ENCYCLOPÉDIE VÉTÉRINAIRE - Ophtalmologie 2850 (2004)

Chirurgie du glaucome

A. RÉGNIER (Professeur d'ophtalmologie)
a.regnier@envt.fr
Département des sciences cliniques, École nationale vétérinaire, 23, chemin des Capelles, 31076 Toulouse cedex 03 France.

J.-P. JEGOU : (Docteur vétérinaire)
Clinique d'ophtalmologie, 39, rue Rouelle, 75015 Paris, France.

H. LAFORGE : (Docteur vétérinaire)
Clinique Vétérinaire, 4, rue Linois, 75015 Paris, France.

La chirurgie du glaucome s'adresse principalement aux glaucomes primaires, mais certaines techniques peuvent aussi être appliquées aux glaucomes secondaires. Le traitement chirurgical du glaucome regroupe des méthodes instrumentales et physiques destinées à diminuer la pression intraoculaire. Ces méthodes se subdivisent en deux types d'intervention : celles qui favorisent l'élimination de l'humeur aqueuse par les espaces sous-conjonctivaux en créant une voie de drainage qui court-circuite l'angle de filtration, il s'agit des opérations filtrantes ou fistulisantes ; celles qui diminuent la sécrétion de l'humeur aqueuse en détruisant une partie de la structure productrice, le corps ciliaire et ses procès ciliaires, ce sont les opérations de cyclodestruction (dites aussi de cycloaffaiblissement).

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : *Glaucome, Trabéculectomie, Cyclorétraction, Iridectomie, Cyclodestruction, Laser diode, Gentamicine, Antimitotiques, Éviscération*

INTRODUCTION

L'angle iridocornéen des carnivores domestiques se caractérise par la présence d'un ligament pectiné limitant le trabéculum antérieurement, par une position postérieure de la fente ciliaire, par l'absence de canal de Schlemm comparativement aux primates et à l'homme, et enfin par un faible développement du muscle ciliaire (Fig. 1).

La chirurgie du glaucome s'adresse principalement aux glaucomes primaires, mais certaines techniques peuvent aussi être appliquées aux glaucomes secondaires. Ces techniques excluent la chirurgie spécifique de la luxation du cristallin ainsi que celles des tumeurs intraoculaires, causes possibles de glaucome chez les carnivores. [26]

Les glaucomes primaires résultent d'une augmentation de la résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse à travers un angle iridocornéen constitutionnellement anormal (Fig. 2). La goniodysplasie est l'anomalie héréditaire la plus fréquente. Elle se caractérise par une résorption incomplète du mésoderme embryonnaire tapissant l'angle, et par un développement incomplet de la fente ciliaire et de son réseau trabéculaire. [10] Cette malformation prédispose au glaucome à angle étroit ou fermé, et elle survient préférentiellement chez les spaniels (la transmission est autosomique dominante chez le welsh springer spaniel), le basset hound, le bouvier des Flandres, les chiens nordiques (samoyède et husky sibérien), le griffon korthal et chez certains chats (persan, siamois) (Fig. 3). Sur un plan clinique, le glaucome à angle étroit ou fermé se traduit par une crise aiguë qui peut se manifester chez le chiot (buphtalmie congénitale type griffon korthal) ou chez l'adulte (entre 3 et 8 ans). Le glaucome est toujours bilatéral,

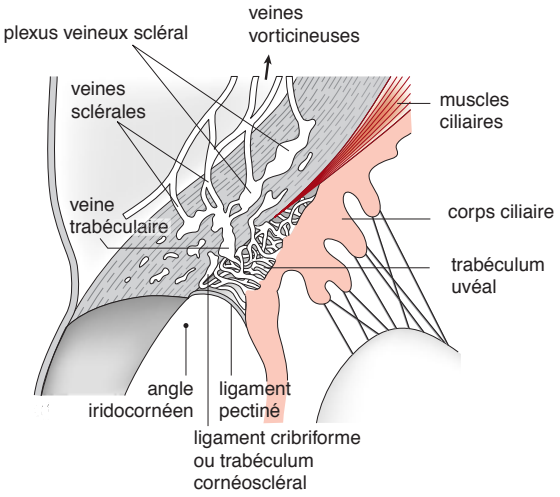

Figure 1 *Angle iridocornéen et voies d'élimination de l'humeur aqueuse.*

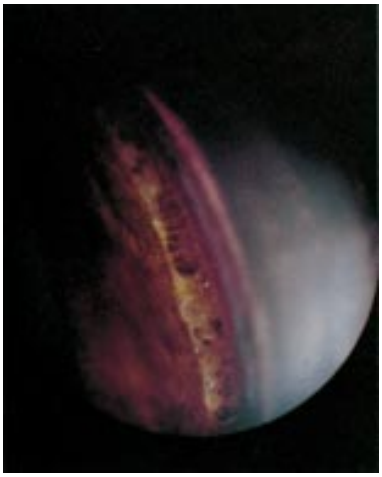

Figure 2 *Goniodysplasie chez un berger allemand de 6 ans présentant un glaucome primaire bilatéral. Une feuille de tissu mésodermique perforé de trous s'étale entre la base de l'iris et la périphérie cornéenne. Seules quelques fibres de ligament pectiné apparaissent normales.*

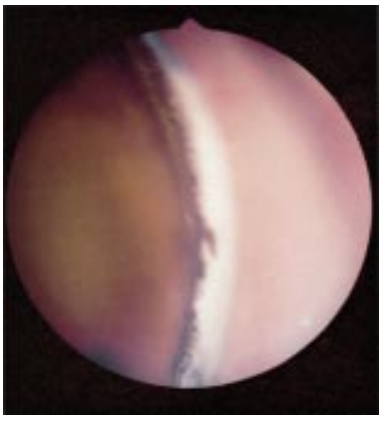

Figure 3 *Goniodysplasie. Angle iridocornéen étroit de l'œil droit d'un chien griffon vendéen.*

mais d'évolution asynchrone sur les deux yeux.

Le traitement du glaucome des carnivores constitue un réel problème car la thérapeutique médicale est souvent insuffisante pour permettre un contrôle efficace et durable de la pression intraoculaire (PIO). Le traitement chirurgical se présente comme une option complémentaire pour le maintien à long terme d'une PIO normalisée. Il peut s'appliquer au glaucome aigu comme au glaucome chronique, et le choix d'une méthode par rapport à une autre dépend du statut visuel de l'animal, du matériel disponible et de l'expérience du chirurgien. Les risques d'échec doivent également être évalués en sachant qu'aucune des méthodes actuellement utilisées chez l'animal n'est pleinement satisfaisante. [1]

Le traitement chirurgical du glaucome regroupe des méthodes instrumentales et physiques destinées à diminuer la PIO. Ces méthodes se subdivisent en deux types d'intervention :

– celles qui favorisent l'élimination de l'humeur aqueuse par les espaces sous-conjonctivaux en créant une voie de drainage qui court-circuite l'angle de filtration : il s'agit des opérations filtrantes ou fistulisantes ;

– celles qui diminuent la sécrétion de l'humeur aqueuse en détruisant une partie de la structure productrice, le corps ciliaire et ses procès ciliaires : ce sont les opérations de cyclodestruction (dites aussi de cycloaffaiblissement).

