Fisiologia e fatores que interferem na pressão intra-ocular

Factors that influence the intraocular pressure

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: lfdcjeeep@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 e-mail mauriciovelosobrun@hotmail.com. Bolsista CNPq/Brasil.

Corrêa LFD, Feranti JPS, Santalucia S, Chaves OR, Copat B, Hartmann FH, Libardoni NR, Oliveira MT, Castro JLC, Pippi NL, Brun MV. Medvop - Revista Científica de Medicina Veterinária - Pequenos Animais e Animais de Estimação; 2014; 12(41); 1-637.

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 equilibram-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. Objetivo desde 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 periocular 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 intra-ocular, pode-se avaliar se o bulbo ocular pode ter algum processo inflamatório intra-ocular 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 intra-ocular 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 da 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 mm Hg) 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 coroide, 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 en-

tra 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 oboé, ou de baixa resistência, como o saxofone ou clarinete podem sofrer aumentos de PIO transitórios (8). Em um estudo de 2000, utilizando músicos de instrumentos de sopro de Bóston 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 tra-

balhos 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 a 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 a noite em paciente com a cabeça elevada 30° chegando a uma média de 3,2mmHg, 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 coróide e de um aumento da pressão venosa episcleral. De fato, como a maioria dos estudos comprovam, 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 necessário 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 a predisposição do paciente possa ocasionar alterações oculares indesejáveis, tais como hemorragias e descolamento de retina.

Exercícios como ioga 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 au-

mento 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 a 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 regula-

ção devido a alterações na pressão venosa. Fato semelhante deve dar atenção ao tão 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 evita 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 encremento 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 as 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 coróide, provocando o seu ingurgitamento (24). Este aumento do volume da coróide e um aumento na pressão das veias episclerais levam a um incremento da

Fisiologia e fatores que interferem na pressão intra-ocular

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 exercícios (25). Por outro lado, exercícios aeróbicos tem a tendência a diminuir a PIO como comprova estudos, porém seu mecanismo hipotensor ainda não é totalmente esclarecido (26). Outro estudo sugere que o aumento da PIO na atividade física está vinculado a 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 comi-

da 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 2 mm Hg) 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).



Figura 1 - Principais tonômetros de aferição da pressão intraocular utilizados em medicina veterinária. (A) Tonopen XL. (B) Tonovet. (C) Tonômetro de Perkins. (D) Tonômetro de Schiotz. Fonte: (Arquivo pessoal do autor).

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 sau-

dáveis como em pessoas com glaucoma (26). No estudo, a PIO média inicial foi de 15.65 ± 0.44 mm Hg. Foram registados 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 ingesta. Os restantes valores foram

Fisiologia e fatores que interferem na pressão intra-ocular

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 coróide; 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 coróide. 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) representa o equilíbrio entre o consumo alimentar e a energia despendida e é um bom medidor da gordura cor-

poral 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 (27). Muitos estudos documentam uma associação positiva entre o IMC e a PIO (27). Num estudo de 2000, envolvendo 25.216 adolescentes e adultos japoneses, Mori et. Al (28) 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.



Figura 2 - Principais alterações oculares em cães com glaucoma. (A) Buftalmia (seta verde). (B) Luxação do cristalino (seta vermelha). (C) Injurgitamento vascular (seta azul) com pigmentação corneana (seta amarela). (D) Lacrimejamento (seta preta) Fonte: (Arquivo pessoal do autor).

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 videolaparoscópicos, 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 excessão 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/grupo-estudo_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]. *Ophthalmologie.* 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, Mendrinós 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

21. intraocular pressure. *Br J Ophthalmol.* 2003 Aug;87(8):946-8. 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.
30. *Open Ophthalmol J.* 2010 Sep 3;4:52-9. 30. VALEZI, A. C.; 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=i so>. 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. 1013
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.

Recebido para publicação em: 10/06/2011.

Enviado para análise em: 13/06/2011.

Aceito para publicação em: 15/06/2011.

