

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

AVALIAÇÃO DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM CHINCHILAS (*Chinchilla
lanigera*) DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS UTILIZANDO
TONOMETRIA DE REBOTE

Flor Diana Yokoay Claros Chacaltana

PORTO ALEGRE
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

AVALIAÇÃO DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM CHINCHILAS (*Chinchilla lanigera*) DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS UTILIZANDO TONOMETRIA DE REBOTE

Autor: Flor Diana Yokoay Claros Chacaltana

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias na área de Morfologia, Cirurgia e Patologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. João Antonio Tadeu Pigatto

PORTO ALEGRE
2013

CIP - Catalogação na Publicação

Claros Chacaltana, Flor Diana Yokoay
AVALIAÇÃO DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM CHINCHILAS
(Chinchilla lanigera) DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS
UTILIZANDO TONOMETRIA DE REBOTE / Flor Diana Yokoay
Claros Chacaltana. -- 2013.
49 f.

Orientador: João Antonio Tadeu Pigatto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,
Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. chinchilas. 2. pressão intraocular. 3.
tonometria. 4. Tonovet. I. Pigatto, João Antonio
Tadeu , orient. II. Título.

Flor Diana Yokoay Claros Chacaltana

AVALIAÇÃO DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM CHINCHILAS (*Chinchilla lanigera*) DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS UTILIZANDO TONOMETRIA DE REBOTE

Aprovado em

APROVADO POR:

Prof. Dr. João Antonio Tadeu Pigatto
Orientador e Presidente da Comissão

Prof. Dr. José Luiz Laus
Membro da Comissão

Prof^a. Dra. Ana Cristina Pacheco de Araújo
Membro da Comissão

Prof. Dr. Carlos Afonso de Castro Beck
Membro da Comissão

DEDICATÓRIA

À minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus por guiar meus passos mostrando o caminho.

Ao meu orientador, Professor Pigatto, pela oportunidade, disponibilizando seu tempo e pelos ensinamentos de oftalmologia.

À equipe do Serviço de Oftalmologia Veterinária da UFRGS, aos estagiários, bolsistas, mestrandos e doutorandos, pela ajuda.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), ao programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias e seu corpo docente.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos para a realização do mestrado.

Finalmente gostaria de agradecer sinceramente a banca examinadora, que disponibilizou o seu precioso tempo para avaliar este trabalho de pesquisa.

RESUMO

A aferição da pressão intraocular (PIO) é fundamental durante o exame oftálmico. Objetivou-se estabelecer os valores de referência da PIO de chinchilas de diferentes faixas etárias utilizando o tonômetro de rebote. A PIO foi aferida ao longo do dia às 7, 12 e 19 horas utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet®). As chinchilas foram subdivididas em três grupos com 12 animais cada, considerando as idades, designados por GI (animais com idade entre dois a seis meses), GII (com idade entre 20 e 34 meses) e GIII (animais com idade entre 37 e 135 meses). Previamente, foram realizados teste da lágrima de Schirmer, prova da fluoresceína, biomicroscopia com lâmpada de fenda e oftalmoscopia indireta em todos os animais. O valor médio da pressão intraocular encontrado foi $2,49 \pm 0,56$ mmHg, os valores médios para o grupo I foi de $2,47 \pm 0,581$ mmHg, no grupo II de $2,47 \pm 0,581$ mmHg e no grupo III de $2,51 \pm 0,531$ mmHg. Não foram encontradas diferenças significativas entre a idade e a PIO ($P = 0,756$). Não foram encontradas diferenças significativas entre as horas do dia e a PIO ($P = 0,415$). Não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos ($P = 0,857$). Os valores da PIO em chinchilas não sofrem alterações decorrentes do sexo e da idade dos animais. Não ocorre influência do ritmo circadiano na PIO de chinchilas.

Palavras-chave: chinchilas, pressão intraocular, tonometria, Tonovet.

ABSTRACT

The assessment of intraocular pressure (IOP) is essential for the ocular examination. The purpose of this study was to establish reference values of intraocular pressure chinchillas (*Chinchilla lanigera*) of different age groups. Thirty-six Chinchillas were divided in three groups of 12 animals each, considering the ages designated by GI (animals aged two to six months), GII (aged between 20 and 34 months) and GIII (animals aged between 37 and 135 months). Intraocular pressure was measured at 7, 12 and 19 hours. Tear production was measured, fluorescein test, slit-lamp biomicroscopy and indirect ophthalmoscopy in all animals and IOP was measured using the rebound tonometer (Tono Vet®) set on the P (undefined species) setting, with measurements obtained from each eye. No abnormalities were found on ophthalmic examination. The mean (\pm SD) of IOP was 2.49 ± 0.56 mmHg, with a range of 2-4 mmHg. The mean (\pm SD) of IOP for group I, II and III were 2.47 ± 0.581 mmHg, 2.47 ± 0.581 mmHg and 2.51 ± 0.531 mmHg, respectively. No significant differences were found between age and IOP and no significant differences were found between the hours of day and IOP. No significant differences were found between the genders. The IOP in chinchillas is unchanged between genders and age of the animals. The circadian rhythm is not influenced by IOP in chinchillas.

Key Words: Chinchillas, intraocular pressure, tonometry, Tonovet.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	por cento
&	e
et al.	e outros
G	grupo
Dr.	doutor
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
IMC	índice de massa corporal
OD	olho direito
OE	olho esquerdo
Min	minuto
mm	milímetros
p	probabilidade
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof.	professor
PIO	pressão intraocular
HA	humor aquoso
mmHg	milímetros de mercúrio
CDPIO	curva diária da pressão intraocular
GPN	glaucoma de pressão normal
ECC	espessura corneana central

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Mensuração da Pressão intraocular em chinchilas de diferentes faixas etárias aferida com o tonômetro de rebote. 38

LISTA DE TABELA

Tabela 1 -	Descrição dos valores médios da PIO, expressos em mmHg, de chinchilas de diferentes faixas etárias aferida com o tonômetro de rebote.	39
Tabela 2 -	Valores médios da PIO, expressos em mmHg, das chinchilas de diferentes faixas etárias aferida nas diferentes horas do dia com tonômetro de rebote.	40

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Histograma dos valores médios da PIO, expressos em mmHg, de chinchilas de diferentes faixas etárias aferida com o tonômetro de rebote. 41
- Gráfico 2 - Diagrama de dispersão dos valores da PIO, expressos em mmHg, de chinchilas de diferentes faixas etárias aferida nas diferentes horas do dia com o tonômetro de rebote. 42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Pressão intraocular	16
2.2 Tonometria	16
2.2.1 Tonômetro de aplanção.....	16
2.2.2 Tonômetro de rebote.....	17
2.3 Fisiologia da pressão intraocular	17
2.4 Fatores que influenciam a PIO	18
2.4.1 A PIO e a Idade.....	19
2.4.2 Flutuação do ritmo circadiano e a PIO.....	19
2.5 Propriedades da córnea e importância clínica na tonometria	21
3 ARTIGO: Avaliação da pressão intraocular em chinchilas (<i>Chinchilla lanigera</i>) em diferentes faixas etárias utilizando tonometria de rebote	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Materiais e métodos.....	27
Resultados.....	28
Discussão.....	29
Conclusão.....	32
Referências.....	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A avaliação da pressão intraocular (PIO) é fundamental para o exame oftalmológico e contribui no diagnóstico de diversas doenças oculares como glaucoma e uveíte (NOMURA *et al.*, 1999; FERNANDES *et al.*, 2005; LEIVA *et al.*, 2006; KITICE *et al.*, 2007; REUTER *et al.*, 2010; RUSANEN *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2011).

Nos últimos anos, novos métodos de aferição da pressão intraocular foram desenvolvidos com o propósito de simplificar a técnica e dispensar treinamento (FERNANDES *et al.*, 2005; GARCÍA-RESÚA *et al.*, 2006). Os tonômetros portáteis apresentam a vantagem de serem facilmente transportados de um lugar a outro e úteis para a PIO em animais durante o exame ocular (GARCÍA-RESÚA *et al.*, 2006, PEREIRA *et al.*, 2011). Os valores da PIO sofrem variações devido à espécie estudada, à idade do animal, ao modelo do aparelho utilizado e à experiência do examinador. Além disso, de acordo com o horário do dia em que a pressão foi aferida, procedimentos anestésicos e alimentação também causam alterações na PIO (CUNNINGHAM & BARRY, 1986; WHITTAKER *et al.*, 1995; NOMURA *et al.*, 1999; JIA *et al.*, 2000; HONSHO *et al.*, 2004; ILIEV *et al.*, 2006; KITICE *et al.*, 2007; LYNCH *et al.*, 2007; JEONG *et al.*, 2007; LÓPEZ-CABALLERO *et al.*, 2007; MEIRELLES *et al.*, 2007; PRASHAR *et al.*, 2007; MONTIANI-FERREIRA *et al.*, 2008; HARRIS *et al.*, 2008; MERCADO *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2010; REUTER *et al.*, 2010; SAKATA *et al.*, 2010; LIU *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2011; LIU *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, 2012; LABELLE *et al.*, 2012)

Chinchilas é o nome genérico dos mamíferos roedores da família Chinchillidae. São noturnos e vivem em colônias; há duas espécies: a chinchila de cauda curta, *Chinchilla brevicaudata*, e a de cauda longa *Chinchilla lanigera*. Provenientes da Cordilheira dos Andes, na América do Sul, pesam aproximadamente 500 g. Sua criação ocorre para fins comerciais e tem como finalidade principal de produção de pele (PEIFFER & JOHNSON, 1980; MÜLLER *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2010)

A procura por chinchilas como animais de estimação vem aumentando nos últimos anos. No âmbito da oftalmologia, as chinchilas têm sido empregadas em pesquisas experimentais (HASSUL *et al.*, 1976; DANIELS *et al.*, 1978; PEIFFER & JOHNSON, 1980; HULLAR & WILLIAMS, 2006; MÜLLER *et al.*, 2010; LIMA *et al.*,

2010).

As chinchilas, como a maioria dos roedores, têm os olhos lateralmente posicionados, mas o crânio da chinchila comparativamente aos demais roedores apresenta forame infraorbital grande, reduzidos arcos zigomáticos e grandes ossos infraorbital. A acessibilidade ao bulbo do olho, a córnea relativamente grande, o tempo de vida excepcionalmente longo para um roedor e sua relativa imunidade à doenças de animais de laboratório, somando o tamanho pequeno, facilidade de manuseio e baixa emissão de ruído, fazem deste animal um modelo para experimentação desejável (LIMA *et al.*, 2010; MULLER *et al.*, 2010) . No entanto, convém serem examinadas periodicamente. O tempo médio de vida da Chinchila vai de 10 a 20 anos, sendo que há registro de chinchilas que com 22 anos (PEIFFER & JOHNSON, 1980; MÜLLER *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2010).