Le choix se fait après avoir estimé les risques et les bénéfices respectifs de chaque méthode. [10, 31]

CHIRURGIE FILTRANTE

SÉLECTION DES PATIENTS

La chirurgie filtrante s'applique à des yeux glaucomateux ayant une vision résiduelle et n'ayant pas de modification apparente du segment antérieur et du segment postérieur due à la maladie glaucomateuse. Ce type d'intervention ne s'adresse donc qu'aux stades précoces des glaucomes primaires.

Toute augmentation brusque de la PIO (glaucome aigu) supérieure à 50 mmHg ou toute élévation progressive de la PIO (glaucome chronique) avec une valeur comprise entre 30 et 50 mmHg est une indication potentielle de la chirurgie filtrante. L'objectif premier est, dans un cas comme dans l'autre, le maintien de la vision. Il impose une décision suffisamment précoce car toute élévation de la PIO au-delà de 50 mmHg est responsable de lésions irréversibles des cellules ganglionnaires et de leurs axones en 3 à 7 jours.

Chez les chiens des races prédisposées au glaucome primaire, la chirurgie filtrante peut aussi être utilisée à titre prophylactique sur l'œil sain adelphe d'un œil glaucomateux non voyant.

PRÉOPÉRATOIRE

La préparation à une chirurgie filtrante comprend le contrôle préopératoire de la PIO par un traitement médical, la diminution de l'inflammation oculaire si elle est présente et la mise en myosis de la pupille. Avant l'intervention, la PIO doit être ramenée à une valeur physiologique par l'administration combinée d'antiglaucomateux dont le mécanisme d'action est additif. On peut ainsi utiliser les bêtabloquants, les inhibiteurs de l'anhydrase carbonique et les substances osmotiques agissant respectivement sur la synthèse active et la synthèse passive de l'humeur aqueuse. Ces substances peuvent être diversement associées aux myotiques ou aux prostaglandines dont la cible respective est l'élimination de l'humeur aqueuse par la voie trabéculaire et par la voie uvéoscléral. [1] Les substances osmotiques ont comme effet complémentaire de déshydrater le vitré et de diminuer ainsi le risque de poussée vitréenne en cours de chirurgie. Une PIO comprise entre 15 et 25 mmHg doit être obtenue avant l'opération. L'intervention sur un globe oculaire dont la tension est élevée expose en effet à des risques de complications peropératoires (hémorragie, issue de vitré) et augmente les risques d'échec.

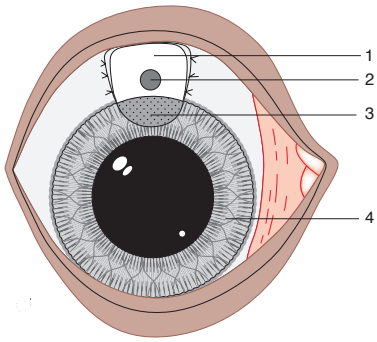

Figure 4 *Trépanation sclérale avec iridectomie périphérique. L'humeur aqueuse traverse le trou de la sclérectomie et se collecte dans la bulle de filtration sous-conjonctivale, à partir de laquelle elle est résorbée (d'après[26]).*
1. Bulle de filtration ; 2. trou de la sclérectomie ; 3. iridectomie ; 4. iris.

Certains glaucomes s'accompagnent d'une inflammation du segment antérieur, qui peut être primitive ou secondaire. L'administration locale et générale de corticostéroïdes et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens est dans ce cas indiquée pour réduire les risques de complications per- et postopératoires liées à l'inflammation.

L'administration d'un collyre myotique est non seulement indiquée dans le cadre du contrôle de la PIO préopératoire, mais elle permet aussi d'obtenir le myosis préopératoire indispensable à toute chirurgie filtrante.

TECHNIQUES OPÉRATOIRES

Leur point commun est de réaliser une fistule faisant communiquer la chambre antérieure et le plexus veineux de la sclère ou les espaces sous-conjonctivaux pour permettre l'évacuation de l'humeur aqueuse. Elles entraînent, dans le second cas, la formation d'une bulle de filtration sous la conjonctive bulbaire.

TRÉPANATION SCLÉRALE AVEC IRIDECTOMIE PÉRIPHÉRIQUE

La technique a été décrite par Bedford [2] en 1977 (Fig. 4). Un lambeau conjonctival (10 mm de large × 6 mm de profondeur) à charnière limbique est préparé entre 11 heures et 1 heure. La sclère est découverte par dissection. À l'aide d'un trépan d'Elliot (trépan à sclérectomie) de 2 mm de diamètre, on réalise une trépanation sclérale, adjacente au limbe et située à 12 heures. Après exérèse de la pièce de sclérectomie, la base de l'iris est saisie à la pince et une iridectomie large (de 3 à 4 mm) est faite aux ciseaux à iris, en évitant le grand cercle artériel. L'hémorragie résultant de l'iridectomie est contrôlée par une irrigation de la chambre antérieure avec un soluté physiologique (*balanced salt solution* ou lactate de Ringer) adrénaliné (1/10 000), voire par une goutte d'adrénaline à 1/1 000. La chambre antérieure est reformée avec du soluté physiologique ou avec une bulle d'air, puis le lambeau conjonctival est suturé avec un fil résorbable (Vicryl® 7-0 ou 8-0).

Les complications à redouter dans ce type de chirurgie sont :

– l'uvéite postopératoire ;

– l'obstruction de la sclérectomie par un bouchon de fibrine ; elle peut être prévenue par administration intracamérulaire de 25 µg d'activateur tissulaire du plasminogène en fin d'intervention ;

– la fibrose de la fistule et de la bulle sous-conjonctivale qui conduit dans la majorité des cas à un arrêt de la filtration dans les 3 à 6 mois qui suivent l'intervention.

Dans quelques cas, la fistule reste perméable pendant 12 mois.

SCLÉROTOMIE AVEC CYCLODIALYSE ET IRIDENCLEISIS

Dans le principe, un fragment d'iris est inséré dans un orifice de sclérotomie pour conduire l'humeur aqueuse vers les espaces sous-conjonctivaux [3, 25, 31] (Fig. 5).

