



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Artigo de revisão

Abordagem terapêutica ao glaucoma no cão

Laurie Trabaud

Coimbra, junho 2025



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
Artigo de revisão

Abordagem terapêutica ao glaucoma no cão

Coimbra, junho 2025

Laurie Trabaud

Constituição do Júri

Presidente do Júri: Professora Doutora Sofia
Alexandra Giestas Cancela Duarte

Arguente: Professor Doutor Tarcísio Guerra
Guimarães

Orientador: Professor Doutor Hugo Corte-Real
Vilhena

Trabalho realizado sob a orientação

Orientador: Professor Doutor Hugo Corte-Real
Vilhena

Coorientadora: Professora Doutora Adriana Morales



Artigo de revisão



Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores o Dr Hugo Vilhena e a Dra Adriana Morales, que me permitiram realizar um trabalho de que me orgulho.

Agradeço aos meus colegas de curso para estes cinco anos incríveis e para sempre gravados na minha memória.

Agradeço aos meus pais e o meu avô sem os quais não estaria onde estou hoje e que fizeram tudo para que os meus sonhos se tornassem realidade.

Índice geral

Índice de figuras.....	v
Índice de tabelas.....	vi
Lista de siglas, símbolos e abreviaturas.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. TERAPÊUTICA MÉDICA	
2.1 INIBIDORES DA ANIDRASE CARBÓNICA.....	5
2.2 ANÁLOGOS DAS PROSTAGLANDINAS.....	7
2.3 BETA-BLOQUEADORES.....	9
2.4 MIÓTICOS OU PARASSIMPATICOMIMÉTICOS.....	10
2.5 AGENTES OSMÓTICOS.....	12
2.6 TRATAMENTOS EMERGENTES.....	14
3 - TERAPÊUTICA CIRÚRGICA	
3.1 OLHOS VISUAIS	
3.1.1 Gonioimplante	17
3.1.2 Derivação do seio frontal.....	19
3.1.3 Ciclocrioablação do corpo ciliar	21
3.1.4 Ciclotocoagulação transescleral / ciclotocoagulação por <i>endolaser</i>	22
3.2 OLHOS NÃO VISUAIS	
3.2.1 Enucleação	26
3.2.2 Evisceração com colocação de prótese intra-escleral	28
3.2.3 Injeção intravítrea de gentamicina	29
4. CONCLUSÃO	30

REFERÊNCIAS.....	31
ANEXOS.....	I



Índice de figuras

Figura 1: Válvula Ahmed em silicone	I
Figura 2: Válvula Baerveldt	I
Figura 3: Esquema das etapas da cirurgia de colocação de um gonioimplante.....	II
Figura 4: Válvula de Cullen usada no procedimento de derivação do seio frontal	II

Índice de tabelas

Tabela 1: Freqüência de uso da dorzolamida 2% pelos veterinários do estudo para o tratamento profilático do olho normotensivoIII

Tabela 2: Freqüência de administração dos medicamentos tópicos hipotensivos pelos veterinários do estudo para o tratamento profilático do olho normotensivoIII

Lista de siglas, símbolos e abreviaturas

5-FU = 5-Fluorouracilo

AHMS = síndrome do desvio do humor aquoso

AINE = anti-inflamatórios não esteroides

BAK = cloreto de benzalcónio

CC = corpos ciliares

ECP = ciclofotocoagulação endoscópica

eNOS = óxido nítrico sintases endotelial

GO = globo ocular

HA = humor aquoso

IAC = inibidores da anidrase carbónica

iNOS = óxido nítrico sintases induzível

MMC = mitomicina C

MP-TSCP = ciclofotocoagulação por micropulsação transescleral

nNOS = óxido nítrico sintases neuronal

NO = óxido nítrico

NOS = óxido nítrico sintases

PIO = pressão intraocular

POAG = glaucoma primário de ângulo aberto

ROCK = inibidores da rRho quinase

SC = tecido sub-cutâneo

TSCP = ciclofotocoagulação transescleral

Abordagem terapêutica ao glaucoma no cão

Laurie Trabaud^a, Adriana Morales^{b,c}, Hugo Corte-Real Vihena^{c,d,e,f}

^a Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (laurietrabaud31@gmail.com)

^b Onevet Hospital Veterinário Universitário de Coimbra (HVUC), Av. José R. Sousa 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (adriana.morales@euvg.pt)

^c Centro de Investigação Vasco da Gama (CIVG), Escola Universitária Vasco da Gama (EUVG), Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal

^d Departamento de Clínicas Veterinárias, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, Portugal, Rua de Jorge Viterbo Ferreira, 228, 4050-313 Porto (hcrvilhena@icbas.up.pt)

^e Centro de Ciência Animal e Veterinária (CECAV), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Quinta de Prados, 5000-801, Vila Real, Portugal

^f Laboratório Associado para a Ciência Animal e Veterinária AI4AnimalS, Lisboa, Portugal

Resumo

O Glaucoma designa um conjunto de doenças associadas ao aumento da pressão intraocular (PIO). O aumento prolongado da PIO é muito grave para o animal com possibilidade de provocar perda visual irreversível, além de provocar dor intensa. O estudo das diferentes abordagens terapêuticas a esta doença tem grande importância, pois o glaucoma requer uma atuação individualizada e, geralmente uma combinação destas várias terapêuticas diferentes a fim de obter um resultado satisfatório em termos de redução da PIO. O objetivo deste trabalho consistiu em analisar os estudos mais recentes efetuados sobre os diferentes tratamentos do glaucoma em cães, sejam eles médicos ou cirúrgicos, a fim de melhorar a qualidade de vida dos animais que sofrem desta doença. A principal conclusão deste trabalho foi que a gestão do glaucoma revela que a utilização de um único tratamento, quer seja baseado em medicamentos ou em cirurgia, não permite um controlo a longo prazo da pressão intraocular. A combinação de diferentes opções terapêuticas parece ser a forma mais eficaz de garantir um controlo adequado da PIO a médio ou longo prazo. Para tal, é necessário ter em conta vários fatores determinantes como a raça do animal, o tipo de glaucoma, o estado da visão no momento do diagnóstico e o envolvimento dos tutores. A individualização do tratamento em função destes critérios, permite que o tratamento seja adaptado para melhorar o resultado e, geralmente uma combinação destas várias terapêuticas diferentes a fim de obter um resultado satisfatório em termos de redução da PIO e melhoria da qualidade de vida do animal.

Palavras-chave: cão, glaucoma, tratamento individualizado, pressão intra ocular, terapêutica de glaucoma

Abstract

Glaucoma designates a group of diseases associated with an increase in intraocular pressure (PIO). A prolonged increase in PIO is very harmful to the animal as it can lead to potentially irreversible blindness and cause intense pain. Therefore, studying the different therapeutic approaches to this disease is of great importance. In fact, glaucoma requires an individualised approach, and generally the combination of several different therapies in order to achieve a satisfactory result in terms of reducing PIO. The objective of this work was to analyze the most recent studies conducted on the various treatment options for glaucoma (both medical and surgical) in dogs, in order to identify the different treatment options currently available to improve the quality of life of animals suffering from this disease. The main conclusion of this work was that the management of glaucoma reveals that the use of a single treatment, whether based on medication or surgery, does not allow for long-term control of PIO. The combination of different treatments seems to be the most effective way to ensure good and/or long-term control of PIO. To achieve this, several determining factors need to be considered, such as the breed of the patient, the type of glaucoma, the state of vision at diagnosis, and the involvement of the owners. Individualising the treatment based on these criteria ensures that the treatment is tailored to achieve the best results and prognosis, both in terms of vision and quality of life.

Key words: dog, glaucoma, individualised treatment, intraocular pressure, glaucoma therapy

1. INTRODUÇÃO

O Glaucoma designa um conjunto de doenças oculares associadas ao aumento da pressão intraocular (PIO), suficientemente para impedir ao nervo óptico e a retina de funcionar normalmente. O aumento da PIO inclui a interrupção do fluxo axoplasmático no nervo óptico, o que provoca a morte das células ganglionares da retina e dos seus axónios. Dará origem a uma cegueira parcial ou total, possivelmente irreversível. (Miller, 2017) A PIO normal de um cão situa-se entre oito e 25 mmHg. Normalmente, num mesmo indivíduo, não existe uma diferença de PIO superior a 20% entre os dois olhos. Falamos de glaucoma a partir de uma PIO superior a 30 mmHg (Maggs, 2017).

O diagnóstico precoce da doença, bem como o domínio dos tratamentos do glaucoma é primordial, pois um animal que apresente uma PIO moderadamente aumentada, mas de forma persistente, sofrerá uma perda de visão progressiva, que pode demorar semanas a se estabelecer, porém que é reversível se for tratada atempadamente. Por outro lado, uma PIO muito elevada (entre 50 e 70 mmHg) pode provocar uma perda da visão total e irreversível em 24 a 48h (Maggs, 2017).

A PIO é o resultado de um equilíbrio delicado entre a produção de humor aquoso (HA) e a sua drenagem. Existem duas vias distintas de drenagem, a via de drenagem convencional através do qual 85% do HA passa para deixar o olho e a via uveoescleral que drena o resto do HA. Geralmente a PIO aumenta quando temos 80-90% das vias de drenagem bloqueadas. Os vários tratamentos do glaucoma consistem tanto na redução da produção de HA como no aumento da drenagem, para baixar a PIO o mais eficaz e permanentemente possível (Maggs, 2017).

O glaucoma é classificado em duas grandes categorias, o glaucoma primário e o secundário. O glaucoma primário não é associado a nenhum outro distúrbio ocular ou sistémico. É bilateral, ainda que não se manifeste no mesmo tempo nos dois olhos. O glaucoma secundário é no mínimo duas vezes mais comum em cães do que o glaucoma primário, e está associado a outros distúrbios oculares ou sistémicos. A classificação do glaucoma é primordial para escolher o tipo de tratamento a ser implementado. Nos glaucomas, a causa primária deve ser tratada em primeiro e de forma urgente. As causas mais frequentes de glaucoma secundário são uma obstrução do ângulo iridocorneal ou um bloqueio pupilar. Estas obstruções podem ser secundárias a uveítes, a um deslocamento do cristalino

(luxação/sub-luxação anterior), tumores intraoculares, traumatismos e hemorragias intraoculares (Miller, 2017).

O primeiro desafio da abordagem terapêutica ao glaucoma é definir a viabilidade visual do olho em questão. Um olho visual requer atuação urgente para preservar a visão. Além disso, os tratamentos aplicados num olho visual não serão os mesmos que num olho que perdeu a visão. O segundo desafio é de educar os tutores porque geralmente a experiência que os tutores têm com o glaucoma é o associado ao glaucoma primário de ângulo aberto (POAG), a forma mais frequente no homem, que é uma doença indolor e de evolução lenta. Por isso é muito importante explicar aos tutores que nos cães muitas formas de glaucomas são doenças bilaterais, mas que inicialmente afetam somente um olho, e conseqüentemente será importante controlar regularmente o segundo olho, e em alguns casos implementar uma terapia profilática. Existem muitas abordagens terapêuticas ao glaucoma, essencialmente porque muitas vezes é necessária uma combinação de terapia médica e cirúrgica, e os medicamentos e procedimentos específicos escolhidos dependem da causa e do estágio da doença (Miller, 2017).

2. TERAPÊUTICA MÉDICA

2.1 INIBIDORES DA ANIDRASE CARBÓNICA

A enzima anidrase carbónica está presente no epitélio dos corpos ciliares (CC) e é responsável pela produção do HA. Os inibidores da anidrase carbónica (IAC) permitem diminuir a produção de HA em até 50%, conseqüentemente diminuindo a PIO. Eles são usados tanto no tratamento de urgência de uma crise de glaucoma agudo, assim como no tratamento a longo prazo do glaucoma crónico (Shim *et al.*, 2022).

