

Anesthésie en ophtalmologie

**JP Haberer
C Obstler
A Deveaux
A Zahwa**

Résumé. – L'anesthésie pour la chirurgie ophtalmologique s'adresse aussi bien à des enfants qu'à des adultes. Une connaissance précise de l'anatomie et de la physiologie oculaires est nécessaire pour la réalisation en toute sécurité de l'anesthésie locorégionale. Chez l'adulte, presque toute la chirurgie du segment antérieur est réalisée sous anesthésie locorégionale. De plus en plus d'interventions du segment postérieur bénéficient de cette modalité d'anesthésie. L'anesthésie péribulbaire a progressivement remplacé l'anesthésie rétrobulbaire. De nombreuses variantes de l'anesthésie péribulbaire ont été décrites. La chirurgie de la cataracte peut aussi s'effectuer sous anesthésie topique, seule ou associée à l'injection intracaméculaire de lidocaïne sans conservateur. Les complications de l'anesthésie péribulbaire sont rares, les deux plus graves étant la diffusion des anesthésiques locaux vers le système nerveux central et la perforation du globe oculaire. Les suites postopératoires sont le plus souvent simples, les complications les plus fréquentes étant les nausées, les vomissements et les douleurs. La chirurgie ambulatoire est maintenant habituelle pour la chirurgie de la cataracte et pour les actes simples.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

L'anesthésie pour la chirurgie ophtalmologique s'adresse aussi bien à des enfants qu'à des adultes [52, 94]. Chez l'adulte, la chirurgie de la cataracte, du glaucome et du décollement de rétine représente la majorité des actes. La chirurgie ophtalmologique est essentiellement une chirurgie programmée, parfois semi-urgente, ce qui facilite la consultation d'anesthésie à distance de l'acte. L'anesthésie en ophtalmologie est le plus souvent de mise en œuvre simple et ne nécessite pas le recours à des techniques anesthésiques ou de monitoring complexes. Cependant, une connaissance précise de l'anatomie et de la physiologie oculaires est un prérequis indispensable pour la réalisation en toute sécurité de l'anesthésie locorégionale oculaire et pour comprendre les impératifs des techniques chirurgicales [51, 52]. Les nombreuses innovations technologiques de la chirurgie ophtalmologique, telles que la phacoémulsification et le perfectionnement des instruments et des adjuvants endo-oculaires, influencent directement l'anesthésie. Il était habituel d'affirmer que l'anesthésie devait assurer l'akinésie, l'analgésie et la normotonie oculaire. De ces trois impératifs, l'analgésie est le plus indispensable, les deux autres dépendent beaucoup de la technique chirurgicale. L'anesthésie péribulbaire est utilisée presque systématiquement pour les interventions du segment antérieur, et de plus en plus souvent pour les actes du segment postérieur. Les suites postopératoires sont le plus souvent simples, les complications les plus fréquentes étant les nausées, les vomissements et les douleurs. Les complications liées aux antécédents du patient sont devenues rares depuis l'utilisation quasi systématique de l'anesthésie locale, et ce d'autant plus que l'acte n'interfère pas avec les grandes fonctions vitales de l'organisme. La chirurgie ambulatoire est la règle pour la chirurgie de la cataracte et pour les actes simples.

Jean-Pierre Haberer : Professeur des Universités.
Christophe Obstler : Praticien hospitalier.
Arianne Deveaux : Praticien hospitalier.
Abdallah Zahwa : Médecin attaché.
Service d'anesthésie-réanimation chirurgicale, Hôtel-Dieu, 1, place du Parvis Notre-Dame, 75004 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Haberer JP, Obstler C, Deveaux A et Zahwa A. Anesthésie en ophtalmologie. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Anesthésie-Réanimation, 36-620-E-30, Ophtalmologie, 21-780-A-10, 1999, 18 p.

Bases anatomiques

Orbites

Chacune des orbites a la forme d'une pyramide quadrangulaire dont les parois interne et externe forment un angle aigu d'environ 45°. Le grand axe de l'orbite forme avec l'axe visuel un angle d'environ 23° (fig 1, 2). Le volume orbitaire est de 26 mL en moyenne chez la femme et de 28 à 30 mL chez l'homme, avec des variations interindividuelles importantes. Le volume moyen du globe est de 6,5 mL. La distance du rebord orbitaire inférieur au canal optique est de 42 à 54 mm.

La paroi supérieure, ou toit de l'orbite, comporte en avant et en dehors, la fossette lacrymale, et en avant et en dedans, la petite fossette trochléaire dans laquelle s'attache la poulie du muscle grand oblique (fig 3). L'échancrure ou trou sus-orbitaire se situe à la jonction du tiers interne et des deux tiers externes du bord supérieur.