Sur le plan technique, après canthotomie (Fig. 5A), un lambeau conjonctival à charnière limbique est préparé entre 11 heures et 1 heure. Le tissu conjonctif sous-conjonctival est réséqué pour mettre à nu la sclère (Fig. 5B, 5C). Une hémostase soigneuse de la surface sclérale est indispensable avant de tailler au couteau à 45° un volet scléral de 2 mm × 4 mm à une distance de 3 mm du limbe (Fig. 5D). Le volet scléral est disséqué à l'aide de la lame du couteau puis séparé du corps ciliaire sous-jacent (Fig. 5E). Une spatule à iridodialyse de 8 à 10 mm est introduite entre la sclère et le corps ciliaire, et son extrémité est poussée dans la chambre antérieure. L'entrée de la spatule dans la chambre antérieure est marquée par une issue d'humeur aqueuse. La spatule est alors déplacée latéralement à gauche et à droite pour produire une iridodialyse de la largeur de la sclérotomie (Fig. 5F). La spatule est retirée et un crochet à iris est introduit en chambre antérieure, afin de saisir le bord pupillaire de l'iris à 12 heures (Fig. 5G). Le crochet est tiré vers l'extérieur et extériorise l'iris à travers la sclérotomie (Fig. 5H). Sur la partie extériorisée, on réalise une irodotomie radiaire (Fig. 5I), sur les deux tiers de la largeur de l'iris, avec un cautère (cautère à piles de Castroviejo). Chaque lambeau d'iris est ensuite suturé à la paroi latérale correspondante de la sclérotomie (Vicryl® 6-0 ou 7-0), réalisant ainsi l'iridencléisis (Fig. 5J). La chambre antérieure est irriguée avec un soluté physiologique et reformée avec ce même liquide ou avec une bulle d'air. Le lambeau conjonctival est remis en place et suturé soigneusement avec un fil résorbable (Vicryl® 7-0 ou 8-0) (Fig. 5K).

Le traitement postopératoire consiste en une antibiothérapie et une corticothérapie par les voies locale et générale. Le traitement myotique est poursuivi. Les complications peropératoires redoutées sont l'hémorragie de l'uvée lors de la cyclodialyse ou de l'iridotomie, et l'issue de vitré, favorisée par une réalisation trop postérieure de la sclérotomie. Les complications postopératoires sont la cataracte ou le déplacement du cristallin si celui-ci a été lésé lors de l'intervention.

Les résultats publiés en 1977 par Peiffer et Schenk [25] ont montré qu'une PIO normale était présente chez 67 % des chiens 6 mois après l'intervention. La principale cause d'échec a été la fibrose de la sclérotomie qui a entraîné une obstruction du cycle de filtration. Dans notre expérience, l'incidence des complications postopératoires a été particulièrement importante et nettement supérieure à celle indiquée dans la littérature.

TRABÉCULECTOMIE

La trabéculectomie est l'intervention classiquement réalisée chez l'homme pour le traitement du glaucome chronique à angle ouvert. Décrite par Cairns [9] en 1968, elle consiste à retirer une fraction du trabéculum après avoir pratiqué un volet conjonctival puis un volet scléral, afin de mettre en communication la chambre antérieure directement avec le plexus veineux de la sclère (Fig. 6).

L'intervention commence donc par un découvrement conjonctival à charnière limbique situé de préférence au milieu des quadrants supérieurs du globe (entre 12 heures et 3 heures ou entre 9 heures et 12 heures), de façon à se trouver à distance des points de pénétration des veines vorticineuses qui accompagnent les muscles droits. Puis une dissection de la sclère est effectuée, après avoir pratiqué une hémostase préventive par l'application de la diathermie. Celle-ci permet de minimiser le saignement qui accompagne la lamellisation de cette structure.

Un premier plan, particulièrement difficile à réaliser chez le chien chez qui la structure de la sclère n'est pas lamellaire comme celle de la cornée ou celle de la sclère de l'homme, permet d'obtenir un second volet, toujours à charnière limbique.

La découpe du plan profond de la sclère permet ensuite d'atteindre le trabéculum, puis la chambre antérieure. Une portion