A tonometria de rebote é utilizada rotineiramente para avaliação da PIO em animais (ILIEV *et al.*, 2006; REUTER *et al.*, 2010). No entanto, ao recorrer à literatura, não foram encontrados estudos em chinchilas com diferentes faixas etárias avaliando a pressão intraocular com o tonômetro de rebote em diferentes horários. O presente estudo tem como objetivo estabelecer valores de referência da PIO em chinchilas (*Chinchilla lanigera*) de diferentes faixas etárias utilizando o tonômetro de rebote.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pressão intraocular

A PIO “normal” pode ser definida como a pressão que não causa dano à cabeça do nervo óptico, independentemente de seu valor numérico (KITICE *et al.*, 2007).

A importância da tonometria em oftalmologia está bem documentada (LEIVA *et al.*, 2006; WILLIAMS & SULLIVAN, 2010; REUTER *et al.*, 2010; RUSANEN *et al.*, 2010). Para avaliação da PIO em animais normalmente são utilizados tonômetros de aplanção e de rebote (FERNANDES, *et al.*, 2005; BRUSINI *et al.*, 2006; LEIVA *et al.*, 2006; ILIEV *et al.*, 2006; LÓPEZ-CABALLERO *et al.*, 2007; JEONG *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2011)

2.2 Tonometria

2.2.1 Tonômetro de aplanção

A tonometria de aplanção é considerado o método preciso e confiável para estimar a pressão intraocular em animais (RUSANEN *et al.*, 2010). Sua metodologia baseia-se na lei de Imbert-Fick, segundo a qual a pressão necessária para aplanar a córnea é igual à pressão no olho (REUTER *et al.*, 2010; RUSANEN *et al.*, 2010). Antes de usar o tonômetro de aplanção deve ser aplicado anestésico tópico (GARCÍA-RESÚA *et al.*, 2006; REUTER *et al.*, 2010).

O tonômetro de aplanção Tonopen XL® é um instrumento bastante utilizado para estimar a pressão intraocular em muitas espécies. Tem uma pequena área e requer toques repetitivos com a córnea (LEIVA *et al.*, 2006). O tonômetro de aplanção já foi utilizado em muitas espécies, como caninos, felinos, aves de rapina, leporinos, chinchilas, entre outras (PEIFFER & JOHNSON, 1980; WILLIAMS 2007; MONTIANI-FERREIRA *et al.*, 2008; HARRIS *et al.*, 2008; LIMA *et al.*, 2010; WILLIAMS & SULLIVAN 2010; JEONG *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2011). Lima e colaboradores (2010) afirmaram que o valor da PIO média normal estimado com o Tonopen XL foram de 17.71 ± 4.17 mmHg.

2.2.2 Tonômetro de rebote

Há poucos anos, em 1997 o tonômetro de rebote foi inicialmente empregado em humanos e pouco depois, em 2004, em animais (ILIEV *et al.*, 2006; DAVIES *et al.*, 2006; REUTER *et al.*, 2010). Foi desenvolvido por Kontiola (FERNANDES *et al.*, 2005; DAVIES *et al.*, 2006) e baseado em um princípio em que se analisa os parâmetros de movimento de uma sonda após se chocar com a córnea (FERNANDES *et al.*, 2005; ILIEV *et al.*, 2006; DAVIES *et al.*, 2006). As aferições são realizadas sem necessidade de anestesia tópica o que o torna uma boa alternativa para o exame ocular (ILIEV *et al.*, 2006; REUTER *et al.*, 2010; DAVIES *et al.*, 2006).

A presença de dor foi avaliada em humanos durante a tonometria de rebote. Os pacientes responderam um questionário com escala de desconforto de 0 a 5 (0 = nenhuma dor/desconforto, 1–2 = desconforto, 3–4 = dor moderado, e 5 = dor severa). Noventa e nove por cento das pessoas não sentiram dor e 85% não sentiram desconforto. Por esta razão, a tonometria de rebote é bem tolerada, causa mínimo estresse e não precisa anestesia tópica (KONTIOLA & PUSKA, 2004).

O tonômetro de rebote já foi utilizado em pesquisas de animais de diferentes espécies, como coelhos, aves de rapina, corujas, chinchilas, felinos, peixes, pinguins, ratos e caninos, macacos entre outras espécies (DAVIES *et al.*, 2006; LEIVA, *et al.*, 2006; JEONG *et al.*, 2007; LYNCH *et al.*, 2007; HARRIS *et al.*, 2008; REUTER *et al.*, 2010; MULLER *et al.*, 2010; MERCADO *et al.*, 2010; RUSANEN *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2011; LIU *et al.*, 2011; LABELLE *et al.*, 2012; KIM *et al.*, 2013).

2.3 Fisiologia da pressão intraocular

A PIO decorre do equilíbrio entre a formação e a drenagem do humor aquoso (HA) e é responsável pela distensão do globo ocular e sua forma característica (MARTIN, 1998; STADES *et al.*, 1999). Também é influenciado pelo volume do humor vítreo, volume sanguíneo da coróide, rigidez da esclera, tensão do músculo *orbicularis oculi* e pela pressão externa (MURPHY 1985; RUGINÁ *et al.*, 2009). O humor aquoso é produzido no corpo ciliar por processos passivos e ativos (SLATTER, 2004).

Em humanos e coelhos, dois terços do HA são formados na câmara posterior pelo corpo ciliar em um processo secretório ativo complexo envolvendo os sistemas da anidrase carbônica e da citocromo oxidase. O restante é formado por filtração passiva do humor aquoso a partir dos vasos na superfície anterior da íris. Da câmara posterior, onde é produzido, flui através da pupila e é então drenado pelo ângulo iridocorneano. Numerosos canais vasculares drenam o HA das trabéculas corneoesclerais até o espaço supracoroidal, onde o humor aquoso é absorvido pelos vasos coroidais e através da esclera, até os linfáticos orbitários (MARTIN, 1998). Todo o volume do HA na câmara anterior é renovado a cada 100 minutos em humanos (TYLLMANN *et al.*, 2004)

No epitélio ciliar, o sódio é ativamente transportado para dentro do HA na câmara posterior. Íons bicarbonato e cloreto acompanham passivamente os íons sódio. Esse mecanismo ativo resulta na pressão osmótica do HA ser muitas vezes maior que a do plasma (PRINCE & EGLITIS, 1964; TYLLMANN, *et al.*, 2004; MCGOLTRICK, 2004).

A diferença de pressão osmótica entre o HA e o plasma conduz a uma taxa média de produção de HA de três microlitros por minuto em humanos (BILL & PHILLIPS, 1971; ORTIZ *et al.*, 1988) e três a quatro microlitros por minuto em coelhos e felinos. Em cães este valor é levemente maior (STADES *et al.*, 1999)

A PIO “normal” pode ser definida como a pressão que não causa dano à papila do nervo óptico, independentemente de seu valor numérico (KITICE *et al.*, 2007). A medição da pressão intraocular PIO ou tonometria é parte do exame ocular de rotina em animais de estimação (TRBOLOVA & GHAFARI, 2012).

2.4 Fatores que influenciam a PIO

Diversos fatores fisiológicos estão envolvidos na manutenção da pressão intraocular e suas alterações podem ocorrer diante de mínimos estímulos mecânicos, bioquímicos, fisiológicos ou patológicos (WHITTAKER *et al.*, 1995; NOMURA *et al.*, 1999; FERNANDES *et al.*, 2005; LEIVA *et al.*, 2006; ILIEV *et al.*, 2006; KITICE *et al.*, 2007; LYNCH *et al.*, 2007; JEONG *et al.*, 2007; LÓPEZ-CABALLERO *et al.*, 2007; MEIRELLES *et al.*, 2007; PRASHAR *et al.*, 2007; MONTIANI-FERREIRA *et al.*, 2008; HARRIS *et al.*, 2008; MERCADO *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2010; REUTER

et al., 2010; SAKATA *et al.*, 2010; LIU *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, 2012; LABELLE *et al.*, 2012).

2.4.1 A PIO e a idade

Alguns estudos mostraram que a PIO pode variar com a idade (COLTON & EDERER, 1980; LESKE *et al.*, 1997). Ofri e colaboradores (2008), que descreveram que os valores de PIO em leões, aumenta até 20 meses de idade. Colton e Ederer (1980) e Leske e co-autores (1997) afirmaram que em humanos a PIO aumenta com a idade, no estudo de Leske e co-autores, entre os pessoas de raça negra, a PIO média aumentou em cerca de 1 mmHg para cada 10 anos a mais de idade.

Outros estudos sugerem que não há relação entre a PIO e idade quando considerada com outras variáveis (por exemplo, pressão arterial, índice de massa corporal (IMC), erro de refração, a frequência cardíaca e o colesterol no soro) (CAREL *et al.*, 1984; KLEIN *et al.*, 1992; MONTIANI-FERREIRA *et al.*, 2008; LIU *et al.*, 2011). Inversamente, Shiose (1984) e Shiose e Kawase (1986) relataram uma correlação negativa entre a PIO e idade em uma população japonesa. Eles sugeriram que estes resultados podem estar relacionadas às diferenças entre os grupos étnicos ou efeitos ambientais. As diferenças da PIO relacionadas à idade podem ser decorrentes de diferenças étnicas, pressão arterial e a obesidade, assim como muitos outros fatores fisiológicos (BULPITT *et al.*, 1975; SHIOSE, 1984; KLEIN *et al.*, 1992; NOMURA *et al.*, 1999; SAKATA *et al.*, 2010).

2.4.2 Flutuação do ritmo circadiano e a PIO

As alterações na hidrodinâmica do humor aquoso refletem uma flutuação diurna na PIO de indivíduos hígidos e glaucomatosos, embora seja mais evidente nestes últimos. Estas flutuações obedecem a um ritmo circadiano, o que indica uma regulamentação precisa da secreção de humor aquoso. Foi demonstrado que a taxa de formação de humor aquoso é de 2,61 microlitros por minuto durante o dia, e de 1,08 microlitros por minuto durante a noite, em humanos normais. Portanto, em humanos, a PIO é mais alta durante o dia, no período de maior atividade fisiológica (McCANNEL

et al., 1992) . A pressão intraocular também foi estudada durante o dia em animais. Em cães e coelhos a PIO apresenta variações dependendo do período do dia sendo que o valor da PIO é maior pela manhã (RUGINÃ *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2011).