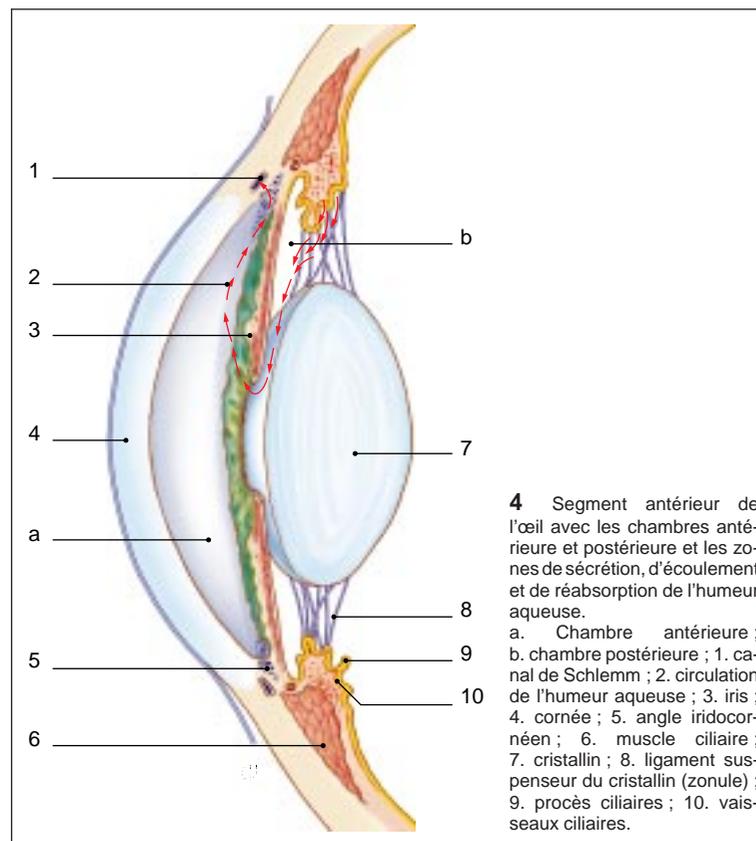
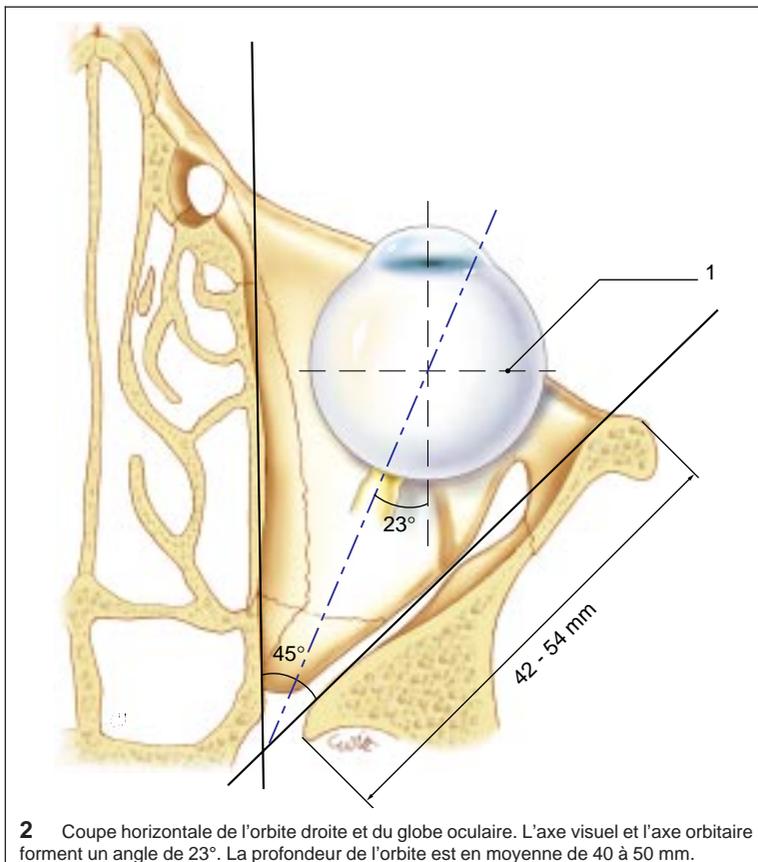
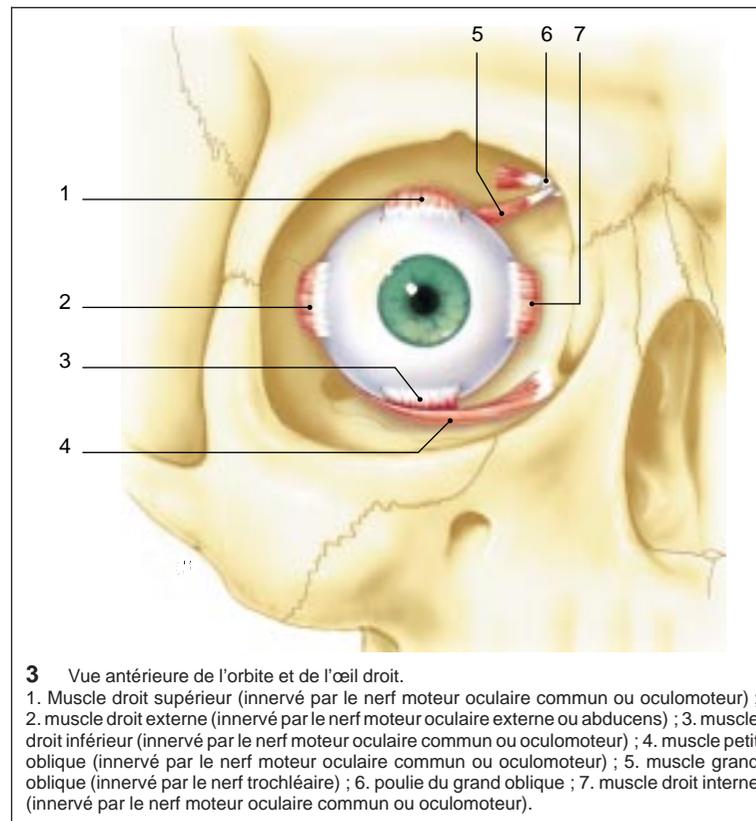
Le plancher de l'orbite comporte des zones de passage pour les nerfs dentaires et le nerf maxillaire supérieur. Le canal nasolacrymal, long de 12 mm, débute en avant et en dedans sur le plancher et passe verticalement vers la fosse nasale où il s'abouche au niveau du méat inférieur.