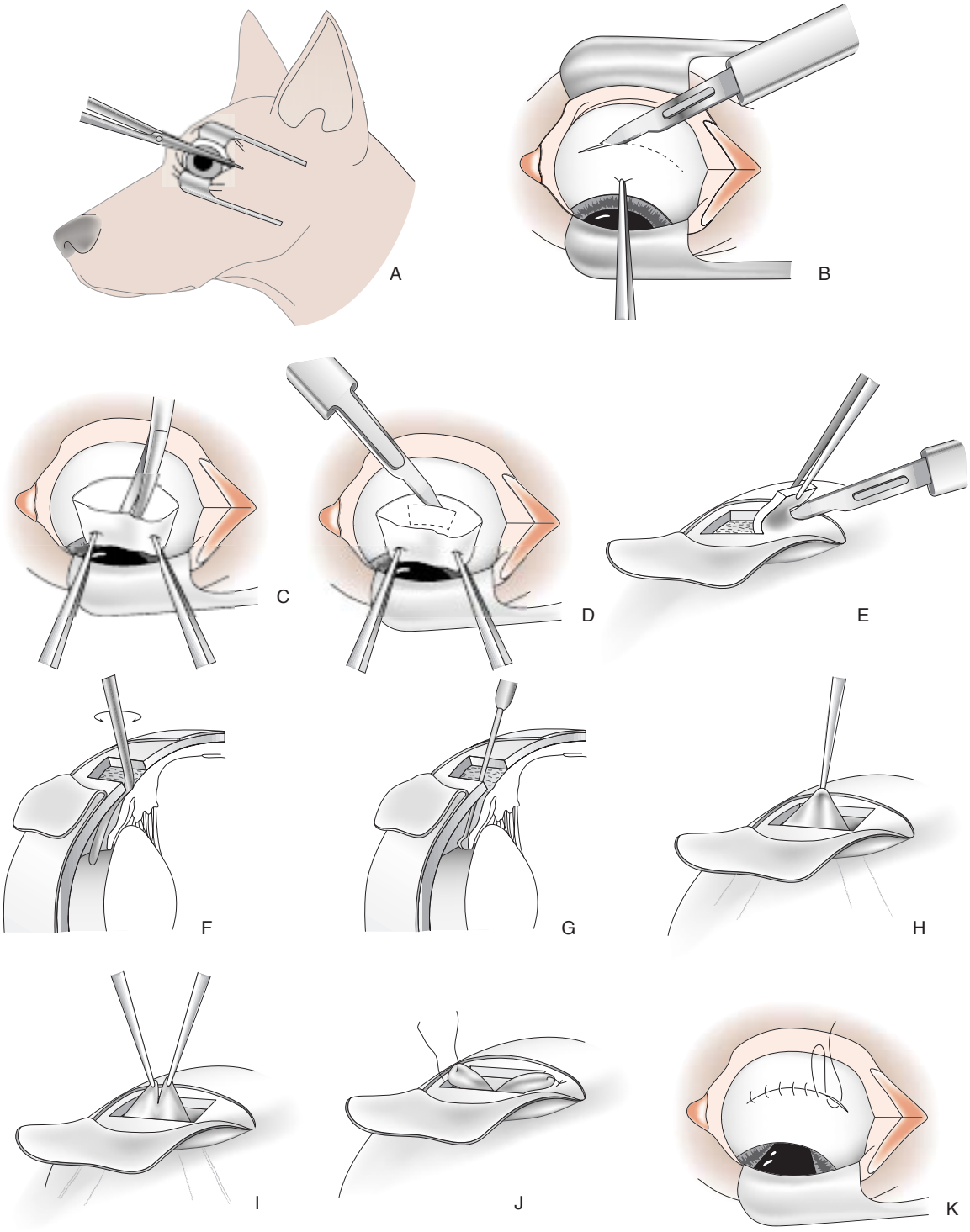

Figure 5 *Temps opératoires de la sclérotomie avec iridodialyse et iridencleisis (d'après [25]).*

profonde du limbe sclérocornéen contenant le trabéculum est réséquée.

L'intervention se termine par la remise en place du plan superficiel scléral à l'aide de quelques points de suture et du volet conjonctival à l'aide d'un surjet. L'humeur aqueuse fuit par les côtés du volet scléral avec constitution d'une bulle sous-conjonctivale de filtration.

TRABÉCULORÉTRACTION

Cette intervention commence comme la trabéculectomie et ne se termine pas par l'ablation du trabéculum et du volet scléral profond en totalité, mais par la section de ce second volet sur lequel on ménage toujours la charnière limbique en trois petits volets. Selon les auteurs, on conserve soit le volet central que l'on introduit dans la chambre antérieure, réalisant ainsi deux orifices de trabéculectomie, soit les deux volets latéraux qui sont ensuite introduits dans la chambre antérieure.

La mise en place d'un ou deux volets de sclère permet de maintenir l'orifice de trabéculectomie bien ouvert, évitant ainsi une cicatrisation trop rapide de la fistule.

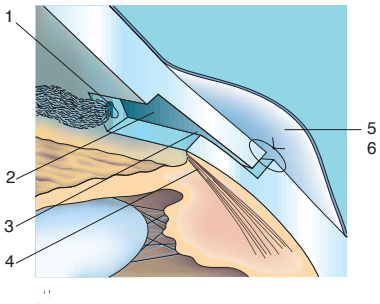

Figure 6 *Voies d'évacuation de l'humeur aqueuse après trabéculectomie. A. 1. Au niveau du canal de Schlemm ; 2. au niveau du volet scléral ; 3. entre le volet scéral et son lit ; 4. par voie de cyclodialyse. B. Une fois dans les espaces sous-conjonctivaux. 5. au travers de la conjonctive ; 6. par voie vasculaire conjonctivale.*

Dans la trabéculectomie comme dans la trabéculorétraction, on peut appliquer sur la plaie opératoire une substance antimétabolique pour retarder les phénomènes de cicatrisation (cf. infra).

IMPLANTS DE DRAINAGE

La réaction fibroblastique qui survient autour de la fistule chirurgicale représente la principale cause d'échec des opérations filtrantes. Globalement, ces échecs sont de l'ordre de 50 % après 6 à 12 mois. Le concept d'implant de drainage a été élaboré dans le but de pallier cet inconvénient. Le principe est de dériver directement l'humeur aqueuse depuis la chambre antérieure par un tube et de l'amener vers un capteur suturé à la sclère qui servira de collecteur et favorisera la résorption du liquide dans l'espace sous-conjonctival. [10, 14] Ce capteur favorise autour de lui la formation d'un tissu fibrovasculaire que l'humeur aqueuse va devoir traverser avant d'être résorbée. La dérivation de l'humeur aqueuse vers la veine jugulaire, [16] vers le tissu sous-cutané recouvrant l'arcade zygomatique [16] ou vers le sinus frontal [12] a également été proposée chez le chien.

C'est Molteno [22] qui, à la fin des années 1960, a établi les grands principes techniques que devaient respecter les implants de drainage :

– le matériau doit être non réactif, limitant la réaction fibroblastique ;

– l'implant doit favoriser la formation d'un espace sous-conjonctival qui permet la résorption de l'humeur aqueuse vers les tissus orbitaires ;

– cet espace potentiel de résorption qui entraîne la formation d'une bulle d'humeur aqueuse doit se trouver dans la région équatoriale du globe, là où l'adhérence entre sclère et conjonctive est moindre, et à distance du limbe cornéoscléral pour limiter la survenue d'une réaction inflammatoire.

Il en a résulté de très nombreux systèmes très comparables. [13, 21] De la taille du réservoir doit dépendre en partie la surface de diffusion de l'humeur aqueuse et l'efficacité du système. Tous ces modèles se différencient par la nature du matériau pour la tubulure et le capteur, par le type de capteur, l'existence ou non d'un système de valve destiné à limiter les risques d'hypotonie postopératoire en imposant une pression minimale dans le système avant de permettre le drainage.

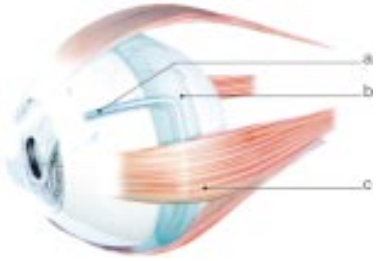

Figure 7 *Exemple de tube de Schoket (d'après* [17]). Le tube de silicone (a) est introduit par une de ses extrémités en chambre antérieure. Son autre extrémité est glissée sous un rail de silicone circulaire (b) qui est passé sous les muscles droits (c) et suturé à la sclère au Mersylène 4/0. La surface de la portion de l'implant utilisée comme réservoir diffuseur est de 300 mm².

L'implant de Krupin a été développé dans les années 1970 pour l'homme. Il est constitué d'un tube de quelques millimètres de diamètre fixé à la sclère et relié à un tube de chambre antérieure muni d'une valve unidirectionnelle. Cet implant a été essayé à titre expérimental chez le beagle à glaucome primaire à angle ouvert. Le tube de Schocket (Fig. 7), l'implant de Joseph [3] et l'implant de Baerveldt [4, 29] sont construits sur le principe d'un tube de silicone placé en chambre antérieure et relié à un ruban de silicone ou de Silastic®, de largeur et de longueur variables, fixé à la sclère sur 180° à 360° [3, 4, 13, 29]. Ces différents modèles ont fait l'objet d'études expérimentales et cliniques en ophtalmologie vétérinaire.