Os métodos mais utilizados para o estudo da PIO são: curva diária da pressão intraocular (CDPIO) e, com maior frequência, a curva ambulatorial de pressão. A CDPIO, com medida de 6 horas e paciente em posição supina (MEIRELLES *et al.*, 2007) seria capaz de detectar picos pressóricos não evidenciados em medidas obtidas ambulatorialmente, muito embora em literatura específica (YAMAGAMI *et al.*, 1993) exista referência a estudo com pacientes com glaucoma de pressão normal (GPN), indicando que a média e o pico diário da PIO poderiam ser avaliados em uma curva de 6 medidas (MEIRELLES *et al.*, 2007).

A realização da curva de 24 horas pode apresentar dificuldades inerentes aos procedimentos, tais como necessidade de internação e desconforto para o paciente, que vê alterada sua rotina diária. Isto torna a curva ambulatorial de PIO o método preferencial nos casos de avaliação da PIO, tanto como auxiliar no diagnóstico (MEIRELLES *et al.*, 2007).

A influência do ritmo circadiano na PIO de coelhos já foi uma questão contraditória. Anjou (1961) concluiu em seu estudo que os valores da PIO de coelhos são mais altos durante a noite e mais baixos durante o dia, devido aos hábitos noturnos dos coelhos. Em 1975, Katz e colaboradores afirmaram que, devido à domesticação, os coelhos apresentavam um ciclo circadiano semelhante ao humano. Entretanto, estudos posteriores mais elaborados vieram a confirmar os achados de Anjou (1961). Foram analisadas as alterações hormonais no plasma e no HA de coelhos, e a relação com o ciclo circadiano e as flutuações da PIO. Vários autores concordam que o ciclo circadiano de coelhos ocorre de forma diferente dos humanos, ou seja, os valores da PIO são mais altos durante a noite e mais baixos durante o dia (LIU & DACUS, 1990; LIU & DACUS, 1991; MIYAZAKI *et al.*, 2000). Foi sugerido que este aumento da PIO no escuro fosse devido às atividades fisiológicas noturnas dos coelhos, entretanto comprovou-se que o cortisol plasmático diminui durante a noite. Conclui-se então, que a PIO de coelhos é independente da concentração sérica de cortisol (LIU & DACUS, 1991).

Liu & Dacus (1991) corroboraram o conceito de outros autores de que os nervos

oculares simpáticos têm um papel direto na elevação da PIO em coelhos. A concentração de norepinefrina no humor aquoso é significativamente maior em ambientes com menos luminosidade.

2.5 Propriedades da córnea e importância clínica na tonometria

A camada externa do olho consiste na esclera e a córnea que é transparente. Nas espécies domésticas, o diâmetro horizontal da córnea é maior que o diâmetro vertical. A espessura corneana varia entre as espécies, mas em geral é menor que 1mm. A córnea de caninos e bovinos é mais espessa no centro quando comparada a periferia. Em equinos e felinos são mais espessas próximas ao limbo (SLATTER, 2004). A espessura corneana central (ECC) em chinchilas, em média, é de 0,34mm em machos e 0,33mm para chinchilas fêmeas (LIMA *et al.*, 2010). Histologicamente, as camadas que constituem a córnea são quatro: epitélio com membrana basal, estroma, membrana de Descemet e endotélio (STADES *et al.*, 1999; SLATTER, 2004).

O estudo da biomecânica corneana se relaciona com a análise do equilíbrio e deformação teciduais ocorridos frente a uma força de qualquer natureza. Diversos fatores atuam em conjunto determinando um equilíbrio dinâmico, entre eles os fatores extracorneanos (PIO, pressão atmosférica e tensão exercida pelas pálpebras, músculos extraoculares e músculo ciliar) e intracorneanos (espessura corneana, densidade e entrecruzamento das fibras estromais). Portanto, a córnea não é mecanicamente inerte e responde individualmente de acordo com os diversos estímulos aos quais está exposta (AMBRÓSIO Jr *et al.*, 2009).

Dos fatores extracorneanos, o mais importante é a PIO, que exerce uma força contra o endotélio da córnea, e o menos importante é a pressão atmosférica, que atua sobre o epitélio. Os fatores intracorneanos são inerentes à própria estrutura corneana, a qual possui elasticidade e características próprias para suportar as pressões exercidas pelos fatores extracorneanos, mantendo, deste modo, a sua curvatura estável e suas qualidades ópticas. Isto se deve em parte à espessura corneana, mas em especial à disposição da densidade e entrecruzamento das fibras colágenas do estroma (TORRES *et al.*, 2005)

O estroma é responsável por mais de 90% do suporte estrutural biomecânico da

córnea. As propriedades biomecânicas são resultados da interação dos constituintes da matriz extracelular do estroma, destacando-se o colágeno, os proteoglicanos e a água. Tendo em vista que mais de 70% do estroma é constituído por água, o controle da hidratação da córnea interfere diretamente nas suas propriedades biomecânicas. A camada epitelial, a membrana de Descemet e o endotélio, interferem muito pouco na biomecânica da córnea (AMBRÓSIO Jr, *et al.*, 2009). A relevância da membrana de Bowman, composta exclusivamente por fibras colágenas, é ainda controversa, uma vez que estudos divergem sobre os seus defeitos biomecânicos (TORRES *et al.*, 2005; AMBRÓSIO Jr, *et al.*, 2009).

O conhecimento das características biomecânicas da córnea é importante em várias situações clínicas, principalmente na cirurgia refrativa e no controle do glaucoma. A biomecânica da córnea interfere nas medidas da PIO, principalmente quando a aferição é realizada com o tonômetro de aplanção de Goldmann, que é considerado o mais acurado atualmente (AMBRÓSIO Jr, *et al.*, 2009). Foi descoberto por Ehlers (1970) que a espessura corneana pode interferir com a medida obtida pelo tonômetro do Goldmann: córneas espessas tendem a superestimar o valor da PIO e córneas finas, a subestimá-lo (BRANDT *et al.*, 2001; HERDON *et al.*, 2004; AMARAL *et al.*, 2006). Teoricamente, talvez o Tonopen seria menos afetado pela espessura corneana do que o tonômetro de aplanção de Goldmann, pois a área de aplanamento corneano é menor (2,36 mm²). Amaral e colaboradores (2006) afirmaram que o Tonopen, além de fornecer valores de PIO maiores que o Goldmann, é influenciado pela espessura corneana, apresentando valores de PIO mais elevados na periferia da córnea que na região central.

A medição da PIO pode variar de acordo com a espessura corneana central (ECC), que é importante em casos de suspeita essencialmente de glaucoma (CRONEMBERGER *et al.*, 2005). Alguns autores relatam que quanto maior a espessura corneana central (ECC), maior será a PIO (BRON *et al.*, 1999; SAKATA *et al.*, 2000). As variações no ECC de olhos normais durante o dia tem sido um assunto de relatórios e controvérsias (HARPER *et al.*, 1996). Alguns autores afirmam que há um aumento na espessura da córnea durante o sono e relatam um intervalo marcado da espessura da córnea durante o dia (HARPER *et al.*, 1996).

Shah e colaboradores (2000) mediram ECC e PIO de 56 olhos de 28 pacientes com suspeita de glaucoma. Ambos parâmetros foram medidos pelo mesmo médico,

usando um paquímetro ultrassônico e tonômetro de Goldmann, respectivamente, às 8 horas, 12 horas, 16:00 e 08:00. Os autores não encontraram correlação estatisticamente significativa entre as variações médias diárias de PIO e ECC (SHAH *et al.*, 2000).

A tonometria de rebote também é influenciada pelas propriedades corneanas, incluindo histerese corneana e fator de resistência corneana (CHUI *et al.*, 2008). A ECC também interfere nos resultados da PIO obtidos com a tonometria de rebote, semelhante ao que ocorre na tonometria de aplanção (BRUSINI *et al.*, 2006; ILIEV *et al.*, 2006; MARTINEZ-DE-LA-CASA *et al.*, 2006). Segundo Chui e colaboradores (2008), a ECC não altera de forma significativa a PIO aferida com o tonômetro de rebote.

Bron e colaboradores (1999) relataram que em alguns indivíduos com valor transcorneal aumentado da PIO, a córnea é mais espessa do que em indivíduos com leituras de pressão intraocular normal ou pacientes com glaucoma. Isto sugere que, em indivíduos com hipertensão ocular, uma paquimetria da córnea deve ser realizada para descartar uma córnea anormalmente espessa como uma razão para medições falsamente elevadas de PIO.

Apesar de vários estudos tentarem estabelecer a relação entre a tonometria e a paquimetria, ainda não foi obtida uma correlação linear entre essas duas variáveis (MEIRELLES *et al.*, 2007; BRANDT *et al.*, 2001). Isto porque, além da ECC, a curvatura e o astigmatismo também influenciam na medida da PIO. Córnea com a mesma espessura e ceratometria podem apresentar propriedades biomecânicas distintas e conseqüentemente terem influências diferentes na medida da PIO. Portanto, fórmulas de compensação matemática para ajuste do erro da medida da PIO com base na ECC e na ceratometria devem ser evitadas, pois podem levar a grandes equívocos clínicos (AMBRÓSIO Jr., *et al.*, 2009).

3 ARTIGO

Este artigo foi escrito conforme as normas da revista *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* (ISSN: 1937-2825) e será traduzido para o inglês no momento da sua submissão.

AVALIAÇÃO DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM CHINCHILAS (*CHINCHILLA LANIGERA*) DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS UTILIZANDO TONOMETRIA DE REBOTE

Flor D.Y. Claros Chacaltana, D.V.M., M.S., João A.T. Pigatto, D.V.M., Ph.D., Ione T. Denardin, D.V.M, M.S.

Resumo: A avaliação da pressão intraocular é fundamental para o exame oftalmológico. Objetivou-se estabelecer os valores de referência da PIO em chinchilas (*Chinchilla lanigera*) de diferentes faixas etárias utilizando o tonômetro de rebote. As chinchilas foram subdivididas em três grupos com 12 animais cada, considerando as idades, designados por GI (animais com idade entre dois a seis meses), GII (com idade entre 20 e 34 meses) e GIII (animais com idade entre 37 e 135 meses). A pressão intraocular foi aferida ao longo do dia às 7, 12 e 19 horas utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet®). Previamente, foi realizado o teste da lágrima de Schirmer, prova da fluoresceína, biomicroscopia com lâmpada de fenda e oftalmoscopia indireta em todos os animais. O valor médio da pressão intraocular encontrado foi $2,49 \pm 0,56$ mmHg, os valores médios para o grupo I foi de $2,47 \pm 0,581$ mmHg, no grupo II de $2,47 \pm 0,581$ mmHg e no grupo III de $2,51 \pm 0,531$ mmHg. Não foram encontradas diferenças significativas entre a idade e a PIO ($P = 0,756$), e não foram encontradas diferenças significativas entre as horas do dia e a PIO ($P = 0,415$). Não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos ($P = 0,857$). Os valores da PIO em chinchilas não sofrem alterações decorrentes do sexo e da idade dos animais. Não ocorre influência do ritmo circadiano na PIO de chinchilas.