A metazolamida é um inibidor sistémico da anidrase carbónica, normalmente utilizada para reduzir a PIO em cães. A dose recomendada é de 5 a 10 mg/kg a cada oito a 12 horas. Reduz a PIO em 18% a 21% em cães normais e foi observado em beagles com glaucoma uma redução da PIO em 12 mmHg. No entanto, não há efeito adicional quando combinado com um IAC tópico, como a dorzolamida (Alario

et al., 2015). Os efeitos adversos mais comuns da metazolamida são desenvolvimento de acidose metabólica, distúrbios gastrointestinais (anorexia, vômito e diarreia), diurese e um aumento das perdas de potássio na urina (Maggs, 2017).

A dorzolamida é o inibidor da anidrase carbónica tópico mais frequentemente prescrito em oftalmologia veterinária. Administrada topicamente, pode atingir concentrações locais de fármaco semelhantes às obtidas com IACs sistémicos, mas com concentrações plasmáticas cerca de 100 vezes inferiores. Os IACs tópicos produzem reduções semelhantes da PIO e da produção de HA, sem causar praticamente quaisquer efeitos secundários sistémicos. Os IACs tópicos substituíram largamente os IACs sistémicos como tratamento preferido para quase todas as formas de glaucoma canino. Além disso a dorzolamida pode provocar uma dermatite periocular, conjuntivite ou queratite provocado reações de hipersensibilidade (Maggs, 2017). A dorzolamida 2% mostrou uma redução de 18% da PIO cerca de seis horas após o tratamento em cães beagle normais. Quando aplicada de oito em oito horas, a redução da PIO atingiu 24% após três horas, com uma redução concomitante de 43% na formação de HA. Em cães beagle com glaucoma, a dorzolamida reduziu a PIO em 6,47 mm Hg com uma dose única e em 7,5 mm Hg com doses de oito em oito horas, uma redução de 30% a 40% (Alario *et al.*, 2015).

No artigo de Zibura *et al.* (2020) foi descrito o caso de um cão de raça Boston Terrier afetado pela síndrome do desvio do humor aquoso (AHMS) que teve uma reação paradoxal ao latanoprost, aumentando a PIO em vez de a reduzir. Inibidores da anidrase carbónica foram administrados em combinação com apraclonidina, proporcionando um controlo eficaz da PIO durante oito meses, oferecendo um tratamento temporário, mas eficaz e atrasando a necessidade de enucleação. Isto mostra que os IACs são adequados para estabilizar a PIO, mesmo em casos complexos como o AHMS. Embora o IACs tenha conseguido controlar a PIO durante vários meses, o desenvolvimento de complicações como a queratite ulcerativa progressiva que exigiu uma enucleação. Os IACs constituíram uma parte essencial do protocolo de tratamento, oferecendo uma solução viável para estabilizar a PIO num caso de AHMS em que outros tratamentos, como os análogos das prostaglandinas, estavam contraindicados. O seu papel é particularmente relevante no glaucoma secundário a síndromes complexas como o AHMS, onde o seu perfil de eficácia e segurança os torna uma escolha de primeira linha. No entanto, estes fármacos continuam a ser uma solução paliativa,

pelo que a sua utilização deve ser considerada como parte de uma estratégia global que envolva uma monitorização frequente e, se necessário, cirurgia.

O estudo de Plummer et al. (2020) fornece informações sobre os diferentes fármacos e protocolos para o tratamento profilático do olho contralateral normotensivo em cães com glaucoma primário aberto unilateral, atualmente em uso pelos clínicos de oftalmologia veterinária. Neste estudo, 89% dos veterinários que responderam ao questionário aconselharam a profilaxia para o olho normotensivo se o seu ângulo de drenagem fosse anormal na gonioscopia. Cerca de 70% dos participantes no inquérito recomendaram a profilaxia mesmo que o olho normotensivo fosse gonioscopicamente normal. Quase metade (48,5%) referiram usar por vezes os IACs em profilaxia no olho normotensivo e 33,53% os usam sistematicamente (Tabela 1). A maioria (82,67%) recomendam uma administração duas vezes por dia (Tabela 2). Infelizmente os dados atuais não permitem tirar conclusões sobre a eficácia dos protocolos, mas fornecem uma visão geral das práticas em oftalmologia veterinária. Estudos futuros poderão centrar-se em fármacos como a dorzolamida e o latanoprost, que têm mecanismos de ação diferentes e poderão esclarecer melhor a prevenção do glaucoma.

2.2 ANÁLOGOS DAS PROSTAGLANDINAS

Os análogos das prostaglandinas são derivados sintéticos da prostaglandina F₂alfa, e são utilizados para reduzir a PIO no tratamento do glaucoma. As moléculas mais utilizadas são o latanoprost, o travoprost, o bimatoprost e o unoprostone (Maggs, 2017). Atuam principalmente através do aumento do fluxo uveoscleral, e alguns estudos sugerem também que podem melhorar o fluxo convencional. Os mecanismos exatos deste aumento do fluxo de saída estão ainda a ser investigados, mas parece que as metaloproteinases endógenas da matriz desempenham um papel importante na redução das fibras de colagénio no músculo ciliar, facilitando assim o fluxo de saída. Outros mecanismos incluem a libertação de prostaglandinas endógenas e o aumento da permeabilidade escleral. Os análogos das prostaglandinas são atualmente o fármaco de aplicação tópica mais potente e o mais eficaz para diminuir a PIO em cães, pelo que fazem parte do tratamento de urgência do glaucoma. Alguns autores mostraram uma redução da PIO desde 25 até 60% depois uma aplicação de latanoprost ou travoprost. No entanto, a utilização concomitante de medicamentos anti-inflamatórios tópicos, como

os anti-inflamatórios não esteroides (AINE's) ou os esteroides, reduz a eficácia dos análogos das prostaglandinas, provavelmente por inibição da ativação das prostaglandinas endógenas (Alario *et al.*, 2015). Nesta fase, os dados são limitados e contraditórios. Pirie *et al.* (2011) demonstraram que o flurbiprofeno (AINE's), resultou numa redução de 20% no efeito de redução da PIO em relação ao latanoprost isolado, num estudo semelhante, Kahane *et al.* (2016) relataram que a prednisolona não alterou o efeito hipotensor do latanoprost.

O latanoprost 0,005%, é o medicamento tópico o mais frequentemente utilizado para o tratamento do glaucoma no cão. Estudos demonstraram que a administração diária reduz a PIO em 22% a 40% em cães normotensivos, seis horas após a aplicação, e com um efeito máximo observado no quinto dia. Em cães com glaucoma, o latanoprost reduziu a PIO em cerca de 50%. Reduziu igualmente as flutuações diurnas da PIO, especialmente quando administrado duas vezes por dia ou uma vez por dia à noite. O tratamento duas vezes por dia é, por conseguinte, recomendado para o tratamento do glaucoma em cães (Alario *et al.*, 2015).

Estes medicamentos podem ser administrados isoladamente ou em conjunto com outros medicamentos hipotensores. São igualmente utilizados para prevenção no olho saudável de cães com glaucoma idiopático. O tratamento pode ser administrado uma ou duas vezes por dia, com preferência pela administração noturna no caso de doses únicas, para limitar os efeitos da miose. Nos casos mais graves ou persistentes de glaucoma, recomenda-se a administração duas vezes por dia (Maggs, 2017). Os efeitos secundários dos análogos das prostaglandinas aplicados topicamente são raros, embora a hiperemia conjuntival seja o mais comum (Halder & Khopade, 2021). Um outro efeito secundário frequente é a miose intensa, que se inicia pouco depois da aplicação e dura geralmente menos de 24 horas, seguida de midríase de ressalto. Devido a esta miose, estes fármacos estão contraindicados no tratamento do glaucoma secundário a luxação do cristalino, uma vez que podem agravar a hipertensão ocular (Mašlanka, 2014b). Como aumentam a permeabilidade da barreira hemato-aquosa, devem ser utilizados com precaução no glaucoma secundário à uveíte (Maggs, 2017).

O cloreto de benzalcónio (BAK) é o conservante o mais frequentemente usado nos medicamentos que diminuem a PIO. Infelizmente o BAK é tóxico para o epitélio da conjuntiva e da córnea, e a extensão dos danos depende do tempo e da dose de administração. Uma diminuição da densidade das células caliciformes, que resulta numa diminuição da produção de mucina e da estabilidade da película lacrimal, também foi associada ao BAK. Limitar a exposição ocular ao BAK pode ajudar a evitar a perda

de células caliciformes, bem como danos nas células epiteliais da córnea e da conjuntiva. Reduzir a quantidade de BAK na medicação para baixar a PIO melhora o tempo de rutura da lágrima, os índices de coloração da córnea e a hiperemia conjuntival em pacientes com glaucoma. No estudo feito por Halder & Khopade (2021) sobre cães beagles e coelhos, são comparados a farmacocinética e a eficácia da diminuição da PIO de um latanoprost contendo BAK e de um latanoprost BAK-free. O latanoprost 0,005% *BAK-free* demonstra uma eficácia comparável à do latanoprost 0,005% com BAK, enquanto as concentrações nos tecidos oculares e a farmacocinética permanecem semelhantes. Estes estudos apoiam a utilização de latanoprost 0,005% *BAK-free* para o tratamento do glaucoma (Halder & Khopade, 2021).

O estudo de Shokoohimand et al. (2020) envolveu a administração tópica de diferentes formulações oculares em cães clinicamente saudáveis. Os tratamentos testados incluíram tafluprost a 0,0015%, isoladamente ou em combinação com timolol 0,5% ou betaxolol 0,5% (beta-bloqueadores). Os investigadores mediram a PIO, a produção de lágrimas utilizando o teste de Schirmer e o tamanho da pupila em vários momentos após a administração dos medicamentos. Os três protocolos foram eficazes na redução da PIO em cães saudáveis, com um impacto mínimo na produção de lágrimas e no tamanho da pupila. Este estudo sugere um efeito sinérgico dos análogos das prostaglandinas e dos betabloqueadores, o que reforça a ideia de que a forma mais eficaz de tratar o glaucoma é combinar várias moléculas.

2.3 BETA-BLOQUEADORES

Os betabloqueadores reduzem a PIO principalmente através da redução da produção de HA. Foram propostos três mecanismos para explicar este efeito: fazendo o bloqueio dos receptores β_2 no epitélio ciliar, inibindo assim a produção de AMPc e reduzindo a produção de HA; o segundo é fazendo o bloqueio da ATPase sódio-potássio, limitando o transporte ativo e a ultrafiltração e o terceiro pela modulação, pelos betabloqueadores, do fluxo sanguíneo para o CC e para a raiz da íris através de um mecanismo vasoativo (Alario *et al.*, 2015).

O timolol é um beta-bloqueador não seletivo disponível em preparações oftálmicas a 0,25% e 0,50%, e é o betabloqueador o mais frequentemente usado no tratamento do glaucoma no cão. A aplicação

tópica do timolol 0,25% é recomendada para cães com peso inferior a nove quilogramas, enquanto a solução a 0,5% é recomendada para cães maiores. A frequência de administração deve ser de oito a 12 horas nos cães maiores e de 12 em 12 horas nos cães mais pequenos, de modo a minimizar os efeitos secundários sistémicos. Com o desenvolvimento de novos fármacos anti glaucoma, o timolol parece ter deixado de ser um fármaco de primeira linha decisivo no tratamento do glaucoma. De acordo com a experiência clínica dos autores, é geralmente utilizado como adjuvante quando os IACs e as prostaglandinas não conseguem controlar adequadamente a PIO (Kita *et al.*, 2021). Uma vantagem do timolol é que ele está disponível numa solução comercial em combinação com dorzolamida que é particularmente útil porque permite reduzir a frequência da aplicação de dorzolamida para apenas duas vezes por dia (Maggs, 2017)

O timolol pode causar efeitos secundários oculares, como sensação de queimadura, fotofobia, ptose e queratite. É também frequente observar-se miose bilateral e redução da PIO, muitas vezes devido à absorção sistémica do fármaco através da mucosa nasolacrimal. Esta absorção pode também provocar efeitos secundários cardiovasculares e pulmonares, como bradicardia, hipotensão e broncospasmo. Os betabloqueadores tópicos estão contraindicados em doentes com doenças cardíacas ou pulmonares significativas (Alario *et al.*, 2015).