Quel que soit le type d'implant utilisé, la technique opératoire est complexe et cette chirurgie doit être réservée aux yeux encore voyants, sans uvéite ni luxation du cristallin. La conjonctive est incisée au limbe sur 120° à 140° et la dissection entre la capsule de Tenon et la sclère est étendue postérieurement pour pouvoir suturer le capteur à la sclère en arrière de l'insertion des muscles droits supérieur et latéral ou médial. Le tube relié au capteur est introduit dans la chambre antérieure sur 3 à 4 mm à travers une paracentèse limbique faite à l'aiguille. Le plan conjonctivoténonien est suturé et le traitement postopératoire inclut une antibiothérapie et une corticothérapie locales et générales ainsi qu'une thérapeutique cycloplégique-mydriatique. [14] L'utilisation d'un implant de Joseph-Hitgchings modifié chez 15 chiens à glaucome primaire a donné 80 % de succès, entre 9 et 15 mois après l'intervention. [3] En revanche, des résultats décevants ont été observés chez le chien glaucomateux avec l'implant de Baerveldt. [4, 29]

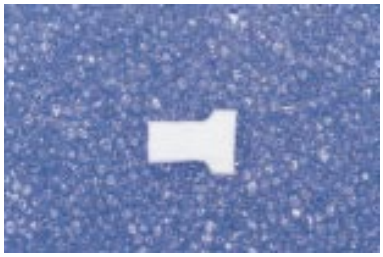

Figure 8 *« Mesh » : pièce en forme de T constituée d'une double épaisseur d'un biomatériau poreux, le polytétrafluoroéthylène expansé, serti sur ses bords.*

Les complications postopératoires immédiates sont représentées par l'hypertonie oculaire liée à une obstruction du tube de chambre antérieure (sang ou fibrine dus à l'inflammation chirurgicale, ou mauvaise technique d'implantation) ou à l'inverse par l'hypotonie oculaire résultant d'un écoulement trop important de l'humeur aqueuse et qui prédispose à l'hyphéma, au décollement de rétine et à l'hématome suprachoroïdien.

La complication retardée la plus fréquente est la récidive de l'hypertonie oculaire par diminution de la résorption de l'humeur aqueuse à partir du capteur périscléral, secondairement au développement d'une réaction fibroblastique majeure qui empêche la diffusion de l'humeur aqueuse. L'application peropératoire d'un antimitotique sur le site scléral peut limiter cette réaction cicatricielle.

L'amélioration du dessin des implants et de la technique chirurgicale pour faire que ce type d'intervention soit moins complexe est l'objectif de travaux actuellement développés chez le chien.

Une utilisation codifiée des antimétabolites devrait également permettre d'améliorer les performances de ce type de chirurgie. En 1999, le projet de la mise en place d'un implant imbibé de 5-fluorouracile a été présenté, l'implant étant constitué par un clou-trou, accessoire destiné à la dilatation des points lacrymaux (Fig. 7). Il semble en tout cas que l'avenir de la chirurgie du glaucome chez le chien soit en grande partie lié à l'évolution du concept des implants de drainage.

Parmi les solutions innovantes actuellement étudiées chez le chien, on peut citer le trabéculum artificiel ou « mesh » [19]. Cet implant de faibles dimensions et en forme de T (Fig. 8) est constitué d'une double épaisseur d'un biomatériau poreux, le polytétrafluoroéthylène expansé, serti sur ses bords. À travers une incision sclérale paralimbique sous-conjonctivale, il est placé

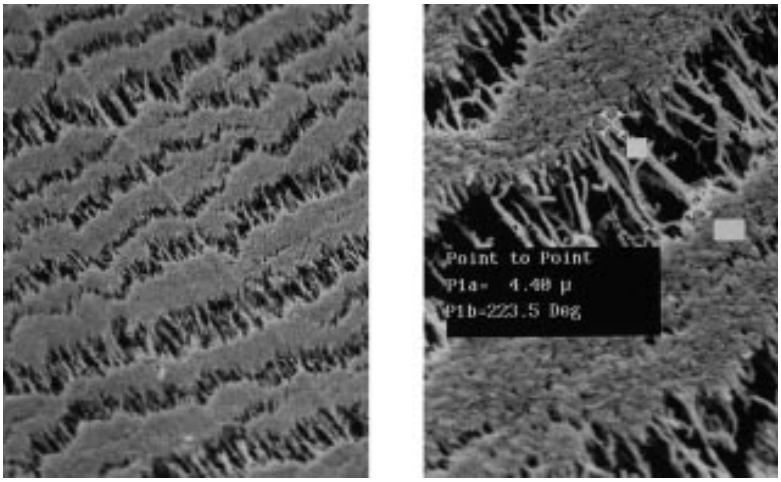

Figure 9 *Vue des pores du « mesh » au microscope à balayage (cliché J.-M. Legeais).*

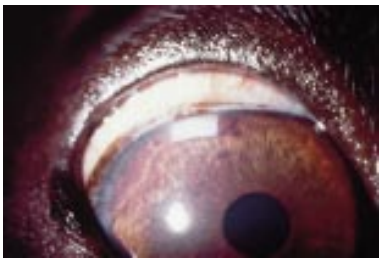

Figure 10 *Aspect postopératoire d'un œil implanté avec l'implant de drainage.*

à cheval entre l'angle iridocornéen de la chambre antérieure où se situe sa tête et l'espace sous-conjonctival où se situe sa queue destinée à y drainer l'humeur aqueuse. Ce trabéculum artificiel s'oppose au concept de valve. Les premières implantations réalisées chez le chien ont permis d'objectiver sa tolérance et l'intérêt de développer la mise au point d'un tel système dans la perspective d'un traitement chirurgical simple et rapide du glaucome chez le chien (Fig. 9 et 10).

ANTIMÉTABOLITES DANS LA CHIRURGIE DU GLAUCOME

La principale cause d'échec des interventions filtrantes est la constitution d'une réaction fibreuse conjonctivale et ténonienne qui finit par obstruer la fistule chirurgicale ou inhiber la diffusion de l'humeur aqueuse à partir de l'implant de drainage. L'application d'un antimétabolite en cours d'intervention a pour but de diminuer la prolifération fibroblastique locale afin d'empêcher le développement d'une cicatrice fibreuse excessive. [20] Les anticicatrisants les plus communément employés sont la mitomycine C et le 5-fluorouracile. On les utilise pendant l'intervention, par application sur la sclère à l'aide d'une éponge chirurgicale. Des résultats expérimentaux chez le chien sain ont montré qu'une application de mitomycine à 0,5 mg/ml pendant 5 minutes retarde mais ne prévient pas la fibrose cicatricielle autour d'un implant de drainage. [15] Les recherches actuellement en cours devraient permettre de mieux codifier les modalités d'utilisation de ces médicaments chez le chien afin d'améliorer le pronostic de la chirurgie filtrante. [30]

CYCLODESTRUCTION

GÉNÉRALITÉS

La cyclodestruction consiste à détruire une partie du corps ciliaire et des procès ciliaires correspondants, afin de diminuer la sécrétion de l'humeur aqueuse pour établir un équilibre tensionnel normal. Selon la technique utilisée, c'est un principe de traitement qui peut être utilisé sur des yeux glaucomateux aussi bien voyants que non voyants. En pratique, la cyclodestruction peut être réalisée sur des glaucomes débutants comme sur des glaucomes évolués. Dans le premier cas, l'objectif est de préserver la vision et dans le second de conserver un globe oculaire non douloureux.