Palavras chave: Chinchilas (*Chinchilla lanigera*), pressão intraocular, tonometria, Tonovet.

**ASSESSMENT OF INTRAOCULAR PRESSURE IN CHINCHILLAS
(*CHINCHILLA LANIGERA*) OF DIFFERENT AGE GROUPS USING
REBOUND TONOMETRY**

Flor D.Y. Claros Chacaltana, D.V.M., M.S.¹, João A.T. Pigatto, D.V.M., Ph.D.¹, Ione T.
Denardin, D.V.M, M.S.²

Abstract: The assessment of intraocular pressure (IOP) is essential for the ocular examination. The purpose of this study was to establish reference values of IOP in chinchillas (*Chinchilla lanigera*) of different age groups. Thirty-six Chinchillas were divided in three groups of 12 animals each, considering the ages designated by GI (animals aged two to six months), GII (aged between 20 and 34 months) and GIII (animals aged between 37 and 135 months). Intraocular pressure was measured at 7, 12 and 19 hours. Tear production was measured, fluorescein test, slit-lamp biomicroscopy and indirect ophthalmoscopy in all animals and IOP was measured using the rebound tonometer (Tono Vet®) set on the P (undefined species) setting, with measurements obtained from each eye. No abnormalities were found on ophthalmic examination. The mean (\pm SD) of IOP was 2.49 ± 0.56 mmHg, with a range of 2-4 mmHg. The mean (\pm SD) of IOP for group I, II and III were 2.47 ± 0.581 mmHg, 2.47 ± 0.581 mmHg and 2.51 ± 0.531 mmHg, respectively. No significant differences were found between age and IOP and no significant differences were found between the hours of day and IOP. No significant differences were found between the genders. The IOP in chinchillas is unchanged between genders and age of the animals. The circadian rhythm is not influenced by IOP in chinchillas.

Keywords: Chinchillas (*Chinchilla lanigera*), intraocular pressure, tonometry, Tono Vet.

¹From the Department of Animal Medicine, School of Veterinary, Federal University of Rio Grande do Sul, UFRGS, Bento Gonçalves Avenue, 9090, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, zip code 91540-000, Brazil (Claros Chacaltana, Pigatto). ²From Federal University of Santa Maria, Polytechnic School. Campus UFSM, Camobi, zip code 97105-900 - Santa Maria, Rio Grande do Sul - Brasil. Correspondence should be directed to M.V. Claros Chacaltana. (florclaros@hotmail.com).

INTRODUÇÃO

A determinação precisa da pressão intraocular (PIO) é fundamental para o exame oftalmológico e contribui ao diagnóstico de doenças oculares como glaucoma e uveíte.^{11,24,36,40,42,44} Para avaliação da PIO em animais são utilizados, principalmente, o tonômetro de aplanção ou de rebote.²⁴ O tonômetro de rebote é um método baseado em um princípio de análise diferente.¹⁰ Este é portátil, não invasivo e não precisa de anestesia tópica.^{42,44} Os tonômetros portáteis têm a vantagem de serem facilmente transportados de um lugar a outro para o exame dos pacientes. Eles são especialmente úteis no caso em que o paciente não pode se deslocar de casa ou durante a determinação da curva diária da pressão intraocular.^{40,42} A variação da PIO já foi estudada e esta pode variar devido ao modelo do aparelho utilizado, a experiência do examinador, a espécie estudada, a idade do animal e de acordo com o horário do dia em que a pressão foi aferida.^{3,11,12,14,19,20,23,25,26,28,29,31-33,43,47} Procedimentos anestésicos,^{8,17,21, 22} e horário de alimentação²⁶ também causam alterações na PIO.

As chinchilas são roedores noturnos e vivem em colônias, havendo duas espécies: a chinchila de cauda curta, *Chinchilla brevicaudata*, e a de cauda longa *Chinchilla lanigera*. Provenientes da Cordilheira dos Andes na América do Sul e pesam entre 400-500 g. Sua criação ocorre para fins comerciais e tem como finalidade principal a produção de pele.^{25,34,39}

As chinchilas como animais de estimação estão sendo procurados e as doenças nos olhos destes estão apresentando-se na prática veterinária diária, por isso também a importância de conhecer os valores normais para diagnosticar doenças, além de ser também empregados em pesquisas experimentais.^{9,16,18,25,34,39} Outras características fazem deste animal um modelo de pesquisa desejável, incluem o tamanho pequeno e a facilidade de manuseio.^{25,34,39} Não foram encontradas referências onde fosse utilizado a tonometria de rebote em chinchilas (*Chinchilla lanigera*) com diferentes faixas etárias em diferentes momentos do dia. Objetivou-se estabelecer os valores de referência da PIO de chinchilas (*Chinchilla lanigera*) de diferentes faixas etárias utilizando o tonômetro de rebote.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas 36 chinchilas (*Chinchilla lanigera*), 12 machos e 24 fêmeas de diferentes idades, no colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. A pesquisa foi conduzida conforme as normas da *Association for Research in Vision and Ophthalmology* (ARVO) e para sua implementação foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS) com número 18320.

Realizou-se o exame oftálmico de todos os animais a fim de serem selecionados somente bulbos oculares hígidos. O exame oftálmico consistiu na avaliação dos reflexos pupilares, teste da lágrima de Schirmer (Ophthalmos®, SP, Brazil), biomicroscopia com lâmpada de fenda (Kowa SL-15, Kowa Company, Tokyo, Japan), prova da fluoresceína (fluorescein sodium 1%, Ophthalmos®, SP, Brazil) e oftalmoscopia indireta.

Os animais foram subdivididos em três grupos com 12 chinchilas cada, considerando as idades, designados por GI (animais com idade entre dois a seis meses), GII (animais com idade entre 20 e 34 meses) e GIII (animais com idade entre 37 e 135 meses).

O tonômetro foi calibrado no modo “p” e a leitura da pressão intraocular PIO foi conferida no visor de cristal líquido. Todos os animais foram submetidos à tonometria dos olhos direito e esquerdo com o tonômetro (Tono Vet®, Tiolat, Helsinki, Finland). Em todos os animais foi realizada a tonometria as 7:00, 12:00 e 19:00 horas.

Os animais foram submetidos à restrição mínima da cabeça e pescoço, evitando a pressão sobre as pálpebras e pescoço, sem a utilização de anestésicos. A avaliação de todos os animais foi realizada pelo mesmo examinador.

Os dados foram inseridos em uma base de Sigma Plot para Windows versão 11.0 (copyright © 2008 Systat Software, Inc. Germany), que foi usado para análise estatística. Para a descrição dos resultados foram utilizados os parâmetros habituais (média, desvio padrão, percentual) e Nível de significância de 5% ($P < 0,05$). Na análise estatística, após a verificação da anormalidade da pressão intraocular através do teste de Shapiro-Wilk, utilizamos medidas descritivas, procedimento estatístico não-paramétrico ANOVA de Kruskal-Wallis, foi utilizada para comparar as faixas etárias e os período de aferição da PIO. O Mann-Whitney U Statistic foi utilizado para comparar os valores da PIO entre machos e fêmeas das chinchilas.

RESULTADOS

O tonômetro de rebote foi de fácil manuseio e permitiu a mensuração da PIO em todos os animais (Figura 1).

Os valores da PIO nos animais do grupo I, II e III variaram entre 2 e 4 mmHg. A média da PIO nas chinchilas foi de $2,49 \pm 0,56$ mmHg.

A tonometria de rebote mostrou PIO média de $2,47 \pm 0,581$ mmHg no grupo I, no grupo II de $2,47 \pm 0,581$ mmHg e no grupo III de $2,51 \pm 0,531$ mmHg (tabela 1). Não foram observadas diferenças significativamente estatísticas nos valores da PIO com o aumento da idade das chinchilas ($P = 0,756$) (Gráfico 1).

As médias da PIO foram calculadas para o grupo I, II e III segundo as horas do dia (Tabela 2).

Verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores da PIO no grupo I ($P = 0,415$), no grupo II ($P = 0,329$) e no grupo III ($P = 0,188$) (Gráfico 2)

Não foi encontrada correlação entre a idade e as horas do dia nos valores da PIO (coeficiente de correlação de Spearman, $P > 0,05$).

Entre as chinchilas avaliadas, 24 (66,67%) eram fêmeas e 12 (33,33%) machos, em médias $2,50 \pm 0,57$ mmHg e $2,48 \pm 0,54$ mmHg, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores da PIO quando comparados machos e fêmeas (Mann-Whitney U Statistic) ($P = 0,857$).

DISCUSSÃO

As chinchilas são criadas para comércio de pele e também são procuradas como animais de estimação.^{34,39} No entanto, apesar da disponibilidade de diferentes modelos de tonômetros portáteis estudos avaliando a PIO nesta espécie são escassos. Neste sentido, a importância do tema aliada à escassez de valores de referência da PIO em chinchilas motivaram a realização deste estudo. Além disso, a escolha das chinchilas deveu-se a ampla aplicabilidade desta espécie em pesquisa oftálmica.^{9,16,25,34,39,48}

Para avaliação da PIO em animais, os tonômetros de aplanção e de rebote tem sido empregados.^{1,3,11,19,20, 24,31,40,42} A tonometria de rebote mostrou-se factível para avaliação da PIO em chinchilas, em diferentes faixas etárias sem a necessidade de anestesia tópica. O tonômetro de rebote já foi anteriormente utilizado em inúmeras espécies de animais, incluindo corujas, coelhos, frangos, aves de rapina, pinguins, macacos, peixes, felinos, ratos, caninos, morcegos, suínos, cabras entre outras.^{5,6,23,25,27-29,31,40-42,44,46}

Os valores da PIO podem sofrer variações devido a inúmeros fatores incluindo doenças oculares, tipo de aparelho utilizado e experiência do examinador.^{6,40} Todos os animais foram submetidos a exame oftálmico a fim de serem selecionados somente chinchilas com bulbo hígido e as avaliações foram realizadas pela mesma pessoa utilizando sempre o mesmo tonômetro.