La partie postérieure de l'orbite comporte trois orifices qui permettent le passage des nerfs et des vaisseaux de l'œil et de ses annexes. Le nerf optique pénètre dans l'orbite par le trou ou canal optique. Dans la fente sphénoïdale (ou orbitaire supérieure) passent les veines ophtalmiques et les branches du nerf ophtalmique. Par la fente sphénomaxillaire ou orbitaire inférieure passe le nerf maxillaire supérieur.

Le sommet de l'orbite répond à l'extrémité interne de la fente sphénoïdale où s'insère le tendon de Zinn.

Œil ou globe oculaire

L'œil est irrégulièrement sphérique, car sa partie antérieure, constituée par la cornée, proémine sous la forme d'un segment de sphère de plus petit rayon que le reste du globe oculaire. L'équateur est le cercle perpendiculaire à l'axe de l'œil, situé à égale distance des deux pôles. Le diamètre antéropostérieur ou longueur axiale, déterminé par l'échographie oculaire en mode A ou B, est la distance allant du bord antérieur de la cornée à la face interne de la rétine. Elle est en moyenne de 23 mm. Elle doit être prise en compte pour la réalisation des anesthésies périoculaires.



Le limbe sclérocornéen est la zone par laquelle la sclère et les constituants de l'angle iridocornéen s'unissent à la périphérie de la cornée. À la partie profonde de cette zone se trouvent le système trabéculaire et le canal de Schlemm qui est un canal veineux annulaire encerclant la cornée (fig 4).

La choroïde (uvée postérieure), membrane essentiellement constituée par des vaisseaux, est située dans les deux tiers postérieurs du globe oculaire. En avant, la choroïde se continue avec le corps ciliaire. Sa limite antérieure est indiquée par une ligne circulaire, appelée *ora serrata*, située à 6 ou 7 mm environ en arrière de la cornée. L'iris et le corps ciliaire constituent l'uvée antérieure. L'iris est placé comme un diaphragme vertical, circulaire, en avant du cristallin. Son centre est percé par la pupille. En avant, il est séparé de la cornée par l'angle iridocornéen et en arrière, du vitré par l'angle iridociliaire (chambre postérieure). Deux muscles lisses animent la pupille. Le sphincter de l'iris entoure comme un bandeau circulaire l'orifice pupillaire. Il est innervé par le parasymphatique (récepteurs muscariniques de type M_3).

La paroi du globe est constituée par trois membranes concentriques, qui sont du dehors vers le dedans, la sclérotique (ou sclère) et la cornée, le tractus uvéal (choroïde, iris et corps ciliaire) et la rétine.

Le contenu du globe, appelé milieux transparents de l'œil, comprend le cristallin, placé en arrière de l'iris, l'humeur aqueuse, remplissant l'espace situé en avant du cristallin jusqu'à la cornée, et le corps vitré, situé en arrière du cristallin jusqu'à la rétine. Le segment antérieur est formé par la cornée, le cristallin, l'angle iridocornéen et le corps ciliaire. Le segment postérieur est formé de la sclère, de la choroïde, de la rétine et du corps vitré.

Le dilatateur de la pupille est plat, étalé devant l'épithélium pigmentaire ; il est innervé par le sympathique (récepteurs adrénergiques alpha).

Le corps ciliaire est uni au cristallin par la zonule (ou ligament suspenseur du cristallin) et par sa base à la racine de l'iris. Il comporte des fibres musculaires lisses formant le muscle ciliaire, responsable de l'accommodation. Le corps ciliaire porte sur sa face interne les procès ciliaires constitués par des pelotons vasculaires.

Milieus transparents de l'œil

Ils comprennent le cristallin, l'humeur aqueuse et le corps vitré.

Le cristallin est une lentille biconvexe dont l'épaisseur est de 4 à 4,5 mm et de diamètre 10 mm. Le cristallin est essentiellement constitué par une masse épithéliale qui est enveloppée par une capsule.

L'humeur aqueuse est un liquide incolore qui remplit l'espace compris entre la cornée et le cristallin. L'iris divise cet espace en deux chambres, antérieure et postérieure, qui communiquent par la pupille (fig 4).

Le corps vitré est un liquide visqueux qui remplit toute la partie de la cavité oculaire située en arrière du cristallin. Le vitré est entouré de la membrane hyaloïde.

Muscles de l'orbite

La cavité orbitaire contient sept muscles destinés à mouvoir le globe oculaire et la paupière supérieure. Ces muscles sont : le releveur de la paupière supérieure, les muscles droit supérieur, droit inférieur, droit externe et droit interne, le muscle grand oblique et le muscle petit oblique (fig 3).