Les techniques opératoires de cyclodestruction sont simples, non invasives, mais demandent toutefois un matériel spécifique dont le prix d'achat peut être élevé.

Bien que les résultats soient satisfaisants à court et moyen termes dans une majorité de cas, cette méthode expose cependant, à long terme, au risque de récidive ou à l'inverse au risque d'une hypotonie irréversible avec phtisie du globe oculaire. Toute la difficulté des techniques de cyclodestruction est de détruire une quantité suffisante de procès ciliaires pour être efficace, sans entraîner toutefois une destruction trop importante qui serait source d'hypotonie majeure et de phtisie. [14]

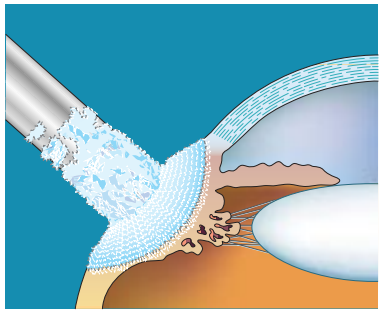

Figure 11 *Principe de la cyclodestruction par congélation transsclérale (d'après* [7]).

CYCLOCRYOTHÉRAPIE

Cette technique utilise le froid pour détruire les procès ciliaires en les gelant à l'aide d'une cryode appliquée sur la sclère en regard du corps ciliaire (Fig. 11). La cyclodestruction a été introduite dans les années 1950 en ophtalmologie humaine et au début des années 1980 en ophtalmologie vétérinaire. [6]

Le froid appliquée grâce à la cryode peut être généré par du protoxyde d'azote ou par de l'azote liquide. [27] La cryosonde à protoxyde d'azote peut également servir à l'extraction intracapsulaire d'un cristallin subluxé ou luxé. Ce matériel est plus onéreux que celui à azote liquide commercialisé pour la médecine vétérinaire et qui est également destiné au traitement des tumeurs cutanées (par exemple : Cryospray®). La température de congélation obtenue avec une cryosonde à protoxyde d'azote est comprise entre - 60 °C et - 80 °C et celle atteinte avec une cryosonde alimentée par de l'azote liquide est de l'ordre de - 185 °C [27].

TECHNIQUE OPÉRATOIRE [10, 14, 17, 27, 31]

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale et l'animal est placé en décubitus latéral ou sternal.

L'extrémité de la cryode (diamètre de 2 à 3 mm pour la sonde à protoxyde d'azote) est appliquée 3 à 4 mm en arrière du limbe et le froid est activé provoquant la congélation (Fig. 12). Une « boule de glace » se forme à l'extrémité de la sonde et s'étend à la conjonctive et à la sclère adjacente. Elle ne doit pas dépasser le limbe au-delà de 1 mm dans la cornée voisine. Avec le matériel à protoxyde d'azote, la cryode est maintenue congelée pendant 2 minutes alors qu'avec l'azote liquide la congélation est faite pendant 30 secondes.

Quatre à huit points d'impact sont réalisés sur la moitié supérieure du globe oculaire en évitant les points de 3 heures et de 9 heures par lesquels cheminent les artères ciliaires postérieures longues. Le nombre de points de cryoapplication dépend de la gravité du glaucome.

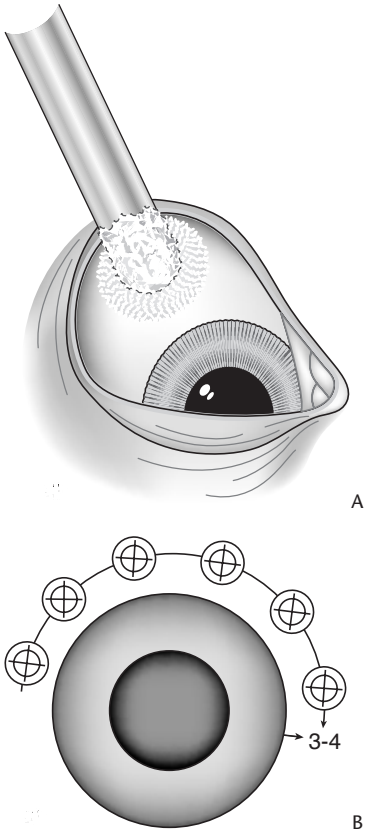

Figure 12 *A. Position de la cryode congelée. B. Localisation des points d'impact (d'après [7]).*

Le traitement postopératoire comprend une corticothérapie locale pour réduire le chémosis et l'uvéite secondaires à l'application du froid, ainsi qu'une thérapeutique antiglaucomateuse (acétazolamide per os et timolol ou dorzolamide en collyre) pour prévenir l'hypertension oculaire réactionnelle. Ce traitement médical est poursuivi pendant une semaine, au terme de laquelle l'animal est revu pour un premier contrôle.

Les complications du postopératoire immédiat sont le chémosis et l'uvéite antérieure. L'augmentation de la PIO est fréquente après l'intervention et est liée à l'inflammation postopératoire. Un placement trop antérieur de la sonde expose à des altérations iriennes et risque de léser l'endothélium cornéen. Un placement trop postérieur expose quant à lui à des risques de décollement de rétine par exsudation de la choroïde.

Le résultat tensionnel s'établit en 4 semaines en moyenne. L'analyse de la littérature montre que dans les 6 à 12 mois qui suivent une cyclocryodestruction, la normalisation de la PIO est observée chez 60 à 70 % des patients. [14, 27] Les récidives sont possibles car l'épithélium ciliaire est capable de se régénérer partiellement en quelques mois. Elles peuvent être traitées par une deuxième cryoapplication.