Mediantes os resultados do presente estudo pode-se verificar que os valores da PIO variam entre 2-4 mmHg. O valor médio da PIO foi de $2,49 \pm 0,56$ mmHg, semelhante ao anteriormente descrito por Muller e colaboradores (2010) que realizaram um estudo onde avaliaram os bulbos dos olhos de chinchilas, e observaram PIO média de $2,9 \pm 1,8$ mmHg. Esta pequena diferença pode ser explicada pela flutuação da PIO durante o dia; diferenças de contenção física. Além disso, no presente estudo o tonômetro calibrado no modo “p” (*not defined*) e Muller e colaboradores (2010) utilizaram o modo d (*dog/cat*). Alguns estudos em animais silvestres utilizaram o tonômetro de rebote no modo “p” (*not defined*) sendo que em corujas relataram uma média da PIO de $14 \pm 2,4$ mmHg.¹⁵ Em aves de rapina foram encontrados valores médios de 6,3 mmHg até 11,7 mmHg,²³ em cabras foram relatados valores médios de $7,9 \pm 1,7$ mmHg⁶ e em coelhos foram encontrados valores médios de $9,51 \pm 2,62$ mmHg.⁴⁰ Também foi utilizado o tonômetro de rebote calibrado no modo d (*dog/cat*), sendo que em corujas o valor da PIO média

encontrado foi de $11 \pm 1,9$ mmHg.¹⁵ Em pinguins a PIO oscilou entre 31-27 mmHg,³¹ em cabras o valor médio da PIO foi de $11,8 \pm 1,5$ mmHg⁶ e em peixes foi relatado um valor médio de 4,9 mmHg.²⁹ Também foram realizados estudos em animais silvestres utilizando o modo h (*horse*) para a avaliação da PIO.³¹ Prashar e colaboradores (2007) encontraram valores médios de $17,51 \pm 0,13$ mmHg em frangos⁴¹ e Liu e colaboradores (2011) relataram valores de $29,3 \pm 0,9$ mmHg em macacos,²⁶ confirmando que os valores da PIO variam, segundo a calibração do tonômetro de rebote e a espécie avaliada entre outros fatores. Em chinchilas anteriormente Peiffer e Johnson (1980) encontraram valores de $18,5 \pm 5,75$ mmHg sendo que Williams (2007) encontrou valores de $18,5 \pm 5,8$ mmHg e Lima e colaboradores (2010) encontraram valores de $17,71 \pm 4,17$ mmHg. Nestes estes estudos foi utilizado o tonômetro de aplanção. Isto mostra que com o tonômetro de rebote obtêm-se valores menores da PIO comparados com os obtidos com o tonômetro de aplanção.

Os animais selecionados apresentavam diferentes faixas etárias para avaliarem-se possíveis correlações dos valores da PIO obtidos com a idade.

Estudos prévios que relacionaram a influência da idade na PIO demonstraram resultados controversos.^{36,45} Dependendo da espécie e da raça estudada foi possível encontrar estudos onde verificou-se que existia influência da idade na PIO. Os efeitos da idade na PIO foram observados em seres humanos,³⁶ primatas (*Macaca mulatta*)⁴ e cães.¹⁴ Ribeiro e colaboradores (2010) descreveram valores significativamente mais baixos em cabras com 45 dias, quando comparados com os animais de 180 e 549 dias de idade. Ofri e colaboradores (2008), informaram que os valores de PIO em leões, aumenta até 20 meses de idade.³⁸ Nesta pesquisa, correlação positiva entre a PIO e tamanho do globo ocular também foi observada.

Da mesma forma, em saguis, os valores da PIO aumentaram desde a infância, até o olho estar totalmente desenvolvidos.³⁵ Discordando com Gelatt e Mackay, (1998) que relatam que há diminuição na PIO com o aumento da idade em caninos. No presente estudo não foram observadas diferenças nos valores da PIO em diferentes faixas etárias.

Relativamente à influência do sexo nos valores da PIO os estudos realizados em animais divergem. Pereira e colaboradores (2011) num estudo em coelhos não encontraram diferenças significativas nos valores da PIO em função do sexo dos animais corroborando com Mercado e colaboradores (2010) em um estudo em pinguins,

Gelatt e Mackay (1998) em um estudo em cães e Bito e colaboradores (1979) em um estudo em macacos. Este resultado é semelhante ao relatado na literatura.^{4,14,31,40,44} Diferenças nos valores da PIO relacionados ao gênero foram relatadas em um estudo com leões.³⁷ Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores da PIO e o sexo das chinchilas.

A influência do ritmo circadiano e do sistema -adrenérgico na formação e regulação do humor aquoso e, conseqüentemente, a pressão intraocular final, já foram demonstrados.^{7,30}

Entre os métodos utilizados para avaliação da PIO ao longo do dia encontra-se a curva diária.² Estudos prévios avaliando a PIO em diferentes espécies ao longo do dia demonstraram que ao avaliar a PIO em diferentes momentos do dia pode variar. Não existe unanimidade sobre a influência do ritmo circadiano nos valores da PIO em animais.^{2,13,35,40,46}

Wang e colaboradores (2012) em um estudo em coelhos relataram que durante o período de luz (7:00-19:00), a PIO foi um pouco mais baixa do que durante o período escuro (20:00-06:00). Liu e colaboradores (2011) num estudo avaliaram a PIO em macacos em um ciclo circadiano e registraram valores menores da PIO de manhã que os valores registrados ao meio dia. Nickla e colaboradores (2002) observaram em saguis que a PIO foi maior durante o período escuro e menor durante o período de luz. No entanto, em outro estudo em coelhos, Pereira e colaboradores (2011) encontraram a PIO mais elevada pela manhã.

Ribeiro e colaboradores (2010) informaram que a PIO em cabras foi significativamente menor às 19:00 horas nos animais com 45 dias de idade.

Aihara e colaboradores (2003) relataram que em ratos quando são expostos a 12 horas de luz e escuridão a PIO declinou da manhã até 12:00, e depois aumentou no início da noite até às 21:00 horas. Em contraste, a pressão intraocular em ratos com luz constante em alguns ratos que exibem múltiplos picos e depressões durante um período de 24 horas. Estes resultados mostram que 24 horas de padrão PIO em olhos de rato é bifásica e que a exposição prolongada à luz constante de 24 horas perturba este padrão da PIO.

A diferença de outros estudos anteriores no presente estudo não foram observadas diferenças nos valores da PIO ao longo do dia em chinchilas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a pesquisa, na forma como fora concebida, permite admitir que:

1. Os valores da PIO em chinchilas não sofrem alterações decorrentes do sexo, e da idade dos animais.
2. Não ocorre influência do ritmo circadiano na PIO de chinchilas.

REFERÊNCIAS

1. Ahn, J. T., M. B. Jeong, Y. W. Park, S. E. Kim, J. S. Ahn, Y. R. Lee, E. R. Lee, and K. Seo. 2012. Accuracy of intraocular pressure measurements in dogs using two different tonometers and plano therapeutic soft contact lenses. *Vet. Ophthalmol.* 15: 83-88.
2. Aihara, M., J. D. Lindsey, and R. N. Weinreb. 2003. Twenty-four –hour pattern of mouse intraocular pressure. *Exp Eye Res.* 77: 681-686
3. Andrade, S. F., R. J. Palozzi, R. Giuffrida, R. J. Campos, G. C. Santos and R. M. Fukui. 2012. Comparison of intraocular pressure measurements between the Tono-Pen XL[®] and Perkins[®] applanation tonometers in dogs and cats. *Vet. Ophthalmol.* 15: 14-20.
4. Bito, L. Z., S. Q. Merritt, and C. J. Derosseau. 1979. Intraocular pressure of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 18: 785-793.
5. Blackwood, S. E., C. E. Plummer, W. Crumley, E. O. Mackay, D. E. Brooks, and K. P. Barrie. 2010. Ocular parameters in a captive colony of fruit bats. *Vet. Ophthalmol.* 13: 72-79.
6. Broadwater, J. J., J. J. Schorling, I. P. Herring, and J. P. Pickett. 2007. Ophthalmic examination findings in adult pygmy goats (*Capra hircus*). *Vet. Ophthalmol.* 10: 269-273.
7. Bromberg, B. B., D. S. Gregory, and M. L. 1980. Sears. Beta-adrenergic receptors in ciliary processes of the rabbit. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 19: 203-207.
8. Cunningham, A. J., and P. Barry. 1986. Intraocular pressure physiology and implications for anaesthetic management. *Can Anaesth Soc J.* 33: 195-208.
9. Daniels, P. D., M. Hassul, and J. Kimm. 1978. Dynamic Analysis of the Vestibulo-Ocular Reflex in the Normal and Flocculectomized Chinchilla. *Exp Neurol.* 58: 32-45.
10. Davies, L. N., H. Bartlett, E. A. Mallen, and J. S. Wolffsohn. 2006. Clinical evaluation of rebound tonometer. *Acta Ophthalmol Scand.* 84: 206-209.
11. Fernandes P., J. A. Díaz-Rey, A. Queirós, J. M. Gonzales-Meijome, and J. Jorge. 2005. Comparison of the ICare rebound Tonometer with the Goldmann

- tonometer in a normal population. *Ophthalmic Physiol Opt.* 25: 436–440.
12. García-Resua, C., J. M. Gonzáles-Meijome, J. Gilino, and E. Yebra-Pimentel. 2006. Accuracy of the new Icare rebound tonometer vs. other portable tonometers in healthy eyes. *Optom Vis Sci.* 83: 102-107.
 13. Gelatt, K. N., G. G. Gum, K. P. Barrie, and W. W. Williams. 1981. Diurnal variations in intraocular pressure in normotensive and glaucomatous Beagles. *Glaucoma.* 29: 21-24.
 14. Gelatt, K. N., and E. O. Mackay. 1998. Distribution of intraocular pressure in dogs. *Vet. Ophthalmol.* 1: 109-114.
 15. Harris, M. C., J. J. Schorling, I. P. Herring, F. Elvinger, P. R. Bright, and J. P. Pickett. 2008. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). *Vet. Ophthalmol.* 11: 186-192.
 16. Hassul, M., P. Daniels, and J. Kimm. 1976. Effects of bilateral flocculectomy on the vestibule-ocular reflex in the chinchilla. *Brain Res.* 118: 339-343.
 17. Honsho, C. S., I. C. Talieri, N. Nunes, J. C. Moreno, and A. P. Souza. 2004. Efeitos da infusão continua de cetamina sobre a pressão intraocular em cães hipovolêmicos anestesiados com desflurano. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 56: 610-617.
 18. Hullar T. E., and C. D. Williams. 2006. Geometry of the semicircular canals of the chinchilla (*Chinchilla lanigera*). *Hear Res.* 213: 17–24.
 19. Iliev M. E., D. Goldblum, K. Katsoulis, C. Amstutz, and B. Frueh. 2006. Comparison of rebound tonometry with Goldmann applanation tonometry and correlation with central corneal thickness. *Br J Ophthalmol.* 90: 833–835.
 20. Jeong, M., Y. Kim, N. Yi, S. Park, W. Kim, S. Kim, J. Chae, J. Kim, H. Lee, and K. Seo. 2007. Comparison of the rebound tonometer (TonoVet[®]) with the applanation tonometer (TonoPen XL[®]) in normal Eurasian Eagle owls (*Bubo bubo*). *Vet. Ophthalmol.* 10: 376-379
 21. Jia, L., W. O. Cepurna, E. C. Johnson, and J. C. Morrison. 2000. Effect of general anaesthetics in IOP in rats with Experimental aqueous outflow obstruction. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 41: 3415-1419.
 22. Kim, J., N. Kim, K. Lee, H. Lee, M. Kim, and H. Kim. 2013. Effect of topical anesthesia on evaluation of corneal sensitivity and intraocular pressure in rats