Les quatre muscles droits s'étendent du sommet de l'orbite à l'hémisphère antérieur du globe oculaire. Ils naissent du sommet de l'orbite d'un tendon commun, le tendon de Zinn qui s'insère sur le sphénoïde. Les bandelettes tendineuses des muscles droits circonscrivent deux orifices qui livrent passage aux nerfs et aux vaisseaux. Par l'orifice interne passent le nerf optique et l'artère ophtalmique. Le deuxième orifice est appelé anneau de Zinn, dans lequel passent les nerfs nasociliaire, moteur oculaire commun (III), moteur oculaire externe (ou abducens) (VI) et la racine sympathique du ganglion ophtalmique ou ganglion ciliaire.

Les muscles droits en s'élargissant vers l'avant s'insèrent sur la sclérotique, en arrière du limbe. Les quatre muscles droits dessinent en arrière du globe un cône à sommet postérieur, qui présente des intervalles intermusculaires dont la largeur augmente d'arrière en avant. Ce cône musculaire, dont la base répond à l'hémisphère postérieur du globe, est rempli d'une masse graisseuse dans laquelle cheminent de nombreux éléments vasculaires et nerveux. L'axe même du cône est représenté par le nerf optique.

Les gaines musculaires se continuent en avant avec la capsule de Tenon. Elles sont reliées entre elles par les membranes intermusculaires (ou ailerons musculaires) très minces en arrière, bien individualisées en avant [58].

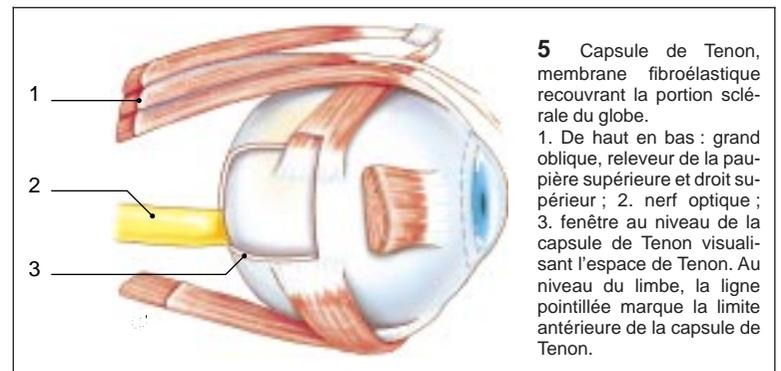
Aponévrose orbitaire ou aponévrose de Tenon

Le nom d'aponévrose orbitaire ou d'aponévrose de Tenon inclut la capsule de Tenon qui recouvre la portion scléroticale du globe de l'œil, les gaines musculaires qui enveloppent les muscles de la cavité orbitaire et les expansions aponévrotiques antérieures qui relient la capsule de Tenon et les gaines musculaires à la conjonctive, aux paupières et au rebord orbitaire. La capsule de Tenon est une membrane fibreuse en forme de cupule, qui recouvre toute la portion scléroticale du globe oculaire (fig 5). Elle doit être considérée comme une expansion des gaines musculaires avec lesquelles elle est en continuité. En avant, la capsule de Tenon fusionne avec la conjonctive et s'arrête autour de la circonférence de la cornée. La face interne de la capsule de Tenon est séparée de la sclérotique par un espace rempli par un tissu cellulaire lâche, appelé espace de Tenon ou espace sous-ténonien. Cet espace est virtuel, mais il peut être décollé et injecté, notamment par des anesthésiques locaux. En arrière, la capsule de Tenon s'attache autour du canal optique. Les septa ou fascias qui divisent l'orbite sont des bandes radiaires s'étendant entre le globe, la capsule de Tenon et l'orbite. Ils délimitent schématiquement quatre quadrants, un pour chaque muscle droit [50, 58, 94]. Contenant du tissu cellulograisseux, ces compartiments varient de volume et de compliance selon les sujets. Ils ont un rôle important dans la diffusion des anesthésiques locaux lors des anesthésies périoculaires. Ils ne sont pas étanches et les anesthésiques locaux diffusent assez aisément d'un compartiment vers l'autre.

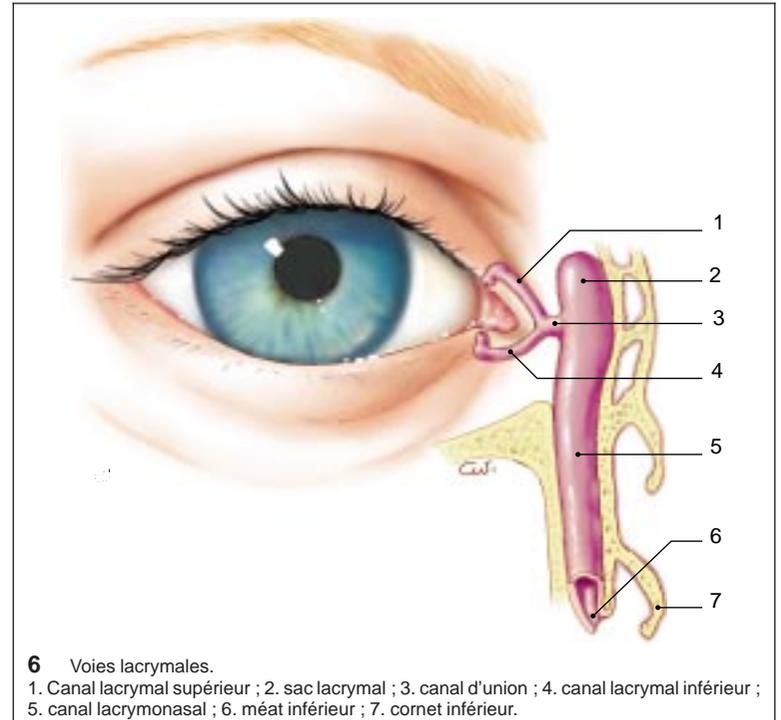
La limite antérieure de l'orbite est le septum orbitaire, lame fibreuse qui relie le rebord orbitaire au bord périphérique du tarse palpébral.