O betaxolol é o único betabloqueador a ser seletivo para os recetores β_1 , com menor efeito nos receptores β_2 . Entre os betabloqueadores, o betaxolol tem o melhor perfil neuroprotetor devido à sua maior afinidade pelos canais de iões sódio e cálcio. O betaxolol pode ter um papel na profilaxia do glaucoma em cães (Maggs, 2017). Miller *et al.* (2000) mostraram que o betaxolol administrado duas vezes por dia prolongou significativamente o tempo até o aparecimento do glaucoma primário para 32 meses, em comparação com oito meses em cães não tratados.

2.4 MIÓTICOS OU PARASSIMPATICOMIMÉTICOS

Os agonistas colinérgicos estimulam diretamente ou indiretamente o sistema nervoso parassimpático do olho através dos recetores de acetilcolina. Os agentes de ação direta (como a pilocarpina) ativam

diretamente os recetores de acetilcolina, enquanto os agentes colinérgicos de ação indireta (como o brometo de demecarium) inibem a atividade da acetilcolinesterase, aumentando assim a concentração e a duração da exposição da acetilcolina no seu local recetor. A ativação destes recetores conduz a miose, contração do músculo ciliar, redução da PIO e rutura transitória da barreira hematoaquosa (Alario *et al.*, 2015). Em cães, o mecanismo exato da redução da PIO não é claro, mas parece estar ligado ao aumento do fluxo através da via de drenagem convencional, aumentando o fluxo de HA, reduzindo assim a PIO (Maggs, 2017).

A pilocarpina é um fármaco parassimpaticomimético de ação direta, provoca um miose e espasmos ciliares que promovem a drenagem do HA pela via convencional (Wang *et al.*, 1999) O pH das formulações comerciais deste medicamento é ácido (4,5-5,5), o que pode irritar a superfície ocular, causando sinais clínicos como blefarospasmo, epífora, hiperemia conjuntival e protusão da membrana nictitante em alguns pacientes. Por causa de ser tão irritante, especialmente durante as primeiras 72 horas do tratamento, a pilocarpina é raramente usada no tratamento do glaucoma canino. Por conseguinte, os veterinários que o utilizam aumentam gradualmente a concentração, começando com 0,25% ou 0,5 e chegando até 1% (Maggs, 2017).

O brometo de demecarium é um organofosfato, um fármaco parassimpaticomimético de ação indireta que se liga à acetilcolinesterase e a inibe, preservando a acetilcolina. Embora já não esteja disponível comercialmente, este medicamento pode ser preparado em soluções a 0,125% e 0,25% para uso oftálmico. O efeito de redução da PIO do brometo de demecarium é semelhante ao da pilocarpina. No entanto, a sua duração de ação é significativamente mais longa, até 55 horas. O mesmo se aplica ao efeito miose do medicamento, que pode persistir até 77 horas (Maggs, 2017).

O brometo de demecarium foi historicamente utilizado como tratamento tópico para o glaucoma primário crónico em cães. Embora tenha uma longa duração de ação, recomenda-se o tratamento duas vezes por dia para evitar flutuações na PIO. O estudo feito por Miller *et al.* (2000) demonstra que a utilização profilática combinada com um esteroide tópico pode atrasar em 32 meses o aparecimento de glaucoma no olho contralateral de cães com glaucoma unilateral em comparação com oito meses nos cães não tratados. No entanto, um estudo retrospectivo de Dees *et al.* (2014) mostrou que a duração da eficácia se variava de acordo com a concentração: 330 dias para a concentração a 0,125% e 143 dias para a concentração à 0,25%. Um estudo separado feito por Binder *et al.* (2007) mostrou a

utilidade do brometo de demecarium para atrasar o tempo de luxação anterior do cristalino em cães com uma instabilidade primária, mas não atrasa significativamente o tempo antes da aparição do glaucoma ou da perda de visão.

O brometo de demecarium deve ser evitado em casos de glaucoma secundário a uveíte, uma vez que perturba a barreira hematoaquosa. Está também contraindicado em casos de deslocação anterior do cristalino, uma vez que pode provocar glaucoma com bloqueio pupilar. No entanto, tem sido utilizado com sucesso em cães com luxação/subluxação do cristalino posterior. O brometo de demecarium pode causar efeitos secundários sistémicos, como salivação, vómitos e diarreia, especialmente quando utilizado concomitantemente com produtos antiparasitários que contenham organofosforados (Alario *et al.*, 2015).

Em resumo, embora fármacos como a pilocarpina e o brometo de demecarium tenham sido historicamente utilizados para tratar o glaucoma em cães, a sua utilização clínica tem vindo a diminuir ao longo do tempo. Este facto deve-se principalmente ao aparecimento de novos tratamentos mais eficazes e mais bem tolerados, que permitem uma melhor gestão da PIO com menos efeitos secundários.

2.5 AGENTES OSMÓTICOS

Os agentes osmóticos são geralmente utilizados como tratamento de emergência para o glaucoma agudo, mas não são indicados para o controlo contínuo da PIO (Miller, 2017). Todos os agentes osmóticos são administrados por via oral ou intravenosa e aumentam a osmolaridade do plasma. Como os principais fluidos oculares estão separados do plasma por membranas semipermeáveis (barreiras hemato-aquosa e hemato-vítrea), este aumento da osmolaridade plasmática cria um gradiente osmótico que favorece a difusão da água para fora dos tecidos intraoculares (Maggs, 2017). Esta deslocação de líquido contribui para reduzir a PIO de duas formas. Em primeiro lugar, inibe o processo de ultrafiltração no CC, reduzindo assim a produção de HA. Em segundo lugar, retira líquido do vítreo, provocando a contração dele e a deslocação posterior do cristalino, o que vai diminuir o bloqueio pupilar e aumentar a drenagem do HA abrindo o ângulo iridocorneal. Contudo, a sua eficácia depende da integridade da barreira hemato-ocular e estes agentes são menos eficazes na presença de

uveíte ou de rutura desta barreira. Os agentes mais frequentemente utilizados em oftalmologia veterinária são o manitol e a glicerina (Alario *et al.*, 2015).

O manitol é um açúcar com seis carbonos que não é metabolizado de forma significativa pelo organismo, pelo que tem de ser excretado pelos rins. É administrado por via intravenosa, uma vez que é pouco absorvido por via oral. A dose recomendada para baixar a PIO em casos de glaucoma agudo nos cães é de 0,5 a 2 g/kg, administrada lentamente durante 20 minutos. O efeito de redução da PIO é normalmente observado 30 a 60 minutos após a administração e fica baixa durante cinco a seis horas. No tratamento de urgência do glaucoma agudo o manitol deve ser utilizado em associação com um IAC tópico ou sistémico e com um análogo das prostaglandinas, uma vez que os mecanismos de ação destas três classes de medicamentos são complementares (Mandell, 2000). As concentrações de manitol disponíveis variam entre 10% e 25%, sendo que as concentrações superiores a 15% podem cristalizar a baixas temperaturas. Por conseguinte, os frascos para injetáveis devem ser armazenados a uma temperatura quente e administrados à temperatura corporal, de preferência através de um cateter filtrante (Alario *et al.*, 2015). Uma dose de 1 g/kg reduziu a PIO em 24% em cães normotensivos. O manitol aumenta o volume de fluidos extracelulares, o que pode levar a uma sobrecarga do sistema cardiovascular, incluindo edema pulmonar em doentes cardíacos ou animais sob anestesia (Alario *et al.*, 2015). Por conseguinte, é importante restringir a ingestão de água durante pelo menos duas horas após a administração. Devido às suas propriedades diuréticas, é essencial monitorizar de perto o estado geral dos doentes que tomam manitol, uma vez que pode ocorrer desidratação, especialmente em doentes frágeis. Além disso, o manitol está contraindicado em animais que sofram de doença renal crónica e de insuficiência cardíaca congestiva, uma vez que pode agravar a sua condição (Volopich *et al.*, 2006).

A glicerina é um álcool tri-hídrico que é rapidamente absorvido após administração oral e é metabolizado pelo organismo em glucose. É geralmente administrada por via oral numa dose de 1 a 2 g/kg por dia, frequentemente com uma refeição. Quando administrada numa dose de 1,44 g/kg em cães saudáveis, observou-se uma redução significativa da PIO entre uma e 10 horas após a administração (Alario *et al.*, 2015). Os principais efeitos secundários da glicerina incluem náuseas ou vômitos, que parecem ser dependentes da dose (Maggs, 2017). O aumento de peso pode também

ocorrer com a utilização crónica. Além disso, a glicerina está especificamente contraindicada em doentes com diabetes mellitus, uma vez que causa hiperglicemia (Wasserman *et al.*, 2012).

2.6 TRATAMENTOS EMERGENTES

As Rho quinases e o óxido nítrico são as duas principais moléculas atualmente em estudo para fazer avançar o tratamento do glaucoma.

O artigo de Alario *et al.* (2015) mostra a importância crescente do óxido nítrico (NO) e de outros gasotransmissores na investigação biomédica, nomeadamente no tratamento do glaucoma. Em 1987, foi descoberto que o NO é uma molécula fisiologicamente ativa, e os estudos demonstraram que desempenha um papel fundamental na regulação de várias funções corporais, incluindo no olho. Devido à sua capacidade de se distribuir livremente, o NO afeta a fisiologia ocular modificando a circulação sanguínea local, a inflamação e a dinâmica do HA, o que lhe confere o poder de reduzir a PIO. Na realidade, o NO favorece a drenagem do HA pela via de drenagem convencional, permitindo assim a redução da PIO (Wilcox *et al.*, 2022). O NO é produzido por enzimas denominadas óxido nítrico sintases (NOS), as três isoformas principais que existem são: os NOS endotelial (eNOS), os NOS neuronal (nNOS) e os NOS induzível (iNOS). A eNOS e a nNOS estão constantemente presentes nos tecidos e produzem quantidades relativamente pequenas de NO, enquanto a iNOS é ativada durante a inflamação e produz níveis muito mais elevados de NO, o que contribui para respostas inflamatórias prolongadas. Os investigadores também exploraram a forma como estas isoformas de NOS e a sua regulação estão envolvidas no funcionamento do olho e na gestão da PIO. Os ensaios clínicos demonstraram que os dadores tópicos de NO, como o latanoprosteno bunod, são eficazes na redução da PIO, relaxando e reduzindo as células da malha trabecular, diminuindo assim a resistência ao fluxo de saída do HA (Alario *et al.*, 2015). Eles representam uma abordagem terapêutica nova e promissora para o tratamento do glaucoma, visando particularmente a via de drenagem convencional do olho, que é ainda menos explorada pelos medicamentos convencionais (Wilcox *et al.*, 2022). Existem outros estudos que demonstraram que o NO pode ter outros efeitos benéficos, como a regulação da inflamação intraocular, a promoção do fluxo sanguíneo para a retina e o nervo ótico e a proteção

contra a degeneração das células ganglionares da retina em modelos de glaucoma e isquemia (Alario et al., 2015).

O estudo de Desai et al. (2022) comparou os efeitos do latanoprost e do latanoprosteno bunod na PIO e no tamanho da pupila em Beagles sem alterações oculares. Os resultados mostraram que ambos os tratamentos reduziram efetivamente a PIO, mas com diferenças notáveis. O latanoprosteno bunod produziu uma redução da PIO comparável à do latanoprost, mas com um efeito mais pronunciado na constrição pupilar, resultando numa miose mais acentuada. Em contrapartida, o latanoprost provocou uma redução menos acentuada do tamanho da pupila. Os autores observaram um efeito significativo do latanoprosteno bunod no relaxamento da artéria ciliar e uma redução da resistência à saída do HA. Este último fator sugere que o latanoprosteno bunod pode ser mais eficaz do que o latanoprost isolado na redução da PIO, devido aos seus efeitos combinados sobre as prostaglandinas e o NO. O estudo demonstrou que o latanoprosteno bunod poderia oferecer um benefício adicional na redução da PIO, em particular nos doentes em que o efeito no tamanho da pupila e o aumento do fluxo de HA são fundamentais.