- and dogs. *Vet. Ophthalmol.* 16: 43-46.
23. Labelle, A. L., J. K. Whittington, C. B. Breaux, P. Labelle, M. A. Mitchell, M. Zarfoss, S. A. Schmidt, R. E. Hamor. 2012. Clinical utility of a complete diagnostic protocol for the ocular evaluation of free-living raptors. *Vet. Ophthalmol.* 15: 5-17.
24. Leiva M., C. Naranjo, and M. T. Peña. 2006. Comparison of the rebound tonometer (ICare®) to the applanation tonometer (Tonopen XL®) in normotensive dogs. *Vet. Ophthalmol.* 9: 17–21.
25. Lima, L., F. Montiani-Ferreira, M. Tramontin, L. L. Santos, M. Machado, R. R. Lange, and H. H. Russ. 2010. The chinchilla eye: morphologic observations, echobiometric findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests. *Vet. Ophthalmol.* 13: 14–25.
26. Liu, G., T. Zeng, W. Yu, N. Yan, H. Wang, S. Cai, I. Pang, and X. Liu. 2011. Characterization of intraocular pressure responses of the Tibetan monkey (*Macaca thibetana*). *Mol Vis.* 17: 1405-1413.
27. Löbler, M., A. Rehmer, R. Guthoff, H. Martin, K. Sternberg, and O. Stachs. 2011. Suitability and calibration of a rebound tonometer to measure IOP in rabbit and pig eyes. *Vet. Ophthalmol.* 14: 66-68.
28. López-Caballero, C., I. Contreras, F. J. Muñoz-Negrete, G. Rebolleda, L. Cabrejas, and P. Marcelo. 2007. Tonometría de Rebote en la Práctica Clínica. Comparación con Tonometría de Aplanación. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 82: 273-278.
29. Lynch, G. L., A. Hoffman, and T. Blocker. 2007. Central corneal thickness in koi fish: effects of age, sex, body length, and corneal diameter. *Vet. Ophthalmol.* 10: 211-215.
30. McCannel, C. A., S. R. Heinrich, and R. F. Brubaker. 1992. Acetazolamide but not timolol lowers aqueous humor flow in sleeping humans. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 230: 518-520.
31. Mercado, J. A., G. Wirtu, H. Beaufrère, and D. Lydick. 2010. Intraocular Pressure in Captive Black-footed Penguins (*Spheniscus demersus*) Measured by Rebound Tonometry. *J Avian Med Surg.* 24: 138-141.
32. Montiani-Ferreira, F., J. Truppel, M. H. Tramontin, R. G. Vilani, R. R. Lange.

2008. The capybara eye: Clinical tests, anatomic and biometric features. *Vet. Ophthalmol.* 11: 386-394.
33. Mughannam, A. J., C. S. Cook, and C. L. Fritz. 2004. Change in intraocular pressure during maturation in Labrador retriever dogs. *Vet. Ophthalmol.* 7: 87-89.
34. Muller, K., D. A. Mauler, and J. C. Eule. 2010. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests and clinical characteristics of chinchilla eyes (*Chinchilla lanigera*). *Vet. Ophthalmol.* 13: 29-34
35. Nickla, D. L., C. Wildsoet, and D. Triolo. 2002. Diurnal rhythms in intraocular pressure, axial length, and choroidal thickness in a primate model of eye growth, the common marmoset. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 43: 2519-2528.
36. Nomura, H., H. Shimokata, F. Ando, Y. Miyake, and F. Kuzuya. 1999. Age-related changes in intraocular pressure in a large Japanese population. *Ophthalmology.* 106: 2016-2022.
37. Ofri, R., I. Horowitz, S. Jacobson, and P. H. Kass. 1998. The effects of anesthesia and gender on intraocular pressure in lions (*Panthera leo*). *J Zoo Wildl Med.* 29: 307-310.
38. Ofri, R., A. Steinmetz, J. Thielebein, I. H. Horowitz, G. Oechtering, and P. H. Kass. 2008. Factors affecting intraocular pressure in lions. *Vet J.* 177: 124-129.
39. Peiffer, R.L., and P. T. Johnson. 1980. Clinical ocular findings in a colony of chinchillas (*Chinchilla lanigera*). *Lab Anim.* 14: 331-335.
40. Pereira, F. Q., B. S. Bercht, M. G. Soares, M. G. Mota, and J. A. Pigatto. 2011. Comparison of a rebound and an applanation tonometer for measuring intraocular pressure in normal rabbits. *Vet. Ophthalmol.* 14: 321-326.
41. Prashar, A., J. A. Guggenheim, J. T. Erichsen, P. M. Hocking, and E. Morgan. 2007. Measurement of intraocular pressure (IOP) in chickens using a rebound tonometer: Quantitative evaluation of variance due to position inaccuracies. *Exp Eye Res.* 85: 563-571.
42. Reuter A., K. Müller, G. Arndt, and J. C. Eule. 2010. Accuracy and reproducibility of the TonoVet® rebound tonometer in birds of prey. *Vet. Ophthalmol.* 13 (1): 80-85
43. Ribeiro, A. P., D.Y. Piso, I. R. Padua, M. L. Silva, and J. L. Laus. 2010.

- Intraocular pressure and tear secretion in Saanen goats with different ages. *Pesq. Vet. Bras.*30: 798-802.
44. Rusanen, E., M. Florin, M. Hassig, and B. M. Spiess. 2010. Evaluation of a rebound tonometer (Tonovet) in clinically normal cat eyes. *Vet. Ophthalmol.* 13: 31–36.
45. Shiose, Y. 1984. The aging effect on intraocular pressure in an apparently normal population. *Arch Ophthalmol.* 102: 883-887.
46. Wang, X., J. Dong, and Q. Wu. 2012. Twenty-four-hour measurement of IOP in rabbits using rebound tonometer. *Vet. Ophthalmol.* 1-6.
47. Whittker, C. J., J. T. Heaton-Jones, P. S. Kubilis, P. J. Smith, D. E. Brooks, C. Kosarek, E. O. Mackay, and K. N. Gelatt. 1995. Intraocular, pressure variation associated with body length in young American alligators (*Alligator mississippiensis*). *Am J Vet Res.* 56: 1380-1383.
48. Williams D. 2007. Rabbit and rodent ophthalmology. *EJCAP.* 17: 242-252.



Figura 1. Mensuração da pressão intraocular em uma chinchila utilizando o tonômetro de rebote.

Tabela 1. Descrição dos valores médios da PIO, expressos em mmHg, de chinchilas de diferentes faixas etárias aferida com o tonômetro de rebote.

Grupo	Nº de aferições	Mediana	Média	Desv. Pad.	25%
I	72	2	2,47	0,581	2
II	72	2	2,47	0,581	2
III	72	2,5	2,51	0,531	2

H = 0,560 com 2 graus de liberdade. (P = 0,756)

Tabela 2. Valores médios da PIO, das chinchilas de diferentes faixas etárias aferida nas diferentes horas do dia com tonômetro de rebote.

Grupos e Horas	Número de olhos por grupo	Media (mmHg)	Desv. Pad.	Variância
GI – 07:00	24	2,3333	0,48154	0,232
GI – 12:00	24	2,5417	0,65801	0,433
GI – 19:00	24	2,5417	0,58823	0,346
GII – 07:00	24	2,5000	0,65938	0,435
GII– 12:00	24	2,3333	0,48154	0,232
GII– 19:00	24	2,5833	0,58359	0,341
GIII– 07:00	24	2,3750	0,49454	0,245
GIII– 12:00	24	2,5000	0,51075	0,261
GIII– 19:00	24	2,6667	0,56466	0,319

GI= Grupo I (2 -6 meses)

GII = Grupo II (20-34 meses)

GIII = Grupo III (37-135 meses)

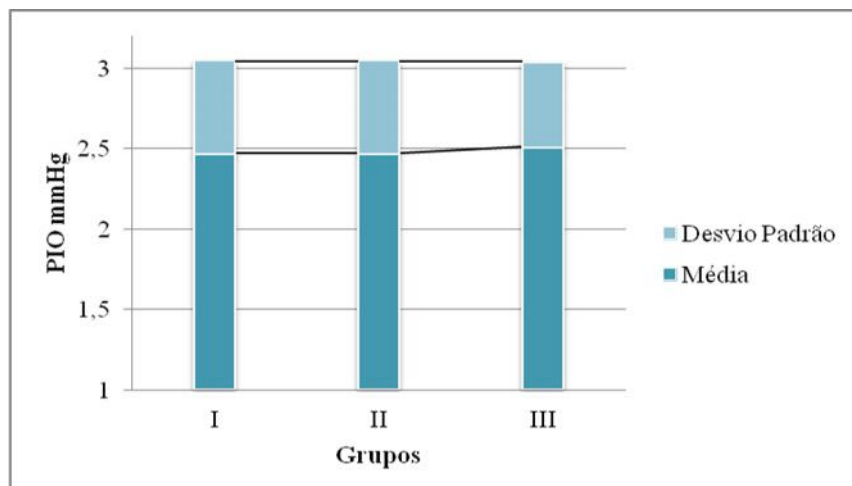


Gráfico 1. Histograma dos valores médios da PIO, expressos em mmHg, de chinchilas de diferentes faixas etárias aferida com o tonômetro de rebote.