Paupières, muscle releveur de la paupière supérieure et orbiculaire des paupières

Le muscle releveur de la paupière supérieure s'étend du sommet de l'orbite à la paupière supérieure.



5 Capsule de Tenon, membrane fibroélastique recouvrant la portion sclérotale du globe.
1. De haut en bas : grand oblique, releveur de la paupière supérieure et droit supérieur ; 2. nerf optique ; 3. fenêtre au niveau de la capsule de Tenon visualisant l'espace de Tenon. Au niveau du limbe, la ligne pointillée marque la limite antérieure de la capsule de Tenon.



6 Voies lacrymales.
1. Canal lacrymal supérieur ; 2. sac lacrymal ; 3. canal d'union ; 4. canal lacrymal inférieur ; 5. canal lacrymonasal ; 6. méat inférieur ; 7. cornet inférieur.

Les paupières supérieure et inférieure sont séparées l'une de l'autre par la fente ou orifice palpébral. Les extrémités des paupières se réunissent pour former les commissures ou canthus externe et interne. La peau recouvrant les caroncules est appelée repli canthal interne et externe. Le sillon ou pli palpébral sépare la partie orbitaire de la partie oculaire de la paupière.

La face postérieure des paupières est constituée par la conjonctive. De la face postérieure des paupières, la conjonctive se réfléchit sur la face antérieure du globe oculaire en formant le cul-de-sac oculoconjonctival ou fornix. La portion oculaire de la paupière comporte une lame cartilagineuse appelée tarse. Les extrémités du tarse supérieur et inférieur s'unissent par deux bandelettes fibreuses, l'une interne, l'autre externe, appelées ligaments palpébraux. Le ligament palpébral interne forme le tendon direct du muscle orbiculaire.

L'orbiculaire des paupières est un muscle large, plat et mince, formé de fibres concentriques disposées autour de la fente palpébrale. Il comporte une partie palpébrale et une partie orbitaire.

Voies lacrymales

Les voies lacrymales commencent sur le bord libre des paupières aux points lacrymaux. Les conduits ou canalicules lacrymaux font suite aux points lacrymaux et s'abouchent au sac lacrymal par le canal d'union. Le sac lacrymal, situé dans la gouttière lacrymale, se continue par le canal lacrymonasal qui s'abouche dans le méat inférieur de la fosse nasale (fig 6).

Innervation oculaire

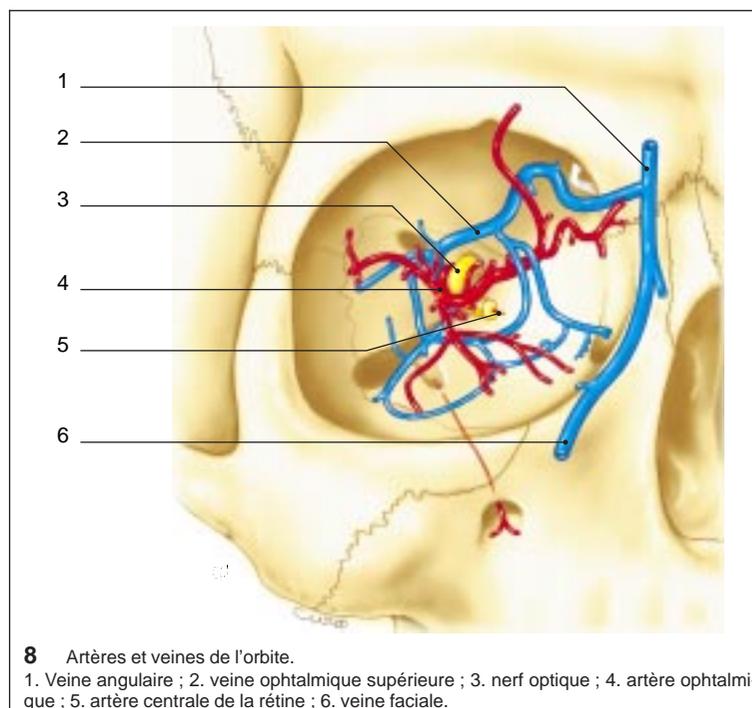
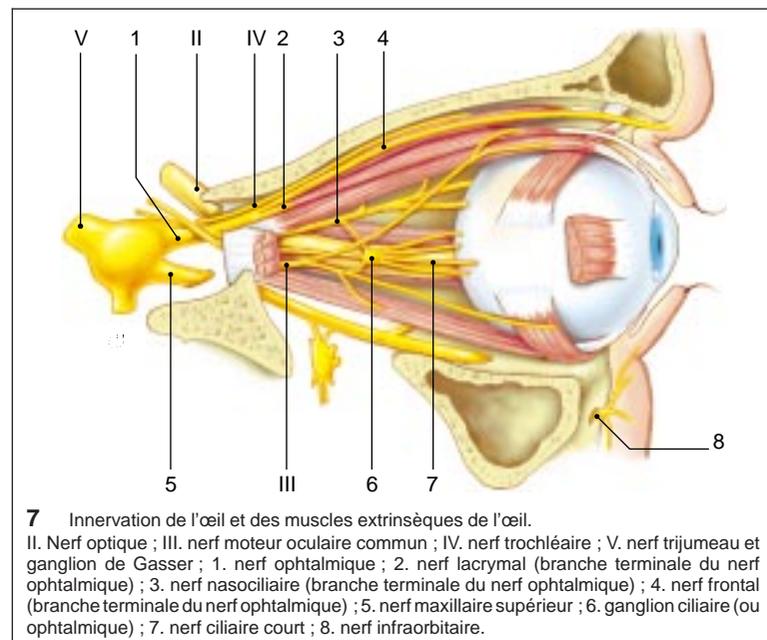
Les nerfs crâniens II à VII innervent l'œil et ses annexes et assurent la vue, la motricité, la sensibilité et le contrôle nerveux végétatif (tableau I) (fig 7).