Um outro estudo feito por Bastia et al. (2021) analisou o efeito do NCX 667, que é um novo dador de NO, na redução da PIO em várias espécies (coelhos, cães e primatas não humanos). Os resultados mostraram que o NCX 667 funciona para reduzir a PIO nas três espécies do estudo, com efeitos significativos observados após administração tópica com doses únicas. Em coelhos, cães e primatas não humanos, o tratamento com NCX 667 resultou em uma redução da PIO que pode ser comparada com os tratamentos convencionais do glaucoma. Em suma, este estudo nos permite de identificar o NCX 667 como um medicamento que tem a sua eficácia na diminuição da PIO e no aumento do fluxo de HA em modelos pré-clínicos, o que o faz dele um candidato de eleição para o tratamento do glaucoma.

Os inibidores da rRho quinase (ROCK) são uma família de enzimas envolvidas em muitas funções celulares essenciais, incluindo a contração do músculo liso e a regulação do citoesqueleto (Leary et al., 2021). As Rho cinases (ROCK1 e ROCK2) são expressas numa grande variedade de tecidos e a sua desregulação pode estar ligada a várias doenças sistémicas, como a hipertensão e a disseminação de tumores (Alario et al., 2015). No olho, as ROCK's desempenham um papel fundamental na regulação da drenagem do HA e da PIO. Mais especificamente, as células da malha trabecular, que têm

propriedades contrácteis semelhantes às das células musculares lisas, são influenciadas pela ativação das ROCK's (Leary et al., 2021). Quando estas enzimas são ativadas, provocam a contração das células da malha trabecular, reduzindo assim o fluxo de saída do HA e aumentando a PIO. Os inibidores da ROCK têm demonstrado um potencial promissor na redução da PIO (Komáromy *et al.*, 2019). Um inibidor da ROCK, o ripasudil, já está aprovado para uso clínico no Japão e atua diretamente na malha trabecular para reduzir a PIO, modificando a rigidez do tecido conjuntivo e melhorando a função do canal de Schlemm (Alario et al., 2015). Para além dos seus efeitos no fluxo de HA, os inibidores da ROCK podem oferecer benefícios adicionais ao melhorar o fluxo sanguíneo da retina, o que poderia proteger as células ganglionares da retina da degeneração associada ao glaucoma (Alario et al., 2015). Podem também desempenhar um papel na redução da formação de cicatrizes pós-operatórias, inibindo a formação de miofibroblastos (Komáromy *et al.*, 2019), um processo que pode prejudicar o sucesso da cirurgia ao reduzir o fluxo de HA através das vias de derivação (Alario et al., 2015).

O estudo de Leary et al. (2021) teve como objetivo avaliar se a combinação de netarsudil e latanoprost na formulação de dose fixa Rocklatan™ (0,02% de netarsudil e 0,005% de latanoprost, que é a forma aprovada pelos Estados Unidos) poderia melhorar a redução da PIO em cães, em comparação com o latanoprost isolado. Embora o netarsudil isoladamente não tenha demonstrado um efeito significativo na PIO em cães normais ou em cães com glaucoma de ângulo aberto, o estudo colocou a hipótese de que poderia existir uma sinergia entre estes dois tratamentos, tal como observado nos seres humanos. Os resultados mostraram que a associação do netarsudil e do latanoprost não tinha um efeito aditivo na redução da PIO, uma vez que os valores da PIO e do diâmetro pupilar eram idênticos entre a associação e o latanoprost isolado, independentemente da frequência de administração (q24h ou q12h). O netarsudil não mostrou qualquer efeito observável nas vias de saída do HA em cães, o que pode dever-se à ausência de uma enzima específica, a aldeído oxidase 1, necessária para converter o netarsudil num metabolito mais ativo. Os tratamentos foram bem tolerados, tendo sido observada uma ligeira hiperemia conjuntival em ambos os grupos, mais acentuada nos cães com glaucoma. Em conclusão, a combinação netarsudil-latanoprost e o latanoprost isolado foram ambos eficazes na redução da PIO, mas o netarsudil não proporcionou um efeito adicional significativo neste estudo.

3 - TERAPÊUTICA CIRÚRGICA

3.1 OLHOS VISUAIS

3.1.1 Gonioimplante

O primeiro dispositivo para o glaucoma, foi criado e depois modificado por Molteno no início dos anos 70. A partir daí, foram introduzidos no mercado vários outros modelos e modificações. No entanto, a concessão geral predominante é semelhante entre dispositivos e consiste geralmente num tubo de silicone ligado a uma placa, também de silicone, polipropileno ou, mais recentemente, polietileno. A parte tubular, inserida na câmara anterior, drena o HA para a placa, localizada no espaço subconjuntival (Maggio & Bras, 2015b). O HA é assim desviado da câmara anterior para uma bolha de filtração que envolve a placa, sendo depois absorvido pela vascularização local. Estão disponíveis dispositivos com válvula: Ahmed (Figura 1) e sem válvula: Baerveldt (Figura 2) (Komáromy *et al.*, 2019). A presença de uma válvula permite um fluxo unidirecional, evitando a hipotonia pós-cirúrgica, a uveíte secundária e o potencial descolamento da retina. A válvula geralmente abre-se em resposta a PIO superiores a 8-12 mmHg (Maggio & Bras, 2015b). A fibrose da bula pode levar a uma falha do sistema de drenagem (Hong et al., 2021). A principal vantagem dos dispositivos sem válvula é um melhor controlo da PIO a longo prazo, devido a uma fibrose capsular menos grave. Na maioria dos gonioimplantes disponíveis no mercado, o tubo de silicone tem um diâmetro interno de 0,3 mm e um diâmetro externo de 0,6 mm. Este diâmetro permite uma taxa de saída de HA de 3 a 6 ml/min, o que corresponde ao fluxo normal de HA em cães e gatos. Medicamentos esteroides e não esteroides tópicos e sistémicos, bem como antibióticos tópicos, são administrados dois a sete dias antes da operação para preparar o olho, e a PIO deve ser reduzida para níveis normais (10-20 mm Hg). Por vezes, pode ser necessária a paracentese do HA ou a utilização de manitol intravenoso para reduzir o volume do corpo vítreo (Maggio & Bras, 2015b).

O animal é colocado em posição dorsal e a área cirúrgica é preparada asépticamente (Hong et al., 2021). São colocadas suturas de fixação no limbo para facilitar a exposição e a rotação do globo ocular (GO). É efetuada uma incisão linear de 8-10 mm a 10-12 mm do limbo, seguida de dissecção para criar uma bolsa no espaço subtenoniano onde o implante será colocado. São introduzidas esponjas estéreis embebidas em mitomicina C (MMC) ou 5-fluorouracilo (5-FU) para reduzir a fibrose da cápsula

conjuntival. Após cinco minutos, as esponjas são retiradas e a zona é irrigada. O implante é preparado através da injeção de uma solução salina para garantir o seu funcionamento correto, forçando o fluido a passar pela válvula e a sair da placa (Maggio & Bras, 2015b). O implante é inserido na bolsa criada sob a conjuntiva e fixado com suturas esclerais, com fio 9-0 (Hong et al., 2021). O tubo é irrigado com ativador de plasminogénio tecidual para evitar a oclusão de fibrina. Se forem necessários outros procedimentos (como a facoemulsificação do cristalino ou a ciclofotocoagulação), estes são efetuados após a inserção do tubo. O tubo é inserido na câmara anterior do olho, tendo especial cuidado para evitar o colapso da câmara anterior. A conjuntiva e a cápsula de Tenon são fechadas com uma sutura absorvível e o local é irrigado, se necessário (Maggio & Bras, 2015b) (Figura 3).

A utilização de corticosteroides tópicos é essencial, uma vez que, administrados a cada seis a oito horas, ajudam a tratar a uveíte anterior pós-operatória, e podem ainda ajudar a inibir a via da ciclo-oxigenase e a suprimir a proliferação de fibroblastos, que são responsáveis pela fibrose do implante. Os corticosteroides tópicos são gradualmente reduzidos ao longo de várias semanas (Maggio & Bras, 2015b). É necessário um tratamento a longo prazo com acetato de prednisolona 1% tópico, administrado BID ou SID (Hong et al., 2021). Os antibióticos tópicos e sistémicos são administrados durante duas semanas após a cirurgia (Maggio & Bras, 2015b). Os medicamentos anti glaucoma tópicos são geralmente mantidos a longo prazo (Hong et al., 2021). Os valores esperados da PIO no período pós-operatório imediato variam entre 5mmHg para os dispositivos sem válvula e 8 a 12mmHg para os dispositivos com válvula (Maggio & Bras, 2015b).

O estudo feito por Lee et al. (2023) descreve os casos de dois cães com recidivas de glaucoma depois da colocação de um dispositivo de Ahmed. Eles foram tratados por implantação sequencial, o que quer dizer que um segundo implante foi colocado no mesmo olho, mas numa posição diferente para melhorar a drenagem do HA. Este procedimento permitiu controlar a PIO e manter a visão durante 40 meses no primeiro caso e durante 23 meses no segundo caso. Em termo de complicações a longo prazo ocorreu uma catarata aos 17 meses para o caso um e aos 10 meses para o caso dois. Este estudo permite concluir que a implantação sequencial é uma opção eficaz, mas que precisa de cuidados adequados para limitar as complicações pós-operatórias.

Foi descrito, no artigo de Turicea et al. (2023), que a associação de uma válvula Ahmed com um procedimento de lentesomia permite de aumentar a eficácia da drenagem do HA, melhorando a diminuição da PIO e a preservação da visão a curto e longo prazo. Esta combinação terapêutica permite igualmente diminuir os tratamentos médicos anti glaucoma. A posição do implante pode também ter um efeito sobre o fluxo de drenagem do HA. De facto, no estudo feita por Saito et al. (2021) foi descrito que a preservação da visão foi mais longa com uma implantação medial da válvula Ahmed (61,9 meses) do que com uma implantação lateral (59,1 meses).

Para aumentar a eficácia dos implantes de Ahmed pode ser utilizada uma matriz de colagénio biodegradável chamada Ologen®. A sua eficácia foi avaliada no estudo de Hong et al. (2021), que inclui cães com um glaucoma não controlado, comparando um grupo tratado somente com uma válvula Ahmed e um outro grupo tratado com a válvula Ahmed e a matriz Ologen®. Foi reportado que os cães tratados com Ologen® apresentaram uma redução mais estável da PIO, menos complicações pós-operatórias e uma redução da necessidade de tratamento médico no período pós-operatório.

Nos últimos anos os gonioimplantes foram muito estudados para encontrar a melhor forma de maximizar sua eficiência e evitar as complicações pós-operatórias. Podemos concluir, com base nos artigos acima referidos, que uma forma interessante de proceder seria de fazer uma implantação medial do dispositivo combinando com um procedimento de lentesomia e o uso do Ologen®.

3.1.2 Derivação do seio frontal

Um implante de drenagem, menos utilizado, mas estudado por Grahn e Cullen, foi concebido para desviar o HA para o seio frontal em cães. Este tipo de procedimento de desvio tem como objetivo evitar a fibrose cicatricial e a falha do implante, redireccionando o HA para um espaço epitelial cheio de ar, como o seio frontal. A derivação frontal com válvula de Cullen (Figura 4) é constituída por dois componentes principais: um tubo de silicone, que é inserido na câmara anterior do olho, e uma porção do seio frontal, equipada com uma ponta com válvula e um bulbo de ancoragem. Esta porção é utilizada para direccionar o HA para o interior do seio frontal (Maggio & Bras, 2015).