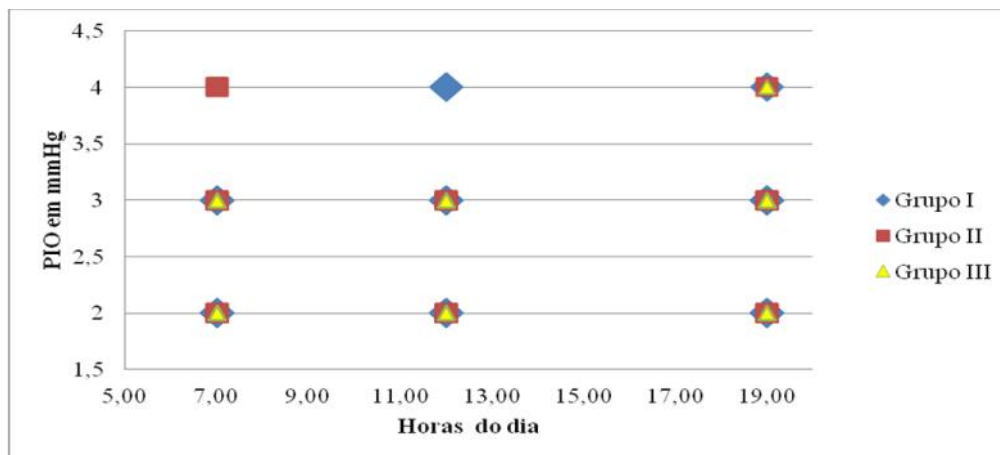


Gráfico 2. Diagrama de dispersão dos valores da PIO, expressos em mmHg, de chinchilas de diferentes faixas etárias aferida nas diferentes horas do dia com o tonômetro de rebote.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível com o tonômetro de rebote avaliar a PIO em chinchilas, de diferentes faixas etárias e momentos do dia. Os dados obtidos com o presente estudo servirão como referência na avaliação da pressão intraocular em chinchilas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S. F.; PALOZZI, R. J.; GIUFFRIDA, R.; CAMPOS, R. J.; SANTOS G. C.; FUKUI, R. M. Comparison of intraocular pressure measurements between the Tono-Pen XL[®] and Perkins[®] applanation tonometers in dogs and cats. **Veterinary Ophthalmology**, São Paulo, v.15, p. 14-20, 2012.
- ANJOU, C.I.N. Influence of light on the 24-hour variation in aqueous flare density and intraocular pressure in normal rabbit's eyes. **Acta Ophthalmologica**, Lund, v. 39, p.852, 1961.
- AMARAL, W.O.G.; TEIXEIRA, R.M.B.; ALENCAR, L.M.; CRONEMBERGER, S.; CALIXTO, N. Espessura central e periférica da córnea: influência na medida da pressão intra-ocular pelo Tonopen. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, Belo Horizonte, v. 69 n. 1, p. 41-5, 2006.
- AMBRÓSIO Jr., R.; SALOMÃO, M.; SILVA, R.S.; ALONSO, R.S.; FONTES, B;M; Propiedades biomecânicas da córnea. In: YAMANE, R. Semiologia ocular. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2009, cap. 9, p. 107-111.
- BILL, A. & PHILLIPS, C.L. Uveoscleral drainage of aqueous humor in humans eyes. **Experimental Eye Research**, Manchester, v. 12, p. 275-281, 1971.
- BRANDT, J.D.; BEISER, J.A.; KASS, M.A.; GORDON M.O. Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). **Ophthalmology**, California, v. 108, n. 10, p. 1779-88. 2001
- BRON, A.M.; CREUZOT-GARCHER, C.; GOUDEAU-BOUTILLON, S.; D'ATHIS, P. Falsely elevated intraocular pressure due to increased central corneal thickness. **Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, Dijon, 1999; 237(3):220-4.
- BRUSINI, P.; SALVETAT, M.L.; ZEPPIERI, M.; TOSONI, C.; PARISI, L. Comparison of Icare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. **Journal of Glaucoma**, Veneza, v. 15, n. 3, p. 213-217, 2006.
- BULPITT, C.J.; HODES, C.; EVERITT, M.G. Intraocular pressure and systemic blood pressure in the elderly. **British Journal of Ophthalmology**, London, v. 59, p. 717-720, 1975.
- CAREL, R.S.; KORCZYN, A.D.; ROCK, M.; GOYA, I. Association between ocular pressure and certain health parameters. **Ophthalmology**, v. 91, p. 311-314, 1984.
- CHUI, W.; LAM, A.; CHEN, D.; CHIU, R. The influence of corneal properties on rebound tonometry. **Ophthalmology**, Hong Kong, v. 115, n. 1, p. 80-83, 2008.
- COLTON, T. & EDERER, F. The distribution of intraocular pressures in the general population. **Survey of Ophthalmology**, Boston, v. 25, p. 123-129, 1980.

CUNNINGHAM, A.J. & BARRY, P. Intraocular pressure physiology and implications for anaesthetic management. **Canadian Anaesthetists Society Journal**, Dublin, v.33, n.2, p. 195-208, 1986.

CRONEMBERGER, S.; CALIXTO, N.; COSTA, L.T.; SOARES, F.M. Corneal thickness and daily curve of intraocular pressure in suspected and glaucomatous patients. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, Belo horizonte, v. 68, n. 2, p. 185-188, 2005.

DANIELS, P.D.; HASSUL, M.; KIMM, J. Dynamic Analysis of the Vestibulo-Ocular Reflex in the Normal and Flocculectomized Chinchilla. **Experimental Neurology**, Seattle, v. 58, n. 32, p. 45, 1978.

DAVIES, L.N.; BARTLETT, H.; MALLIN, E.A.H.; WOLFFSOHN, J.S. Clinical evaluation of rebound tonometer. **Acta Ophthalmologica Scandinavica**, Birmingham, v. 84, p. 206-209, 2006.

EHLERS, N. On corneal thickness and intraocular pressure. II. A clinical study on the thickness of the corneal stroma in glaucomatous eyes. **Acta Ophthalmologica**, Arhus, v. 48, n. 6, p.1107-12. 1970

FERNANDES P.; DÍAZ-REY, J.A.; QUEIRÓS, A.; GONZALES-MEIJOME, J.M.; JORGE, J. Comparison of the ICare rebound Tonometer with the Goldmann tonometer in a normal population. **Ophthalmic & Physiological Optics**, Braga, v. 25, p. 436-440, 2005.

GARCÍA-RESÚA, C.; GONZÁLES-MEIJOME, J.M.; GILINO, J.; YEBRA-PIMENTEL, E. Accuracy of the new Icare rebound tonometer vs. other portable tonometers in healthy eyes. **Optometry and Vision Science**, Santiago de Compostela, v. 83, n. 2, p. 102-107, 2006.

HARPER, C.L.; BOULTON, M.E. BENNETT, D.; MARCYNIUK, B.; JARVIS-EVANS, J.H.; TULLO, A.B.; RIDGWAY, A.E. Diurnal variations in human corneal thickness. **British Journal of Ophthalmology**, Manchester, v.80, n. 12, p. 1068-72, 1996.

HARRIS, M.C.; SCHORLING, J.J.; HERRING I.P.; ELVINGER, F.; BRIGHT, P.R.; PICKETT, J.P. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). **Veterinary Ophthalmology**, Waynesboro, v. 11, n. 3, p. 186-192, 2008.

HASSUL, M.; DANIELS, P.; KIMM, J. Effects of bilateral flocculectomy on the vestibule-ocular reflex in the chinchilla. **Brain Research**, v. 118, p. 339;343, 1976.

HERDON, L.W.; WEIZER, J.S.; STINNETT, S.S. Central corneal thickness as a risk factor for advanced glaucoma damage. **Archives of Ophthalmology**. Durham, v. 122, n. 1, p.17-21, 2004.

HONSHO, C.S.; TALIERI, I.C.; NUNES, N.; MORENO, J.C.D.; SOUZA, A.P. Efeitos da infusão contínua de cetamina sobre a pressão intraocular em cães hipovolêmicos anestesiados com desflurano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Jaboticabal, v. 56, n. 5, p. 610-617, 2004.

HULLAR T.E. & WILLIAMS C.D. Geometry of the semicircular canals of the chinchilla (*Chinchilla lanigera*). **Hearing Research**, São Luís, v. 213, p. 17–24, 2006.

ILIEV M.E.; GOLDBLUM, D.; KATSOULIS, K.; AMSTUTZ, C.; FRUEH B. Comparison of rebound tonometry with Goldmann applanation tonometry and correlation with central corneal thickness. **British Journal of Ophthalmology**, Bern, v. 90, p. 833–835, 2006.

JEONG, M.; KIM, Y.; YI, N.; PARK, S.; KIM, W.; KIM, S.; CHAE, J.; KIM, J.; LEE, H.; SEO, K. Comparison of the rebound tonometer (TonoVet[®]) with the applanation tonometer (TonoPen XL[®]) in normal Eurasian Eagle owls (*Bubo bubo*). **Veterinary Ophthalmology**, Seul, v. 10, n. 6, p. 376-379, 2007.

JIA, L.; CEPURNA, W.O.; JOHNSON, E.C.; MORRISON, J.C. Effect of General Anaesthetics in IOP in Rats with Experimental Aqueous Outflow Obstruction. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, Portland, v. 41, p. 3415-1419, 2000.

KATZ, R.S.; HENKIND, P.; WEITZMAN, E.D. The circadian rhythm of the intraocular pressure in the new Zealand white rabbit. **Investigative Ophthalmology**, Bronx, v.14, n.10, p. 775-780, 1975.

KIM, J.; KIM, N.S.; LEE, K.C.; LEE, H.B.; KIM, M.S.; KIM, H.S. Effect of topical anesthesia on evaluation of corneal sensitivity and intraocular pressure in rats and dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Jeonju, v.16, p. 43-46, 2013.

KITICE, P.Y.; NUNES, H.C.; GIUSTINA, E.D.; BARROS R.A.; FILHO, W.G.A.; REHDER, J.R.C.L. Espessura central da córnea e a medida da pressão intra-ocular com diferentes tonômetros. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, São Paulo, v. 66, n. 6, p. 388-93, 2007.

KLEIN, B.E.K.; KLEIN, R.; LINTON, K.L.P. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, Madison, v.33, p. 2224-8, 1992.

KONTIOLA, A. & PUSKA, P. Measuring intraocular pressure with the Pulsair 3000 and Rebound tonometers in elderly patients without an anesthetic. *Graefe's Archive of Clinical and Experimental Ophthalmology*, Helsinki, v. 242, p. 3-7, 2004.

LABELLE, A.L.; WHITTINGTON, J.K. BREAUX, C.B.; LABELLE, P.; MITCHELL, M.A.; ZARFOSS, M.; SCHMIDT, S.A.; HAMOR, R.E. Clinical utility of a complete diagnostic protocol for the ocular evaluation of free-living raptors. **Veterinary Ophthalmology**, Columbus, v. 15, n. 1, p. 5-17, 2012.