Nerf optique

Le nerf optique est entouré par une extension extracrânienne des espaces sous-arachnoïdiens. Il a environ 5 cm de long. Dans l'orbite, le nerf optique a un trajet sinueux pour permettre les mouvements du globe, sans compromettre sa fonction.

Tableau I. – Innervation des muscles extrinsèques du globe oculaire et des muscles des paupières.

Nerf crânien	Muscles
Oculomoteur commun (oculomoteur) (III)	Droit supérieur Droit interne Droit inférieur Petit oblique Releveur de la paupière supérieure Grand oblique
Pathétique (trochléaire) (IV) Oculomoteur externe (abducens) (VI) Facial (VII)	Droit externe Frontal Orbiculaire de la paupière supérieure Orbiculaire de la paupière inférieure
- Branche zygomatique supérieure - Branche zygomatique inférieure	



Vascularisation

Les vaisseaux intraorbitaires présentent des variations individuelles importantes, surtout pour les artères, le trajet des veines étant plus constant. Schématiquement, les artères sont situées dans le cône musculaire près du sommet de l'orbite et dans la partie supérieure de l'orbite en avant. Les veines sont localisées en périphérie et en dehors du cône musculaire (fig 8). Au contraire d'autres organes, les veines n'accompagnent pas les artères au niveau de l'orbite. Pour la pratique de l'anesthésie locorégionale, il est important de retenir que la vascularisation est dense dans la partie postérieure de l'orbite, alors qu'elle l'est moins en avant et en dehors ; à ce niveau les vaisseaux sont internes.

Artères

L'artère ophtalmique, branche de la carotide interne, pénètre dans l'orbite avec le nerf optique par le canal optique. Elle croise la face externe du nerf optique à 5 ou 10 mm en avant du trou optique, puis elle longe la face supérieure de ce nerf jusqu'à la base de l'orbite. Dans 20 % des cas, l'artère ophtalmique est en dessous du nerf optique. L'artère centrale de la rétine est une branche de l'artère ophtalmique ; elle perce le manchon dure-mérien du nerf optique, habituellement à 1,25 cm du pôle postérieur du globe.

Veines

La veine ophtalmique supérieure, la plus importante, et dont le trajet est relativement constant, émerge de la partie interne de la paupière supérieure. Après un trajet intraconique, elle se draine dans le sinus caverneux comme la veine centrale de la rétine. La veine ophtalmique inférieure quitte l'orbite par la partie inférieure de la fente sphénoïdale.

Nerfs des muscles extrinsèques

Les nerfs moteurs des muscles droits et du petit oblique ont un trajet intraconique. Au contraire, le nerf trochléaire ou pathétique (IV) est à l'extérieur du cône, et pénètre le corps musculaire du grand oblique au niveau de sa face supérolatérale. Cette différence anatomique explique que lors d'un bloc rétrobulbaire avec un volume faible d'anesthésique local, le grand oblique ne soit pas bloqué, ou de façon retardée.

Nerf trijumeau

Le nerf trijumeau, surtout par sa branche ophtalmique, est le nerf sensitif de l'œil et de ses annexes (fig 7). Avant son entrée dans l'orbite, le nerf ophtalmique se divise en trois : les nerfs nasal ou nasociliaire, lacrymal et frontal.

Ganglion ciliaire

Le ganglion ciliaire ou ophtalmique est situé à 1 cm de la pointe de l'orbite et à 1,5 cm en arrière du pôle postérieur du globe. Il se place entre le nerf optique et l'artère ophtalmique en dedans et le muscle droit externe en dehors. C'est un ganglion périphérique du système parasympathique. De sa partie antérieure émergent huit à dix branches appelées nerfs ciliaires courts. Sa partie postérieure reçoit trois racines : motrice ou parasympathique, sensitive et sympathique. La racine parasympathique provient du III par l'intermédiaire du nerf du petit oblique ; les fibres sont pré-ganglionnaires et font relais dans le ganglion ciliaire. La racine sensitive provient du nerf nasociliaire et transmet la sensibilité du globe. La racine sympathique contient des fibres post-ganglionnaires provenant du ganglion cervical supérieur qui cheminent dans le plexus entourant la carotide interne. Ils traversent le ganglion ciliaire sans faire relais et atteignent le globe par les nerfs ciliaires courts.