Figure 13 *DioVet Laser System® (Iridex Corporation, Mountain View, États-Unis).*

CYCLOPHOTOCOAGULATION AU LASER

C'est une technique d'utilisation récente en ophtalmologie vétérinaire. La cyclodestruction est obtenue par l'énergie d'un rayon laser appliquée au corps ciliaire à travers le plan conjonctivoscléral. [10]

Les lasers utilisés sont ceux qui émettent dans le proche infrarouge : laser Nd-YAG [28] ou laser semi-conducteur diode [23] dont la longueur d'onde est bien transmise par la sclère et bien absorbée par les mélanocytes du corps ciliaire. L'application transsclérale du laser diode entraîne une nécrose par coagulation qui commence aux couches profondes de la sclère, et s'étend aux procès ciliaires et à la rétine périphérique. [24] Une version vétérinaire d'un laser semi-conducteur diode produite aux États-Unis, le DioVet Laser System® (Iridex Corporation, Mountain View, États-Unis) (Fig. 13) est actuellement disponible en France (Importateur : Dioptrix®, Toulouse). Le rayon laser est transmis au corps ciliaire par l'intermédiaire d'une fibre optique (Fig. 14) qui est appliquée sur la sclère 3 à 4 mm en arrière du limbe, en regard du corps ciliaire. Avec le laser diode, on réalise chez le chien de 35 à 50 impacts répartis sur 360° (moyenne par œil : 85 joules délivrés par des impacts successifs de 2,25 joules correspondant à une puissance de 1 500 watts pendant 1 500 ms) en évitant les régions de 3 heures et 9 heures. [11] À titre prophylactique, moins de 30 impacts sont réalisés.

L'inflammation postopératoire est moins marquée qu'avec la cyclocryoapplication, mais une élévation de la PIO peut être observée immédiatement après le traitement laser. Elle est corrigée par paracentèse de la chambre antérieure et médication antiglaucomateuse. [11]

Figure 14 *Pièce à main pour traitement du glaucome au laser.*

Le maintien d'une PIO normale avec conservation de la vision est présent chez 50 % des patients, 1 an après le traitement. [11, 18] La cataracte, l'ulcère cornéen et la kératite sont de possibles complications postopératoires. [18] L'association de la cyclodestruction au laser diode et de la pose d'un implant de drainage a donné des résultats encourageants chez le chien. [5]

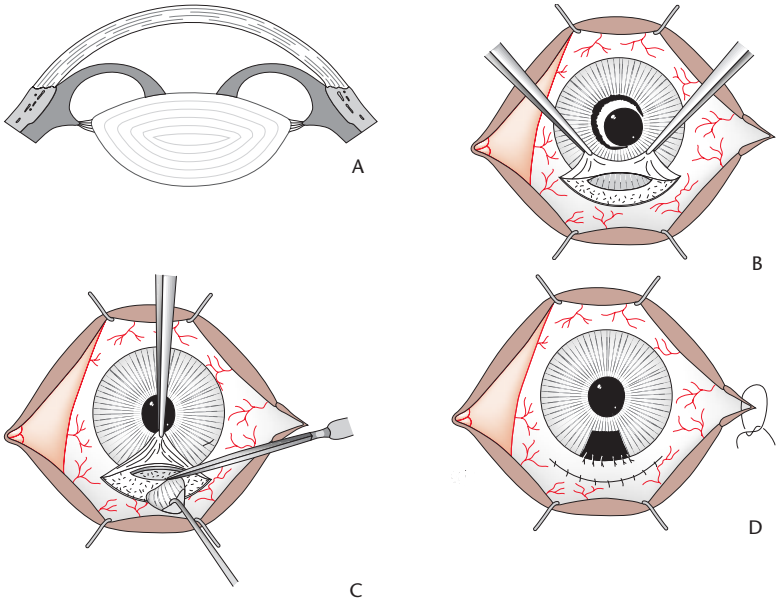

Figure 15 *Iridectomie périphérique (d'après* [6]).

INJECTION INTRAVITRÉENNE DE GENTAMICINE

À la limite du traitement médical et du traitement chirurgical, la cyclodestruction par mise à profit de l'effet toxique de la gentamicine sur l'épithélium ciliaire doit être réservée aux yeux glaucomateux non voyants et aux patients pour lesquels le propriétaire n'est pas disposé à accepter une alternative plus onéreuse.

La technique de réalisation et les résultats obtenus ont été amplement décrits dans la littérature vétérinaire. [14, 31] La dose de gentamicine à injecter dans le vitré est habituellement comprise entre 20 et 40 mg, mais chez les chiens âgés et ceux de petite taille elle ne doit pas dépasser 7 mg/kg sous peine d'entraîner une réaction néphrotoxique. La facilité de la technique a pour corollaire l'inconstance des résultats et une possible évolution vers la phtisie. L'injection intravitréenne de gentamicine est contre-indiquée chez le chat, car elle peut prédisposer à l'apparition d'un sarcome oculaire.

AUTRES CHIRURGIES

IRIDECTOMIE PÉRIPHÉRIQUE

Lors de séclusion pupillaire avec iris bombé, l'augmentation de la pression dans la chambre postérieure repousse la racine de l'iris vers l'avant et provoque une fermeture de l'angle iridocornéen à l'origine du glaucome. En perforant ponctuellement l'iris, on établit une voie de passage pour l'humeur aqueuse, on abaisse la pression dans la chambre postérieure et on corrige ainsi le déplacement antérieur de l'iris. [31] Cette intervention peut être réalisée manuellement après sclérotomie comme pour les interventions fistulisantes (cf. supra) (Fig. 15).

IRIDOTOMIE AU LASER

L'ouverture dans l'iris peut être faite à l'aide d'un rayon laser (iridotomie au laser). La technique d'iridotomie au laser est couramment utilisée chez l'homme et elle a fait l'objet d'études récentes chez le chien. Les résultats indiquent que chez le chien l'iridotomie est réalisable avec le laser Nd-YAG [7] mais pas avec le laser diode. [23] L'ouverture réalisée (50 µm) se referme ultérieurement par régénération de l'iris. [8, 23]

ÉVISCÉRATION AVEC IMPLANT INTRASCLÉRAL

Cette technique chirurgicale (Fig. 16) est réservée aux yeux glaucomateux non voyants et à un stade évolué de buphtalmie. C'est une alternative à l'injection intravitréenne de gentamicine ou à l'énucléation. [10, 14]

Figure 16 *Pince introductrice et implant intrascléral.*

Toutefois, cette technique est à utiliser avec discernement en cas de suspicion de tumeur intraoculaire. Si elle peut être envisagée en cas de tumeur bénigne, elle est formellement contre-indiquée en cas de tumeur maligne, plus particulièrement en cas de mélanome uvéal. En cas de doute sur l'origine du glaucome, une histologie du contenu d'éviscération est conseillée.

ÉNUCLÉATION

C'est un choix de dernier recours lors de glaucomes réfractaires et évolués. C'est l'indication absolue en cas de glaucome secondaire à une tumeur oculaire.