- LEIVA M.; NARANJO, C.; PEÑA M.T. Comparison of the rebound tonometer (ICare®) to the applanation tonometer (Tonopen XL®) in normotensive dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Barcelona, v. 9, n. 1, p. 17–21, 2006.
- LESKE, M.C.; CONNELL, A.M.S.; WU, S.Y.; HYMAN, L.; SCHACHAT, A.P. Distribution of intraocular pressure. The Barbados Eye Study. **Archives of Ophthalmology**, Nova York, v. 115, p. 1051-7. 1997
- LIMA L; MONTIANI-FERREIRA, F.; TRAMONTIN, M.; SANTOS, L.L.; MACHADO, M.; LANGE, R.R.; RUSS, H.H. The chinchilla eye: morphologic observations, echobiometric findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests. **Veterinary Ophthalmology**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 14–25, 2010.
- LIU, J.H. & DACUS, A.C. Central cholinergic stimulation affects ocular functions through sympathetic pathways. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, Boston, v. 31, p. 1332-1338, 1990.
- LIU, J.H. & DACUS, A.C. Endogenous hormonal changes and circadian elevation of intraocular pressure. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, Boston, v. 32, p. 496-500, 1991.
- LIU, G.; ZENG, T.; YU, W.; YAN, N.; WANG, H.; CAI, S.; PANG, I. LIU, X. Characterization of intraocular pressure responses of the Tibetan monkey (*Macaca thibetana*). **Molecular Vision**, Chengdu, v. 17, p. 1405-1413, 2011.
- LÓPEZ-CABALLERO, C.; CONTRERAS, I.; MUÑOZ-NEGRETE, F.J.; REBOLLEDA, G.; CABREJAS, L.; MARCELO, P. Tonometría de Rebote en la Práctica Clínica. Comparación con Tonometría de Aplanación. **Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología**, Madrid, v. 82, p. 273-278, 2007.
- LYNCH, G.L.; HOFFMAN, A.; BLOCKER, T. Central corneal thickness in koi fish: effects of age, sex, body length, and corneal diameter. **Veterinary Ophthalmology**, Culver city, v. 10, n. 4, p. 211-215, 2007.
- MARTIN, C.L. Glaucoma. In: SLATTER, D. In: **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2ed. São Paulo: Manole, 1998, v.2, p.1506-1507.
- MARTINEZ DE LA CASA, J.M.; GARCIA-FEIJOO, J.; VICO, E.; FERNANDEZ-VIDAL, A.; BENITEZ DEL CASTILLO, J.M.; WASFI, M. Effects of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and goldmann tonometry. **Ophthalmology**, Madrid, v. 113, p. 2156-2162, 2006.
- McCANNEL, C.A.; HEINRICH, S.R.; BRUBAKER, R.F. Acetazolamide but not timolol lowers aqueous humor flow in sleeping humans. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, Rochester, v. 230, p. 518-520, 1992.
- McGOLTRICK, K.E. Anestesia e o olho. In: BARASH, P.G.; CULLEN, B.F.; STOELTING, R.K. **Anestesia clínica**: 4 ed. São Paulo: Manole, 2004. Cap 34. p. 970-

972.

MEIRELLES, S.H.S.; YAMANE, R.; ÁLVARES, R.M.; BOTELHO, P.B.; MORAIS, F.B.; MOREIRA, P.B.; DANTAS, A.M.; JÚNIOR, H.V.M. Estudo comparativo entre a curva diária de pressão intra-ocular e a associação da curva ambulatorial com o teste de sobrecarga hídrica no glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma de pressão normal e olhos normais. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 3, p. 471-479, 2007.

MERCADO, J.A.; WIRTU, G.; BEAUFRÈRE, H.; LYDICK, D. Intraocular Pressure in Captive Black-footed Penguins (*Spheniscus demersus*) Measured by Rebound Tonometry. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, Nova Orleans, v. 24, n. 2, p. 138-141, 2010.

MIYAZAKI, Y.; MATSUO, T.; KURABAYASHI, Y. Immobilization stress induces elevation of intraocular pressure in rabbits. **Ophthalmic Research**, Okayama, v.32, p.270-277, 2000.

MONTIANI-FERREIRA, F.; TRUPPEL, J.; TRAMONTIN, M.H.; VILANI, R.G.D.; LANGE, R.R. The capybara eye: Clinical tests, anatomic and biometric features. **Veterinary Ophthalmology**, Curitiba, v. 11, n. 6, p. 386-394, 2008.

MULLER K.; MAULER, D.A.; EULE, J.C. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests and clinical characteristics of chinchilla eyes (*Chinchilla lanigera*). **Veterinary Ophthalmology**, Berlin, v. 13, n.1, p. 29-34, 2010.

MURPHY, D.F. Anesthesia and intraocular pressure. **Anesthesia and Analgesia**, v. 64, n. 5, p. 520-30, 1985.

NOMURA H.; SHIMOKATA, H.; ANDO, F.; MIYAKE, Y.; KUZUYA, F. Age-related changes in intraocular pressure in a large Japanese population. **Ophthalmology**, Obu, v. 106, n. 10, 1999.

OFRI, R.; STEINMETZ, A.; THIELEBEIN, J.; HOROWITZ, I.H.; OECHTERING, G.; KASS, P.H. Factors affecting intraocular pressure in lions. **The Veterinary Journal**, Jerusalem, v. 177, p. 124-129, 2008.

ORTIZ, G.J.; COOK, D.J.; YABLONSKI, M.E.; MASONSON, H.; HARMON, G. Effect of cold Air on Aqueous Humor Dynamics in Humans. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, Nova York, v. 29, n. 1, p. 138-140, 1988.

PEIFFER R.L. & JOHNSON P.T. Clinical ocular findings in a colony of chinchillas (*Chinchilla lanigera*). **Laboratory Animals**, Chapel Hill, v. 14, p. 331-335, 1980.

PEREIRA, F.Q.; BERCHT, B.S.; SOARES M.G.; MOTA, M.G.B.; PIGATTO, J.A.T. Comparison of a rebound and an applanation tonometer for measuring intraocular pressure in normal rabbits. **Veterinary Ophthalmology**, Porto Alegre, p. 1-6, 2011.

PRASHAR, A.; GUGGENHEIM, J.A.; ERICHSEN, J.T.; HOCKING, P.M.; MORGAN, E. Measurement of intraocular pressure (IOP) in chickens using a rebound tonometer: Quantitative evaluation of variance due to position inaccuracies. **Experimental Eye Research**, Wales, v. 85, p. 563-571, 2007.

PRINCE, J.H. & EGLITIS, I. The uvea. In: PRINCE, J.H. **The rabbit in eye research**. Springfield: Charles C. Thomas; 1964. P. 140-61.

REUTER, A.; MÜLLER, K.; ARNDT, G.; EULE, J.C. Accuracy and reproducibility of the TonoVet_ rebound tonometer in birds of prey. **Veterinary Ophthalmology**, Berlin, v. 13, n. 1, p. 80-85, 2010.

RIBEIRO, A.P.; PISO, D.Y.T.; PADUA, I.R.M.; SILVA, M.L.; LAUS, J.L. Intraocular pressure and tear secretion in Saanen goats with different ages. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Jaboticabal, v. 30, n. 9, p. 798-802, 2010.

RUGINĂ B.S.; IONASCU, I.; BURTAN, I.; BURTAN, L.C. Advantages and Limitis of Tonometry at the dog. **Journal Scientific Works**, Bucharest, v. 55, n. 2, p. 358-364, 2009.

RUSANEN E.; FLORIN, M.; HASSIG, M.; SPIESS, B.M. Evaluation of a rebound tonometer (Tonovet) in clinically normal cat eyes. **Veterinary Ophthalmology**, Helsinki, v. 13, n. 1, p. 31-36, 2010.

SAKATA, K.; FIGUEIRA, A.L.M.; GUIMARÃES, A.C.P.; SCHMITT, A.J.; SCAPUCIN, L.; BARROS, L.G.R.; DELAI, N. Estudo da correlação entre pressão intraocular e espessura corneana central (projeto glaucoma). **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, Curitiba, v. 63, n. 5, p. 355-358, 2000.

SAKATA V.M.; SAKATA, L.M.; YABIKU, M.; FILHO, N.P.D.; MOREIRA, A.T.R.; SAKATA, K. Influência da idade no Comportamento da pressão intraocular em uma população da região Sul-brasileira. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, Curitiba, v. 69, n.2, p. 94-99, 2010

SHAH, S.; SPEDDING, C.; BHOJWANI, R.; KWARTZ, J.; HENSON, D.; McLEOD, D. Assessment of the diurnal in central corneal thickness and intraocular pressure for patients with suspected glaucoma. **Ophthalmology**, Bolton, v. 107, n. 6, p.1191-3, 2000.

SHIOSE, Y. The aging effect on intraocular pressure in an apparently normal population. **Archives of Ophthalmology**, v. 102, p. 883-887, 1984.

SHIOSE, Y. & KAWASE, Y. A new approach to stratified normal intraocular pressure in a general population. **American Journal of Ophthalmology**, v. 101, p. 714-721, 1986.

SLATTER, D. CAP 11 Córnea y esclerótica. In: _____ **Fundamentos de Oftalmologia Veterinaria**. 3 ed. São Paulo: Roca, 2004. p. 290.

STADES, F.C.; BOEVÉ, M.H.; NEUMANN, W.; WYMAN, M. Pressão intraocular e glaucoma. In: _____ **Fundamentos de Oftalmologia Veterinária**. São Paulo: Manole, 1999. P. 129-9.

TORRES, R.M.; MERAYO-LLOVES, J.; JARAMILLO, M. A.; GALVIS, V. Biomecánica de la córnea. **Archivos de la sociedad Española de Oftalmología**, Madrid, v. 80, n. 4, 2005.

TRBOLOVA, A. & GHAFARI, M.S. Effects of Intravenous Detomidine on Intraocular Pressure Readings Obtained by Applanation Tonometry in Clinically Normal Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, Kosice, p. 1-4, 2012.

TYLLMANN, C.; FERREIRA, P.R.L.; MEYER G.S.L. Humor aquoso e pressão intraocular. In: PUTZ, C. **Oftalmologia: Ciências Básicas**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2004. Cap 6. P. 136-139.

WILLIAMS D. & SULLIVAN A. Ocular disease in the guinea pig (*Cavia porcellus*): a survey of 1000 animals. **Veterinary Ophthalmology**, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 54-62, 2010.

WILLIAMS D. Rabbit and rodent ophthalmology. **The European Journal of Companion Animal Practice**, Cambridge, v. 17, n. 3, p. 242-252, 2007.

WHITTAKER, C.J.G.; HEATON-JONES, J.T.; KUBILIS, P.S.; SMITH, P.J.; BROOKS, D.E.; KOSAREK, C.; MACKAY, E.O.; GELATT, K.N. Intraocular, pressure variation associated with body length in Young American alligators (*Alligator mississippiensis*). **American Journal of Veterinary Research**, Gainesville, v.56, p. 1380-1383, 1995.

YAMAGAMI, J.; ARAIE, M.; AIHARA, M.; YAMAMOTO, S. Diurnal variation in intraocular pressure of normal-tension glaucoma eyes. **Ophthalmology**, Osaka, v. 100, n. 5, p. 643-650, 1993.