O procedimento inicia-se com uma incisão na pele sobre o globo ocular, precisamente na parte dorso medial, acima do seio frontal. O seio frontal é então acedido com um pino Steinman e um mandril Jacob, após o que a parte valvulada do dispositivo é inserida na abertura cirúrgica. É então fixado ao periósteo com uma sutura de fluorocarbono. É criado um túnel subcutâneo com uma pinça, ligando o local do seio frontal a uma incisão anterior às 12 horas na conjuntiva bulbar do olho. O tubo de silicone é então puxado através deste túnel até sair pela conjuntiva dorsal. Este tubo é ajustado (aparado e biselado) e inserido na via limbal, previamente efetuada com uma agulha 16G. O shunt é então fixado à esclera com uma sutura de “renda chinesa” e a conjuntiva é fechada com uma sutura simples (Maggio & Bras, 2015). As complicações relatadas com a derivação de Cullen estão principalmente relacionadas com o tubo intracameral, que é mais espesso e mais rígido. Isto pode levar a: descompensação da córnea, devido ao contacto com o endotélio; uveíte anterior, muitas vezes acompanhada de formação de fibrina; e deslocamento do tubo da câmara anterior, o que pode tornar o sistema menos eficaz. Embora este dispositivo apresente riscos de contaminação bacteriana retrógrada a partir do seio dorsal, onde as bactérias podem potencialmente ascender ao olho, apenas foi registado um caso de endoftalmite nos estudos existentes (Maggio & Bras, 2015).

As complicações precoces após a implantação de dispositivos de drenagem de glaucoma em cães incluem hipotonia, uveíte anterior e obstrução do tubo. A hipotonia é mais comum com dispositivos sem válvula, mas também pode ocorrer com dispositivos com válvula devido ao excesso de filtração à volta do tubo. As complicações tardias incluem a erosão do tubo, a migração do tubo, a descompensação da córnea e a falha de filtração devido a fibrose. Podem ser utilizados transplantes e proteção para evitar a erosão, mas o risco de endoftalmite é baixo nos cães. A fibrose da bolha é a complicação mais comum a longo prazo. A falência da bolha ocorre geralmente após alguns meses e é mais comum em cães (Maggio & Bras, 2015). Vários fatores influenciam a criação de uma bolha funcional, como a técnica cirúrgica e o estado inflamatório do olho. A MMC e o 5-FU são fármacos utilizados para prevenir a fibrose (Komáromy *et al.*, 2019). Embora sejam eficazes na redução da fibrose, apresentam riscos como a infeção e a fuga da bolha. Estão a ser exploradas novas abordagens, como a utilização de membranas amnióticas, para melhorar os resultados das intervenções (Maggio & Bras, 2015).

3.1.3 Ciclocrioablação do corpo ciliar

A ciclocrioablação dos corpos ciliares consiste em aplicar de maneira controlada um frio intenso nos CC para provocar necrose deles, o que terá como consequência de diminuir a produção de HA (Tuaktaew *et al.*, 2025). Os dois agentes criogénicos que podem ser utilizados são o azoto líquido e o óxido nítrico, sendo o azoto líquido provavelmente preferido pelos cirurgiões porque atinge temperaturas mais baixas do que o óxido nítrico (Miller, 2017).

No pré-operatório deve ser administrado uma injeção de dexametasona numa dose de 0,1 mg/kg IV e uma injeção de flunixin melgumine numa dose de 0,1 mg/kg IV, para prevenir / controlar a uveíte severa que segue o procedimento de ciclocriocirurgia. A sonda de crioterapia deve ser aplicada nos CC excluindo as posições três e nove horas (Miller, 2017). Quando o GO tem um tamanho normal (aproximadamente três milímetros de diâmetro) a sonda de crioterapia com óxido nítrico deve ser centrada cinco milímetros posteriormente ao limbo, quando o GO crioterapia está aumentado devido à buftalmia, a sonda de crioterapia será centrada 5,5 6,0 milímetros posteriormente ao limbo. Habitualmente seis até oito pontos são congelados durante dois minutos quando o óxido nítrico é utilizado, para um funcionamento óptimo a crioterapia deve atingir temperaturas entre -70 e -80°C e os CC uma temperatura de -10°C, isso antes de iniciar a contagem dos dois minutos (Tuaktaew *et al.*, 2025). Para o uso do azoto líquido, o lugar de ação é o mesmo, mas o criogénio circula através da sonda até que a bola de gelo se estenda 1 mm para além do limbo até à córnea, após o que o congelamento é terminado. O tamanho maior da ponta e o congelamento mais profundo permitem normalmente congelar menos sítios (dois a quatro) (Miller, 2017).

Para acabar o procedimento deve ser feito uma injeção subconjuntival entre 0,5 e 1 mg de dexametasona em conjunto com analgésicos sistémicos porque em alguns indivíduos a ciclocriocirurgia provoca uma dor ocular importante. É igualmente feita uma tarsorrafia parcial e temporária devido à quemose marcada que segue a congelação e que pode desencadear uma conjuntivite e uma queratite de exposição. Deve ser expectável uma conjuntivite, quemose e uveíte marcadas, consequentemente uma pomada oftálmica tópica de dexametasona-tríplo antibiótico a 0,1% é administrada a cada quatro até seis horas dependendo do estado de inflamação (Miller, 2017).

O tratamento anti glaucoma deve ser continuado depois da cirurgia, e controlos regulares da PIO devem ser implementados durante alguns dias e às duas semanas pós-operatório (Tuaktaew *et al.*, 2025). Picos de aumento da PIO marcados podem persistir alguns dias depois da ciclocrioterapia, por consequência pode ser necessária uma paracentese do HA ocasional para controlar a PIO no pós-operatório imediato. Duas semanas após a cirurgia, se a PIO está bem controlada, os tratamentos médicos anti glaucoma podem ser reduzidos gradualmente. A frequência dos acompanhamentos depende da resposta à terapia, mas os tutores devem prever que este procedimento necessitará de um acompanhamento a longo prazo (Miller, 2017).

A ciclocrioablação dos CC inclui uma série de complicações como: um pico de aumento da PIO, uveíte, queratoconjuntivite de exposição, hifema, queratite eletrofílica sé os nervos ciliares posteriores longos são danificados, descolamento da retina, recidivas do glaucoma ou *phthisis bulbi*. Estas complicações são relativamente frequentes, o que não indica esta cirurgia para fins profiláticos no olho contralateral em animais com um glaucoma primário inicialmente unilateral. A taxa de sucesso varia com a duração do acompanhamento, com o controlo da PIO, com a preservação da visão e sé o tutor permite repetir o procedimento (Miller, 2017). A taxa de preservação da visão é de 83,56% aos seis meses pós-cirurgia no estudo feita por Tuaktaew *et al.* (2025). Algumas raças como o cocker spaniel, o husky siberiano, o chow chow e o shar-pei podem exigir uma destruição mais agressiva dos CC para assegurar o controlo a longo prazo da PIO (Miller, 2017).

3.1.4 Ciclofotocoagulação transescleral e endolaser

A ciclofotocoagulação destrói parcialmente os CC, reduzindo a produção de HA. No entanto, um tratamento excessivo pode levar a complicações como lesões do músculo ciliar e da esclera, bem como a problemas vasculares. A energia do laser deve ser cuidadosamente doseada para evitar efeitos secundários e controlar eficazmente PIO. Os lasers Nd:YAG e de diódo são normalmente utilizados para a ciclofotocoagulação, sendo o laser de diódo preferido devido ao seu custo e à sua melhor absorção pela melanina (Bras & Maggio 2015).

A ciclofotocoagulação transescleral (TSCP) pode ser aplicada em modo de não contacto ou de contacto. No modo sem contacto, a distância até ao tecido alvo influencia os efeitos da energia laser no CC. A quantidade de energia laser transmitida através da esclera varia entre 35% e 70%, sendo a restante refletida ou absorvida. O modo de contacto melhora a transmissão do laser e a sua absorção pelo epitélio pigmentado, permitindo uma menor quantidade de energia total para obter o efeito desejado, reduzindo assim os danos colaterais. A consola de laser de diodo utiliza um laser de 810 nm e permite tratamentos com potências que vão de 50 a 2000 mW. Pode ser utilizado em modo contínuo ou pulsado, com tempos de exposição entre 10 e 9 000 milissegundos e intervalos repetidos de 50 a 1 000 milissegundos. A sonda está equipada com uma fibra de vidro de quartzo e a sua ponta hemisférica facilita a indentação escleral para obter uma melhor concentração da energia laser nos processos ciliados, melhorando assim os resultados do tratamento (Bras & Maggio, 2015). As possíveis complicações pós-operatórias incluem hiperemia conjuntival, adelgaçamento escleral, inflamação intraocular, úlceras da córnea, cataratas, descolamento da retina ou *phthisis bulbi* (Sebbag et al., 2019). Após a cirurgia, o tratamento médico visa controlar a inflamação e a PIO. Corticosteroides tópicos (prednisolona 1%) são administrados nas primeiras semanas e depois reduzidos. Um tratamento anti-inflamatório sistémico é prescrito durante duas semanas. A medicação para o glaucoma é ajustada conforme a PIO e reduzida quando estabilizada. Lágrimas artificiais são usadas nos primeiros dias de pós-operatório. O tratamento é ajustado com base em avaliações regulares da função ocular, sendo reavaliado em uma, duas, quatro/seis semanas, dois/três meses e, posteriormente, a cada três meses (Bras & Maggio, 2015).

O estudo feito por Benitez-Vera et al. (2024) permite avaliar os resultados clínicos da ciclofotocoagulação por micropulsação transescleral (MP-TSCP) em cães com glaucoma, centrando-se na influência da velocidade de varrimento na eficácia, segurança e controlo da PIO. Foram comparados dois grupos com diferentes velocidades de varrimento: um com 10 segundos por varrimento e o outro com 20 segundos por varrimento. Os resultados mostram que a MP-TSCP é uma alternativa eficaz e não invasiva para o tratamento do glaucoma canino, oferecendo um bom controlo da PIO a longo prazo com um elevado perfil de segurança. Os parâmetros do laser de alta energia mostraram-se eficazes com complicações mínimas. O grupo de 10 segundos por varrimento apresentou melhores resultados na redução da PIO (100% de sucesso), na preservação da visão (90% dos olhos) e na redução da medicação.

Um estudo retrospectivo de Story et al. (2021) permitiu avaliar os resultados a longo prazo (> 1 ano) da MP-TSCP em cães com glaucoma refratário. Os resultados mostram que uma energia laser mais elevada (2000 mW) prolonga o tempo até a falha do tratamento. Na maioria dos casos foi necessário repetir o procedimento ou combiná-lo com outras intervenções. Foi concluído que, utilizado isoladamente ou em combinação com outros procedimentos, o MP-TSCP permitiu o controlo da PIO em 70% dos casos a longo prazo.

A hipoestesia da córnea é uma complicação frequente do MP-TSCP nos cães e esta condição pode desencadear feitos secundários graves como uma deficiência na fração aquosa da lágrima e úlceras neurotróficas da córnea. No estudo efetuada por Sebbag et al. (2019) a sensibilidade tátil da córnea e o teste de produção de lágrimas de Schirmer foram avaliados na consulta inicial e nas visitas pós-operatórias. Os resultados mostraram que a redução da sensibilidade ocorreu rapidamente (menos de uma semana) e que a recuperação completa ocorreu em 50% dos casos no prazo de oito a 180 dias. A idade, a duração do glaucoma, a energia do laser e a energia total administrada não afetaram a sensibilidade tátil da córnea. No entanto, os cães braquicefálicos apresentaram uma menor sensibilidade da córnea e uma menor probabilidade de recuperação em comparação com os cães não braquicéfalos. Por conseguinte, recomenda-se que a saúde da superfície ocular seja acompanhada de perto durante vários meses após o procedimento.