Nerf facial

Le nerf temporal et le nerf zygomatique, branches terminales du nerf facial, innervent la peau du front, les muscles du sourcil et l'orbiculaire des paupières.

Innervation sympathique et parasympathique

Le parasympathique intervient dans l'accommodation, le myosis et la sécrétion lacrymale. La stimulation sympathique entraîne une mydriase.

Physiologie de la pression intraoculaire

La pression intraoculaire (PIO) est définie comme la pression exercée par le contenu du globe sur sa paroi. La PIO normale varie de 10 à 20 mmHg, avec des variations diurnes de 2 à 3 mmHg. Cette valeur de PIO maintient la forme du globe et les propriétés optiques des surfaces de réfraction. Une augmentation permanente de la PIO, comme c'est le cas lors du glaucome, compromet la vision par ischémie du nerf optique. La PIO est mesurée par diverses techniques, la tonométrie à aplanissement (tonomètre de Goldmann ou de Perkins) étant le plus couramment utilisée. La PIO dépend de trois facteurs :

- le volume et la compliance des structures intraoculaires liquidiennes, essentiellement humeur aqueuse, corps vitré et volume sanguin choroïdien ;
- la compliance de la sclère ;
- la pression extrinsèque exercée sur les parois du globe par les muscles oculaires et l'orbiculaire des paupières ^[78].

Dans les conditions physiologiques, le rôle essentiel de régulation de la PIO est joué par l'humeur aqueuse et sa circulation.

Formation et drainage de l'humeur aqueuse

L'humeur aqueuse est un liquide pratiquement dépourvu de protéines. Son volume moyen est de 0,30 mL. Elle est formée par ultrafiltration plasmatique (20 %) et par sécrétion active (80 %) au niveau de l'épithélium ciliaire. La

Tableau II. – Facteurs modifiant la pression intraoculaire.

Cinétique de la circulation de l'humeur aqueuse	Production Réabsorption
Volume sanguin choroïdien	Autorégulation Pression veineuse centrale - Congestion veineuse et augmentation de la PIO - Toux - Vomissements - Hyperpression intrathoracique : ventilation, PEP, pneumopéritoine - Manœuvre de Valsalva - Gêne au drainage veineux céphalique : position (Trendelenburg), compression veineuse - Obstruction des voies aériennes supérieures - Réduction de la PIO : position proclive PaCO ₂ , PaO ₂ Équilibre acidobasique
Volume du corps vitré	Pression osmotique
Tonus des muscles extrinsèques de l'œil	Contrôle nerveux

PIO : pression intraoculaire ; PEP : pression expiratoire positive.

sécrétion s'effectue au niveau des cellules épithéliales des procès ciliaires qui contiennent des enzymes, cytochrome oxydase et anhydrase carbonique, qui assurent le transport actif des ions à travers la barrière hématoaqueuse.

L'humeur aqueuse, formée au niveau de la chambre postérieure, passe par la pupille vers la chambre antérieure et par un flux centrifuge atteint l'angle iridocornéen où elle traverse le maillage trabéculaire pour pénétrer le canal de Schlemm (fig 4). Après passage dans le canal de Schlemm, l'humeur aqueuse est reprise par des veines qui se drainent dans les veines épisclérales.

L'équilibre entre sécrétion et absorption est complexe et influencé par de nombreux facteurs. Il peut être rompu par des facteurs mécaniques, hormonaux, nerveux et médicamenteux. Le blocage mécanique de l'angle iridocornéen par la racine de l'iris induit un glaucome aigu. Celui-ci peut être déclenché par une dilatation de la pupille qui refoule l'iris vers l'avant. Les agents parasymphomimétiques, comme la pilocarpine et l'ésérine, diminuent la PIO par un effet mécanique (myosis) sur la racine de l'iris et peut-être par une action sur le trabéculum. Les bêtabloquants administrés en collyre diminuent la PIO en agissant à la fois sur les vaisseaux des procès ciliaires et sur le muscle ciliaire. L'acétazolamide (Diamox®), par voie générale, et le dorzolamide (Trusopt®) en collyre, diminuent la sécrétion de l'humeur aqueuse par blocage de l'anhydrase carbonique.

Variations de la pression intraoculaire

Facteurs physiologiques

Dans les variations de la PIO, les facteurs qui modifient le volume intraoculaire sont prépondérants (tableau II). Le corps vitré est un gel aqueux dont les modifications de volume sur une période courte sont faibles. Les facteurs les plus importants sont l'humeur aqueuse et le volume sanguin choroïdien. Le rôle de l'humeur aqueuse a été évoqué ci-dessus. Le volume sanguin choroïdien varie surtout avec la pression veineuse centrale. L'influence de la pression artérielle est faible car le débit sanguin de l'artère ophtalmique bénéficie d'une autorégulation. Ainsi, chez le chat, des variations de la pression artérielle entre 25 et 215 mmHg ne modifient que peu le volume sanguin choroïdien et donc la PIO [72]. L'influence de la pression veineuse centrale est plus nette. Son augmentation entraîne une congestion des veines choroïdiennes et une réduction du drainage par les veines épisclérales dont le résultat est une augmentation de la PIO. L'hypercapnie, en dilatant les veines choroïdiennes, augmente la PIO. L'hypoxémie augmente la PIO, mais a un effet moindre que l'hypercapnie. Cependant, les variations de PaCO₂ et de PaO₂ habituellement observées en anesthésie n'ont qu'un effet modéré sur la PIO. Le clignement des paupières et la fermeture forcée des paupières peuvent élever la PIO jusqu'à 70 mmHg.