CONCLUSION

La chirurgie du glaucome a des indications principalement curatives et ses modalités de réalisation sont multiples. Nous retiendrons que celles-ci se divisent en deux grands modes d'action : la facilitation de l'élimination de l'humeur aqueuse (chirurgie filtrante) et la réduction de la production d'humeur aqueuse (cyclodestruction). La cyclodestruction concerne tous les types de glaucomes, primaires ou secondaires à l'exception des tumeurs oculaires. En revanche, la chirurgie filtrante s'adresse principalement aux sujets atteints de glaucome primaire par malformation de l'angle iridocornéen. Ses résultats sont encore inconstants, mais les recherches médicales et chirurgicales actuellement en cours devraient améliorer ses performances dans les années à venir. En dehors de ses indications classiques, cette chirurgie pourra alors être préconisée à titre prophylactique sur l'œil encore sain des sujets ayant eu une crise de glaucome aigu avec perte visuelle sur l'œil adelphe.

BIBLIOGRAPHIE

1. Abrams KL. Medical and surgical management of the glaucoma patient. *Clin Tech Small Anim Pract* 2001; 16: 71-76
2. Bedford PG. The surgical treatment of canine glaucoma. *J Small Anim Pract* 1977; 18: 713-730
3. Bedford PG. A clinical evaluation of a one-piece drainage system in the treatment of canine glaucoma. *J Small Anim Pract* 1989; 30: 68-75
4. Bentley E, Nasisse MP, Glover T, Nelms S. Implantation of filtering devices in dogs with glaucoma: preliminary results in 13 eyes. *Vet Comp Ophthalmol* 1996; 6: 243-246
5. Bentley E, Miller PE, Murphy CJ, Schoster JV. Combined cycloablation and gonioimplantation for treatment of glaucoma in dogs: 18 cases (1992-1998). *J Am Vet Med Assoc* 1999; 215: 1469-1472
6. Bistner SI, Aguirre G, Batik G. Atlas of veterinary ophthalmic surgery. Philadelphia: WB Saunders, 1977
7. Brightman AH, Vestre WA, Helper LC, Tomes JE. Cryosurgery for the treatment of canine glaucoma. *J Am Anim Hosp Assoc* 1982; 18: 319-322
8. Brinkmann MC, Nasisse MP, Davidson MG, English RV, Olivero DK. Neodymium: YAG laser treatment of iris bombe and pupillary block glaucoma. *Prog Vet Comp Ophthalmol* 1992; 2: 13-19
9. Cairns JE. Trabeculectomy: preliminary report of a new method. *Am J Ophthalmol* 1968; 66: 673-679
10. Cook CS. Surgery for glaucoma. *Vet Clin N Am Small Anim Pract* 1997; 27: 1109-1129
11. Cook C, Davidson M, Brinkmann M, Priehs D, Abrams K, Nasisse M. Diode laser transcleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma in dogs: results of six and twelve month follow-up. *Vet Comp Ophthalmol* 1997; 7: 148-154
12. Cullen C, Allen AL, Grahn BH. Anterior chamber to frontal sinus shunt for the diversion of aqueous humor: a pilot study in four normal dogs. *Vet Ophthalmol* 1998; 1: 31-39
13. Gelatt KN, Brooks DE, Miller TR, Smith PJ, Sapienza JS, Pellicane CP. Issues in ophthalmic therapy: the development of anterior chamber shunts for the clinical management of the canine glaucomas. *Prog Vet Comp Ophthalmol* 1992; 2: 59-64
14. Gelatt KN, Gelatt JP. Surgical procedures for treatment of glaucomas. *Handbook of small animal ophthalmic surgery, vol 2: corneal and intraocular procedures Oxford: Elsevier,* 1995; 117-161
15. Glover TL, Nasisse MP, Davidson MG. Effects of topically applied mitomycin C on intraocular pressure, facility of outflow and fibrisosis after glaucoma filtration surgery in clinically normal dogs. *Am J Vet Res* 1995; 56: 936-940
16. Häkanson NW. Extraorbital diversion of aqueous in the treatment of glaucoma in the dog: a pilot study including two recipient sites. *Vet Comp Ophthalmol* 1996; 6: 82-89
17Hamard P, Hamard H. Traitement des glaucomes réfractaires. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Ophtalmologie 1997:8p 21-280-B-50
18. Hardman C, Stanley RG. Diode laser transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of primary glaucoma in 18 dogs: a retrospective study. *Vet Ophthalmol* 2001; 4: 209-215
19. Helies P, Legeais JM, Savoldelli M, Parel JM, Renard. Le trabéculum artificiel (MESH). Étude clinique et histologique chez le lapin. *J Fr Ophtalmol* 1998; 21: 351-360
20Lachkar Y, Cohn H. Antimétabolites dans la chirurgie du glaucome. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Ophtalmologie. 1995:8p 21-280-B-40
21. Lim KS, Allan BD, Lloyd AW, Khaw PT. Glaucoma drainage devices: past, present and future. *Br J Ophthalmol* 1998; 82: 1083-1089
22. Molteno AC. New implant for drainage in glaucoma: clinical trial. *Br J Ophthalmol* 1969; 53: 606-615
23. Nadelstein B, Davidson MG, Gilger BC. Pilot study on diode laser iridotomy in dogs. *Vet Comp Ophthalmol* 1996; 6: 230-232
24. Nadelstein B, Wilcock B, Cook C, Davidson M. Clinical and histopathologic effects of diode laser transscleral cyclophotocoagulation in the normal canine eye. *Vet Comp Ophthalmol* 1997; 7: 155-162
25. Peiffer RL, Schenk M. Combined posterior sclerotomy, cyclodialysis and transscleral iridencleisis in the management of primary glaucoma. *Canine Pract* 1977; 4: 54-61
26. Renwick P. Glaucoma. Peterson-Jones SM, Crispin SM, eds. *Manual of small animal ophthalmology Shurdington: British Small animal Veterinary Association,* 1993
27. Roberts SM, Severin GA, Lavach JD. Cyclocryotherapy. Part II: clinical comparison of liquid nitrogen and nitrous oxide cryotherapy on glaucomatous eyes. *J Am Anim Hosp Assoc* 1984; 20: 828-833
28. Sapienza JS, Miller TR, Gum GG, Gelatt KN. Contact transscleral cyclophotocoagulation using a neodymium: Yttrium aluminium garnet laser in normal dogs. *Prog Vet Comp Ophthalmol* 1992; 2: 147-153
29. Tinsley DM, Betts DM. Clinical experience with a glaucoma drainage device in dogs. *Vet Comp Ophthalmol* 1994; 4: 77-84
30. Tinsley DM, Niyo Y, Tinsley LM, Betts DM. In vivo clinical trial of perioperative mitomycin C in combination with a drainage device implantation in normal canine globe. *Vet Comp Ophthalmol* 1995; 5: 231-241
31. Whitley RD. Surgical management of glaucoma. Bojrab J ed. *Current techniques in small animal surgery Philadelphia: Lea and Febiger,* 1990; 104-112

Toute référence à cet article doit porter la mention : A. Régnier, J.-P. Jegou, H. Laforge. Chirurgie du glaucome. Encycl Méd Chir (Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Ophtalmologie, 2850, 2004, 9 p.