A abordagem endoscópica da ciclotocoagulação (ECP) permite um melhor controlo da destruição dos tecidos, ajustando a energia conforme necessário. Esta técnica requer uma consola de endoscopia e uma sonda endoscópica equipada com um laser de díodo de 810 nm. O endoscópio permite ao cirurgião seguir o procedimento através de um monitor de vídeo. Os sistemas modernos de endoscopia integram o vídeo, a iluminação e a fonte de laser em consolas compactas, facilitando o acesso e o manuseamento durante a cirurgia. A abordagem limbal para ECP é aplicável a todos os pacientes, independentemente do estado da lente. A localização das incisões depende da preferência do cirurgião, mas deve-se ter o cuidado de garantir que elas tenham pelo menos dois a três milímetros de tamanho. São utilizados fármacos como a epinefrina e a lidocaína para a midríase e a analgesia. A abordagem da pars plana é reservada para os doentes afáquicos ou com absorção parcial do cristalino devido ao risco de traumatismo do cristalino. Para este procedimento, são necessárias várias esclerotomias para inserir os instrumentos necessários. O tratamento pode ser efetuado através de

uma variedade de técnicas, como o varrimento ou a passagem sobre o anel ciliar. São efetuados ajustes da energia do laser para evitar um tratamento excessivo ou insuficiente, especialmente em cães com pouca pigmentação, em que pode ser necessária uma energia mais elevada. O controlo da inflamação pós-operatória é essencial para um bom resultado. Durante a primeira semana, a PIO pode ser difícil de controlar. Se a PIO aumenta, serão utilizados medicamentos como os IAC e os beta-bloqueadores. É necessário um controlo intensivo, mas uma PIO elevada no início não é sinónimo de insucesso, uma vez que frequentemente estabiliza ao fim de duas semanas. A longo prazo, é necessária menos medicação para o glaucoma. As complicações mais frequentes são uma inflamação intraocular (com ou sem fibrina), edema da córnea, úlcera da córnea, catarata, uma PIO não controlada e o *phthisis bulbi* (Bras & Maggio, 2015).

Um estudo retrospectivo de Sosnowik et al. (2024) teve como objetivo avaliar os resultados cirúrgicos em cães com glaucoma primário e secundário após terem sido submetidos a ECP. Na maioria dos casos o tratamento por ECP foi satisfatório com um bom controlo da PIO e uma preservação da visão a longo prazo. No entanto, podem surgir complicações e ser necessária uma cirurgia repetida, 15,4% dos cães do estudo precisaram de repetir o procedimento, mas isso permitiu aumentar o tempo de persistência da visão (13,8 meses contra 3,6 meses). Os resultados sugerem que esta abordagem é uma opção cirúrgica viável para cães com glaucoma avançado.

No artigo escrito por Kaminsky et al. (2022) é descrito o caso de um cão apresentado com uma recidiva do seu glaucoma 41 dias depois da colocação de um implante de Ahmed e do procedimento de facoemulsificação. Este artigo realça a eficácia da ECP por pars plana no tratamento do glaucoma refratário em cães, particularmente após o insucesso de outros procedimentos. De facto, durante os 15 meses de controlos regulares o paciente apresentava com uma PIO controlada, uma visão preservada e sem necessidade de nenhum tratamento anti-glaucoma.

3.2 OLHOS NÃO VISUAIS

3.2.1 Enucleação

Uma enucleação é indicada nos casos de glaucoma não controlados com perda irreversível da visão. Neste procedimento, a prioridade é dada ao conforto do animal e à necessidade de remover o olho doloroso (Bujan et al., 2021). É uma cirurgia que exige uma anestesia geral combinada com o uso de AINE's e/ou opiáceos pré e pós-operatórios (Gould, 2017). É também recomendado uma analgesia intra e pós-operatória com uma injeção retrobulbar de lidocaína de atuação mais rápida e de bupivacaína de atuação mais prolongada (as duas moléculas combinadas na mesma seringa) (Gould, 2017) (Bras & Maggio, 2015). Existem dois procedimentos básicos de enucleação: a técnica de enucleação subconjunctival e a técnica transpalpebral.

A técnica de enucleação subconjunctival permite uma melhor exposição do nervo óptico e dos vasos orbitais. Consiste em fazer uma cantotomia lateral para melhorar a exposição, depois o GO é dissecado da conjuntiva com um incisado perilimbral e os músculos extraoculares são dissecados do GO até o nervo óptico. O nervo óptico é transectado sem fazer tração perto do GO a fim de remover o olho. A hemóstase é realizada com cauterização, ligaduras dos vasos ou com esponjas (Gould, 2017). A conjuntiva, a membrana nictitante e a glândula lacrimal da membrana nictitante são removidas como as margens palpebrais de dois a três milímetros. As glândulas de meibómio são igualmente removidas do canto lateral até o canto medial (Bujan et al., 2021). A fásia profunda e a periórbita são suturadas com um fio 3/0 ou 4/0 absorvível numa sutura continua simples. Alguns cirurgiões suturam o tecido subcutâneo (SC) e outros suturam directamente a pele com uma sutura continua simples de fio não absorvível 3/0 até 5/0. Inflamação pós-operatória não é incomum e AINE's orais devem ser administrados durante três a cinco dias (Gould, 2017).

A técnica de enucleação transpalpebral permite remover uma maior quantidade de tecidos, isso é interessante nos casos onde existe uma infeção ou uma neoplasia concomitante. Consiste em suturar as duas pálpebras juntas com uma sutura continua simples. Depois é realizada uma incisão periocular e uma dissecação por fora do saco conjuntival e dos músculos extraoculares. O nervo óptico e os vasos orbitais são cortados com tesouras ou ligados e transectados. A periorbita e o SC profundo são

suturados com um fio absorvível de tamanho 3/0 ou 4/0 e a pele é fechada por uma suturas continua simple de fio não absorvível (Gould, 2017).

Um estudo de Bujan et al. (2021) teve como objetivo comparar o comportamento dos cães antes e depois da enucleação num contexto de glaucoma. Foi efetuado um estudo retrospectivo através da recolha de dados por questionários enviados aos tutores de cães que tinham sido submetidos a enucleação por glaucoma. Foram feitas perguntas sobre vários aspetos comportamentais (apetite, atividade geral, brincadeira, letargia) antes da enucleação, imediatamente após a cirurgia e dois meses após a enucleação. Dois meses após a enucleação, os tutores relataram uma melhoria significativa no comportamento dos seus cães, indicando um regresso à atividade normal e uma redução dos sinais de dor ou letargia. O estudo demonstrou que os cães apresentaram comportamentos mais “normais” (brincar, atividade) após a enucleação, o que sugere um alívio da dor associada ao glaucoma. Concluímos que a enucleação melhora significativamente o bem-estar e o comportamento dos cães com glaucoma, de acordo com a perceção dos seus tutores. O procedimento é bem aceite e os benefícios para a qualidade de vida dos animais são claramente observados nos meses que se seguem à cirurgia.

Um outro estudo de Zibura et al. (2020) explorou os efeitos do glaucoma crónico e doloroso na sensibilidade dos cães, antes e depois da enucleação do olho afetado. Os resultados deste estudo apoiam a ideia de que o glaucoma não controlado é doloroso em cães e está associado a uma sensibilização local e generalizada. Esta sensibilização pode ser medida por testes sensoriais quantitativos mecânicos utilizando um algómetro rombo para medir a sensibilidade à pressão acima e abaixo do olho saudável, no metacarpo e no metatarso e o teste de estequiometria de Cochet-Bonnet na córnea do olho restante. Os resultados sugerem que a enucleação resulta numa perda de sensibilização no pós-operatório, mas com uma reversão significativa da sensibilização durante um período de 120 dias. Estes dois estudos nos permitem identificar a enucleação como uma opção de tratamento razoável e eficaz para preservar a qualidade de vida de um cão atingido por um glaucoma não controlado sobre um olho não visual.

3.2.2 Evisceração com colocação de prótese intra-escleral

É importante ter em conta que a principal indicação para a colocação de uma prótese intra-escleral é cosmética, porque permite conservar uma aparência satisfatória para o tutor quando o olho já perdeu a visão (Barbry, et al., 2023). As indicações para escolher este tipo de abordagem terapêutica são o glaucoma crónico (com ou sem buftalmia), para a prevenção do *phthisis bulbi*, em casos de traumatismo ocular com perda de visão e de uveíte crónica não infecciosa. Este procedimento é contraindicado nos casos de neoplasia intraocular, de panoftalmite, de queratite ulcerativa, de focos de infeção bacteriana e de distúrbios degenerativos da córnea (Miller, 2017). O procedimento de evisceração consiste em fazer um flap conjuntival que tem a sua base no fórnix, depois a faz-se uma incisão na esclera paralelamente ao limbo corneoescleral. O conteúdo ocular é removido por dissecação entre a coróide e as camadas internas da esclera, deixando apenas a cápsula corneoescleral. Uma prótese de silicone um a dois milímetros maior que o diâmetro da córnea do olho contralateral é inserida com um inseridor de prótese. A esclera e a conjuntiva são fechadas com pontos absorvíveis interrompidos ou com suturas contínuas simples (Miller, 2017). É recomendado fazer uma injeção subconjuntival de corticosteróides para limitar a inflamação e a tumefação pós-operatória. Necessário implementar tratamento analgésico porque o pós-operatório é doloroso, em comparação com a enucleação a dor é mais importante, mas na maioria dos casos é bem tolerada com a analgesia (Gould, 2017). Durante a cicatrização o olho tem uma aparência vermelha devido a ocorrência frequente de hemorragia intraocular autolimitante pós-operatória. Uma maior vascularização da córnea acentua também esta aparência vermelha do olho. Isso pode demorar algumas semanas para regressar, depois o olho apresentará a cor preta ou cinzenta da prótese (Miller, 2017).

No estudo de Barbry, et al. (2023) foram revisados os prontuários médicos de 2010 a 2019 de cães de raças diferentes e foram analisadas as complicações pós-operatórias e a aparência ocular pós-operatória. O presente estudo mostra-nos que as complicações a curto prazo em cães incluíram úlceras epiteliais da córnea, queratoconjuntivite seca e extrusão da prótese. As complicações a longo prazo em cães incluíram queratoconjuntivite seca, úlceras epiteliais da córnea, úlceras do estroma, entrópico e extrusão da prótese (Gould, 2017). O estatuto braquicéfalo em cães não parece influenciar o risco de complicações. Este estudo recorda que a evisceração com implantação de uma prótese de silicone intra-escleral centra-se na estética e, dadas as possíveis complicações associadas, não oferece qualquer benefício para o animal em comparação com a enucleação (Barbry, et al., 2023).

3.2.3 Injeção intravítrea de gentamicina

A ablação farmacológica do CC, foi descrita pela primeira vez em cães em 1983 por Vainisi et al. e novamente em 1986 por Moller et al. (Julien *et al.*, 2020). Desde então, tem sido usada como uma forma de controlar a PIO elevada crónica e o desconforto associado em olhos com glaucoma cegos em estadio final (Maggs, 2017). O procedimento geralmente não requer anestesia e pode ser esteticamente mais favorável para os tutores em comparação com a enucleação ou evisceração. Ele consiste em uma vitreocentese, seguida de uma injeção de fosfato de dexametasona em conjunto com uma dose de 15-30 mg de gentamicina (Julien *et al.*, 2020). A gentamicina é citotóxica para o epitélio do CC e reduz ou elimina a formação de HA. Já foi reportada uma taxa de sucesso de 60% a 80% na redução da PIO em cães com glaucoma crónico (Maggs, 2017). A dosagem adequada de gentamicina intraocular depende do peso corporal e da condição sistémica do paciente, especialmente se houver risco de efeitos nefrotóxicos dos aminoglicosídeos. Os resultados negativos observados com a injeção intravítrea incluem olhos que permanecem hipertensos, dor, edema corneano, uveíte, hifema, formação de catarata e *phthisis bulbi* (Julien *et al.*, 2020). Além disso, Duke et al. (2013a) relataram uma possível correlação entre tumores intraoculares e ablações do CC, embora possa já ter existido neoplasia pré-existente no momento da injeção (Maggs, 2017). O banco de dados do Comparative Ocular Pathology Laboratory of Wisconsin mostrou que 39,5% dos GO tratados para glaucoma crónico com ablação do CC apresentaram tumores oculares primários, sendo os mais comuns os tumores epiteliais iridociliares e os tumores melanocíticos (Julien *et al.*, 2020).

Julien et al. (2020) descreve o procedimento como exigindo uma sedação utilizando diferentes protocolos ou uma anestesia geral. Os olhos destinados devem ser preparados de forma asséptica com iodopovidona a 0,5 %. É aplicada uma solução tópica de cloridrato de proparacaína a 0,5 %, seguida de fenilefrina tópica a 2,5 % para hemostasia conjuntival e episcleral. É realizada uma vitreocentese com uma agulha hipodérmica de 25G, inserida seis a oito milímetros atrás do limbo, para reduzir a PIO. Aproximadamente 0,5-0,6 mL de vítreo deve ser aspirado. Em seguida, será administrada uma dose de 30-50 mg de gentamicina, combinada com 0,4 mg de fosfato de dexametasona ou 1-2 mg de triamcinolona para tratar a inflamação relacionada com a administração. Alguns oftalmologistas baseiam a dose de gentamicina no peso do cão, enquanto outros usam uma dose padrão de 30 mg para todos os cães.

Um estudo retrospectivo de Julien et al. (2020) teve como objetivo avaliar a eficácia e os resultados a longo prazo da ablação farmacológica do CC por injeção intravítrea de gentamicina no tratamento do glaucoma crónico em cães, bem como identificar fatores de prognóstico pré-procedimento e complicações pós-operatórias. O sucesso do procedimento foi definido como pressão intraocular ≤ 25 mm Hg ou ausência de medicação hipotensora aos três meses ou mais após a injeção. O estudo demonstrou que a ablação farmacológica do CC apresentou uma elevada taxa de sucesso na redução da PIO a curto prazo (≤ 25 mm Hg) em cães com glaucoma crónico que tinham perdido a visão. O tipo de glaucoma, a PIO antes da cirurgia, a cronicidade da doença e o protocolo de tratamento não tiveram um efeito significativo no sucesso a longo prazo. A ablação farmacológica é um tratamento eficaz para o controlo a curto prazo da PIO no glaucoma crónico em cães, com uma elevada taxa de sucesso (Julien et al., 2020). Mas é importante ter em conta que este procedimento continua a ser menos eficaz do que a enucleação devido às suas complicações e à possibilidade de provocar tumores intraoculares, mas continua a ser uma opção mais económica para os tutores e preserva uma melhor aparência estética (Maggs, 2017) (Julien et al., 2020).

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram exploradas as várias abordagens terapêuticas utilizadas no tratamento do glaucoma, focando os tratamentos médicos e cirúrgicos disponíveis e a sua eficácia na gestão desta doença ocular complexa. O tratamento do glaucoma requer uma abordagem individualizada, com uma gestão cuidadosa dos possíveis efeitos secundários e complicações. De facto, existem muitas considerações a ter em conta para escolher a combinação de terapêuticas mais adequada a cada animal. Embora se tenham registado progressos significativos nas últimas décadas, é necessária mais investigação para aperfeiçoar as técnicas existentes e desenvolver tratamentos novos e mais eficazes. O glaucoma é uma doença muito dolorosa para o cão, por consequência o conforto e a qualidade de vida do animal devem ser sempre a prioridade na escolha da terapêutica a utilizar, antes do aspeto estético.

REFERÊNCIAS

Alario, A.F., Strong, T.D. and Pizzirani, S. (2015) 'Medical treatment of primary canine glaucoma,' *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 45(6), pp. 1235–1259. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.06.004>.

Barbry, J. *et al.* (2023) 'Evisceration with implantation of an intrascleral silicone prosthesis in dogs: A retrospective study of 107 cases (2010–2019),' *Veterinary Ophthalmology* [Preprint]. <https://doi.org/10.1111/vop.13139>.

Bastia, E. *et al.* (2021) 'NCX 667, a novel nitric oxide donor, lowers intraocular pressure in rabbits, dogs, and Non-Human primates and enhances TGF β 2-Induced outflow in HTM/HSC constructs,' *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 62(3), p. 17. <https://doi.org/10.1167/iovs.62.3.17>.

Benitez-Vera, V., Bras, D. and Montiani-Ferreira, F. (2024) 'Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in canine glaucoma: A retrospective study evaluating sweep velocity,' *Veterinary Ophthalmology* [Preprint]. <https://doi.org/10.1111/vop.13208>.

Binder, D.R., Herring, I.P. et Gerhard, T. (2007) 'Outcomes of nonsurgical management and efficacy of demecarium bromide treatment for primary lens instability in dogs: 34 cases (1990–2004)', *Journal Of The American Veterinary Medical Association*, 231(1), p. 89-93. <https://doi.org/10.2460/javma.231.1.89>.

Bras, D. and Maggio, F. (2015) 'Surgical treatment of canine glaucoma,' *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 45(6), pp. 1283–1305. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.06.007>.

Bujan, J.D., Boyd, E.J. and Pont, R.T. (2021) 'Comparing the behaviour of dogs before and after enucleation due to glaucoma,' *Veterinary Record*, 188(7). <https://doi.org/10.1002/vetr.53>.

Dees, D.D. *et al.* (2014) 'Efficacy of prophylactic antiglaucoma and anti-inflammatory medications in canine primary angle-closure glaucoma: a multicenter retrospective study (2004–2012)', *Veterinary Ophthalmology*, 17(3), p. 195-200. <https://doi.org/10.1111/vop.12069>.

Desai, S.J., Pumphrey, S.A. and Koethe, B. (2022) 'Comparative effects of latanoprost and latanoprostene bunod on intraocular pressure and pupil size in ophthalmologically normal Beagle dogs,' *Veterinary Ophthalmology*, 25(4), pp. 282–290. <https://doi.org/10.1111/vop.12982>.

Duke, F.D. et al. (2013a) 'Canine ocular tumors following ciliary body ablation with intravitreal gentamicin', *Veterinary Ophthalmology*, 16(2), p. 159-162. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2012.01050.x>.

Halder, A. and Khopade, A.J. (2021) 'Pharmacokinetics and Pharmacology of Latanoprost 0.005% without Benzalkonium Chloride Vs Latanoprost 0.005% with Benzalkonium Chloride in New Zealand White Rabbits and Beagles,' *Current Eye Research*, 46(7), pp. 1031–1037. <https://doi.org/10.1080/02713683.2020.1855660>.

Hong, W. et al. (2021) 'Efficacy of biodegradable collagen matrix (Ologen® CM) in augmenting the success rate of Ahmed glaucoma valve implantation in canine glaucoma,' *Veterinary Ophthalmology*, 24(4), pp. 391–399. <https://doi.org/10.1111/vop.12919>.

Julien, M.E. et al. (2020) 'Pharmacologic ciliary body ablation for chronic glaucoma in dogs: A retrospective review of 108 eyes from 2013 to 2018,' *Veterinary Ophthalmology*, 24(S1), pp. 125–130. <https://doi.org/10.1111/vop.12816>.

Kaminsky, M., Hoffman, A. and Konrade, K. (2022) 'Endocyclophotocoagulation by pars plana approach in the management of refractory glaucoma with prior phacoemulsification and Ahmed gonioimplantation in a dog,' *Veterinary Ophthalmology*, 25(6), pp. 499–505. <https://doi.org/10.1111/vop.13036>.

Kita, M. et al. (2021) 'Magnesium Hydroxide Nanoparticles Improve the Ocular Hypotensive Effect of Twice Daily Topical Timolol Maleate in Healthy Dogs', *Veterinary Sciences*, 8(8), p. 168. <https://doi.org/10.3390/vetsci8080168>.

Komáromy, A.M. et al. (2019) 'The future of canine glaucoma therapy', *Veterinary Ophthalmology*, 22(5), p. 726-740. <https://doi.org/10.1111/vop.12678>.

Leary, K.A. et al. (2021) 'Safety and efficacy of topically administered netarsudil-latanoprost fixed dose combination (FDC; Rocklatan™) in normal and glaucomatous dogs with ADAMTS10-open-angle glaucoma (ADAMTS10-OAG),' *Veterinary Ophthalmology*, 24(6), pp. 610–619. <https://doi.org/10.1111/vop.12908>.

Lee, S. et al. (2023) 'Sequential Ahmed valve implantation after primary implant surgery in two dogs,' *Veterinary Ophthalmology* [Preprint]. <https://doi.org/10.1111/vop.13158>.

Maggio, F. and Bras, D. (2015) 'Surgical treatment of canine glaucoma,' *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 45(6), pp. 1261–1282. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.06.008>.

Maggs, D., Miller, P. and Ofri, R. (2017) *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*. 6th edn. Elsevier.

Mandell, D.C. (2000) 'Ophthalmic emergencies', *Clinical Techniques In Small Animal Practice*, 15(2), p. 94-100. <https://doi.org/10.1053/svms.2000.6804>.

Maślanka, T. (2014b) 'Pharmacology of topical prostaglandin F2 α analogs and their place in the treatment of glaucoma in small animals', *Journal Of Veterinary Pharmacology And Therapeutics*, 38(2), p. 105-112. <https://doi.org/10.1111/jvp.12161>.

Miller, P. et al. (2000) 'The efficacy of topical prophylactic antiglaucoma therapy in primary closed angle glaucoma in dogs: a multicenter clinical trial', *Journal Of The American Animal Hospital Association*, 36(5), p. 431-438. <https://doi.org/10.5326/15473317-36-5-431>.

Plummer, C.E. et al. (2020) 'Prophylactic anti-glaucoma therapy in dogs with primary glaucoma: A practitioner survey of current medical protocols,' *Veterinary Ophthalmology*, 24(S1), pp. 96–108. <https://doi.org/10.1111/vop.12820>.

Saito, A. et al. (2021) 'Long-term vision outcomes and breed differences of Ahmed Glaucoma Valve implantation in 132 eyes of 122 dogs,' *Veterinary Ophthalmology*, 25(2), pp. 118–127. <https://doi.org/10.1111/vop.12941>.

Sebbag, L. et al. (2019) 'Corneal hypoesthesia, aqueous tear deficiency, and neurotrophic keratopathy following micropulse transscleral cyclophotocoagulation in dogs,' *Veterinary Ophthalmology*, 23(1), pp. 171–180. <https://doi.org/10.1111/vop.12705>.

Shim, J. et al. (2022) 'Delayed periocular dermatitis as a rare side-effect of topical anti-glaucoma eyedrop instillation in two Shih-Tzu dogs with atopic dermatitis', *Journal Of Veterinary Science*, 24(1). <https://doi.org/10.4142/jvs.22101>.

Shokoohimand, A. et al. (2020) 'Effects of topical administration of tafluprost and combination of tafluprost and timolol or tafluprost and betaxolol on Schirmer tear test, intraocular pressure, and pupil size in clinically healthy dogs,' *International Ophthalmology*, 40(10), pp. 2585–2592. <https://doi.org/10.1007/s10792-020-01439-9>.

Sosnowik, S. *et al.* (2024) 'Retrospective evaluation of surgical outcomes in canine patients with primary and secondary glaucoma following diode endoscopic cyclophotocoagulation,' *Veterinary Ophthalmology* [Preprint]. <https://doi.org/10.1111/vop.13176>.

Story, B.D. *et al.* (2021) 'Long-term results (>1 year) in 19 dogs treated with MicroPulse transscleral diode cyclophotocoagulation for refractory glaucoma,' *Veterinary Ophthalmology*, 24(6), pp. 572–581. <https://doi.org/10.1111/vop.12895>.

Tuaktaew, C. *et al.* (2025) 'Retrospective study of treatment outcomes and complications of cyclocryotherapy in 58 glaucoma-affected dogs from 2018 to 2023', *Veterinary World*, p. 606-615. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.606-615>.

Turicea, B. *et al.* (2023) 'Vision outcomes in dogs with primary glaucoma surgically treated with lensectomy and endolaser cyclophotocoagulation after an Ahmed valve gonioplasty failure,' *Veterinary Ophthalmology* [Preprint]. <https://doi.org/10.1111/vop.13172>.

Volopich, S. *et al.* (2006) 'Comparison of the effect of hypertonic hydroxyethyl starch and mannitol on the intraocular pressure in healthy normotensive dogs and the effect of hypertonic hydroxyethyl starch on the intraocular pressure in dogs with primary glaucoma', *Veterinary Ophthalmology*, 9(4), p. 239-244. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2006.00467.x>.

Wang, H. *et al.* (1999) 'Pilocarpine modulates the cellular electrical properties of mammalian hearts by activating a cardiac M3 receptor and a K⁺ current', *British Journal Of Pharmacology*, 126(8), p. 1725-1734. <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0702486>.

Wasserman, N.T. *et al.* (2012) 'Effects of oral isosorbide and glycerol on intraocular pressure, serum osmolality, and blood glucose in normal dogs', *Veterinary Ophthalmology*, 16(1), p. 20-24. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2012.01011.x>.

Wilcox, P.A. *et al.* (2022) 'Effect of topical nitric oxide donors 0.03 % nitroglycerin and 0.1 % hydralazine on intraocular pressure in healthy canine eyes', *Veterinary Medicine And Science*, 8(6), p. 2367-2373. <https://doi.org/10.1002/vms3.945>.

Zibura, A.E., Davidson, M.G. and Westermeyer, H.D. (2020) 'Suspected spontaneous aqueous humor misdirection syndrome in a Boston terrier,' *Case Reports in Veterinary Medicine*, 2020, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1155/2020/1092562>.

Zibura, A.E. *et al.* (2020) 'Glaucoma-associated pain results in mechanical sensitivity changes in dogs: A pilot study,' *Veterinary Ophthalmology*, 24(S1), pp. 116–124. <https://doi.org/10.1111/vop.12800>.

[ANEXOS]

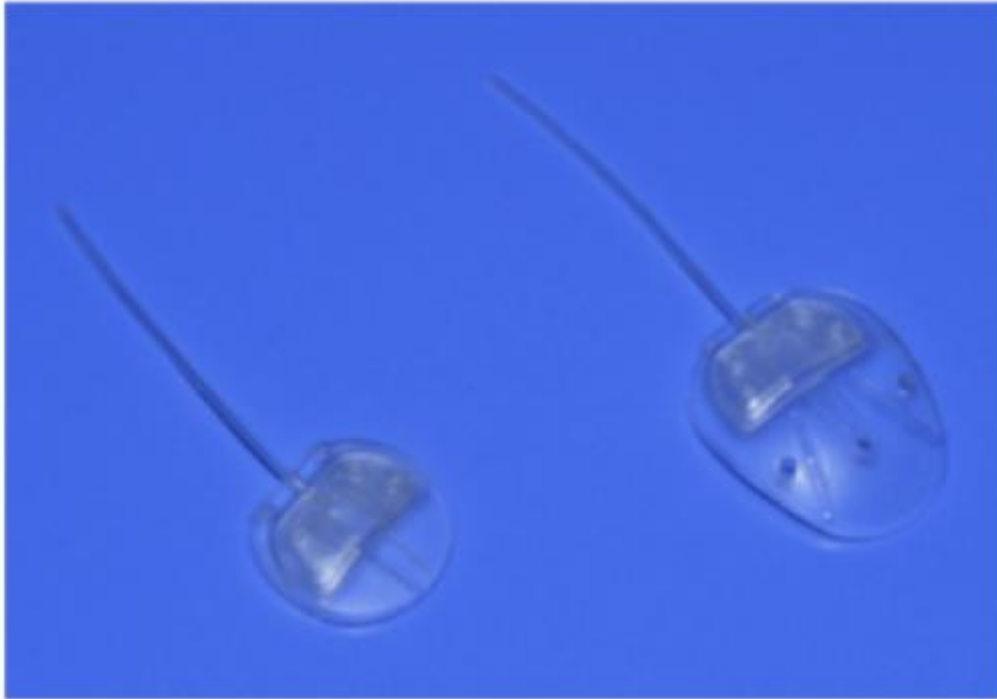


Figura 1: válvula Ahmed em silicone.



Figura 2: válvula Baerveldt.

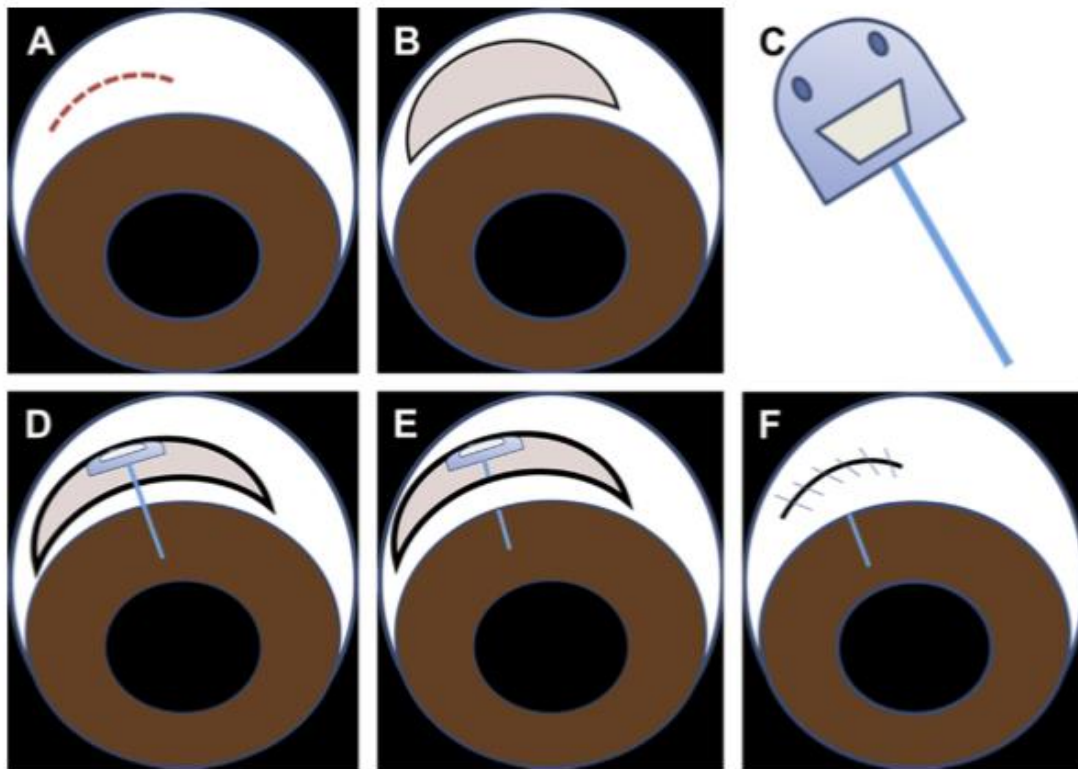


Figura 3: Esquema das etapas da cirurgia de colocação de um gonioimplante.

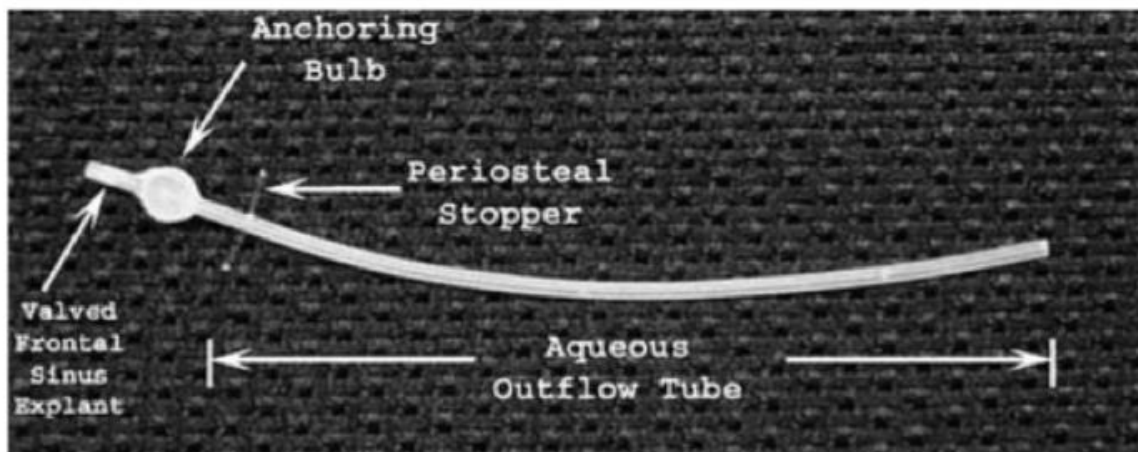


Figura 4: válvula de Cullen usada no procedimento de derivação do seio frontal.

Tabela 1: Frequência de uso da dorzolamida 2% pelos veterinários do estudo para o tratamento profilático do olho normotensivo. Adaptado do Plummer *et al.* (2020)

Agente tópico anti-hipertensivo	Sempre	Por vezes	Raramente	Nunca
Dorzolamida 2%	33,53% (56)	48,50% (81)	11,38% (19)	7,19% (12)

Tabela 2: Frequência de administração dos medicamentos tópicos hipotensivos pelos veterinários do estudo para o tratamento profilático do olho normotensivo. Adaptado do Plummer *et al.* (2020)

Agente tópico anti-hipertensivo	Q24	Q12	Q8	Q6	Outros
Latanoprost 0,005%	67,61 (48)	47,89% (34)	4,23% (3)	2,82% (2)	5,63% (4)
Brometo de Demecarium 0,125%	58,82% (30)	41,18% (21)	0% (0)	0% (0)	11,76% (6)
Brometo de Demecarium 0,25%	58,49% (31)	49,06% (26)	1,89% (1)	0% (0)	11,32% (6)
Latanoprost 0,0025%	58,62% (17)	41,38% (12)	0% (0)	0% (0)	20,69% (6)
Travoprost 0,004%	55,56% (10)	33,33% (6)	5,56% (1)	0% (0)	33,33% (6)
Levobunolol 0,5%	11,11% (1)	11,11% (1)	0% (0)	0% (0)	77,78% (7)
Timolol 0,5%	14,15% (15)	86,70% (92)	3,77% (4)	0,94% (1)	5,66% (6)
Dorzolamida 2% / Timolol 0,5%	19,49% (23)	84,75% (100)	11,02% (13)	0,85% (1)	1,69% (2)
Dorzolamida 2%	16,67% (25)	82,67% (124)	14,00% (21)	2,00% (3)	0,67% (1)
Bronzolamida 1%	13,95% (6)	74,42% (32)	13,95% (6)	4,65% (2)	11,63% (5)
Betaxolol 0,5%	12,50% (3)	62,50% (15)	4,17% (1)	0% (0)	29,17% (7)
Bimatoprost 0,03%	11,11% (1)	22,22% (2)	11,11% (1)	0% (0)	77,78% (7)
Dipiverfina 0,5%	10,00% (1)	20,00% (2)	10,00% (1)	0% (0)	60,00% (6)
Brimonidina 0,2%	0% (0)	14,29% (1)	0% (0)	0% (0)	85,71% (6)
Nipradilol 0,25%	0% (0)	14,29% (1)	0% (0)	0% (0)	85,71% (7)
Pilocarpina 4%	0% (0)	12,5% (1)	0% (0)	0% (0)	87,50% (7)
Pilocarpina 2%	0% (0)	0% (0)	12,50% (0)	0% (0)	87,50% (7)