Facteurs chirurgicaux et anesthésiques

Les traités classiques ont insisté sur la prévention des facteurs qui, au cours de l'anesthésie et de la chirurgie, augmentaient la PIO. L'augmentation de la PIO doit surtout être évitée lors de la chirurgie à globe ouvert, dont la fréquence se réduit avec la généralisation de la phacoémulsification pour la chirurgie de la cataracte. En effet, par définition, la notion de PIO ne s'applique que si le globe est fermé. Lors de l'ouverture chirurgicale ou traumatique du globe, la PIO s'équilibre avec la pression atmosphérique. Dans ce cas, lorsque le volume du contenu intraoculaire augmente, une extrusion du contenu oculaire (prolapsus de l'iris et du cristallin, issue de vitré) par l'incision chirurgicale ou la plaie peut se produire. La forme la plus grave de cette complication peropératoire est l'hémorragie expulsive, qui est une hémorragie sous-choroïdienne dont la poussée vers l'avant entraîne une expulsion du contenu oculaire à travers l'incision sclérale.

Facteurs chirurgicaux

De nombreux facteurs chirurgicaux peuvent augmenter la PIO et ces variations sont souvent nettement plus importantes que celles induites par l'anesthésie. L'irrigation intraoculaire avec un soluté électrolytique élève la PIO, la variation dépendant de la hauteur de la colonne de perfusion. Ainsi, lors de la phacoémulsification, la PIO moyenne est de 30 mmHg. Dans la chirurgie du segment postérieur, les manipulations du globe induisent des augmentations importantes de la PIO [40]. En période postopératoire, les reliquats de substances viscoélastiques dans la chambre antérieure par blocage du trabéculum ou la présence de gaz expansifs (SF₆, C₂F₆, C₃F₈) au niveau du vitré sont des facteurs d'augmentation de la PIO.

Facteurs anesthésiques

L'anesthésie peut influencer la PIO par des facteurs directs (médicaments anesthésiques) ou indirects (intubation, ventilation). Chez les patients à PIO normale et chez ceux à PIO élevée, à l'exception de la kétamine, tous les anesthésiques intraveineux et par inhalation diminuent la PIO [7, 9, 25, 43, 67, 68, 72]. La diminution de la PIO est en moyenne de 20 à 30 %, soit 3 à 6 mmHg. Cette réduction de la PIO est due, soit à un effet direct (réduction de la sécrétion ou augmentation de la réabsorption de l'humeur aqueuse, diminution du volume sanguin choroïdien), soit à un effet indirect par action sur des facteurs aussi divers que le tonus des muscles extrinsèques, le tonus sympathique et la vasomotricité, la pression veineuse centrale, le sommeil anesthésique et l'influence du système nerveux central sur la PIO. Pour la plupart des anesthésiques, les effets indirects sont prépondérants. Cependant, il est possible que les mécanismes de réduction de la PIO soient légèrement différents selon les médicaments. Par exemple, il a été montré que l'halothane réduisait le débit sanguin choroïdien, et que le propofol diminuait la production d'humeur aqueuse [7]. L'importance de la diminution de la PIO est en partie liée à la profondeur de l'anesthésie. La kétamine augmente la PIO. Cependant, cette augmentation est modérée et la PIO se normalise avant le début de l'acte opératoire. La kétamine n'a plus d'indications en dehors de l'anesthésie de l'enfant qui doit subir un examen ophtalmologique.

Les morphiniques ne modifient pas ou diminuent légèrement la PIO. Les curares non dépolarisants diminuent la PIO. La succinylcholine augmente la PIO, en moyenne de 8 mmHg et cette augmentation dure de 5 à 10 minutes (cf infra) [55]. L'antagonisation des curares ne modifie pas la PIO. Dans la pratique clinique, l'effet des médicaments de l'anesthésie sur la PIO n'est pas un critère essentiel dans leur choix. En effet, les mesures des variations de la PIO sont faites chez des patients à PIO normale et la diminution de quelques mmHg de la PIO n'a aucune incidence sur les conditions opératoires.

La laryngoscopie et l'intubation trachéale augmentent la PIO pendant quelques minutes. Cette augmentation est moindre lors de la mise en place d'un masque laryngé [2, 12]. Par l'intermédiaire d'une variation de la pression veineuse centrale, la position modifie la PIO. Celle-ci augmente en position de Trendelenburg et diminue en proclive.

L'injection de l'anesthésique local lors d'un bloc rétrobulbaire ou péribulbaire augmente la PIO, des valeurs supérieures à 40 mmHg pouvant être mesurées. La PIO se normalise en quelques minutes par diffusion de l'anesthésique local. Cette diffusion est favorisée par l'application d'une compression oculaire.

En période postopératoire, des augmentations transitoires de la PIO, atteignant 40 mmHg, sont observées lors des efforts de toux, et lors des nausées et des vomissements. Ces variations n'ont aucun effet néfaste pour l'œil intact car elles sont amorties par les changements du volume de l'humeur aqueuse.

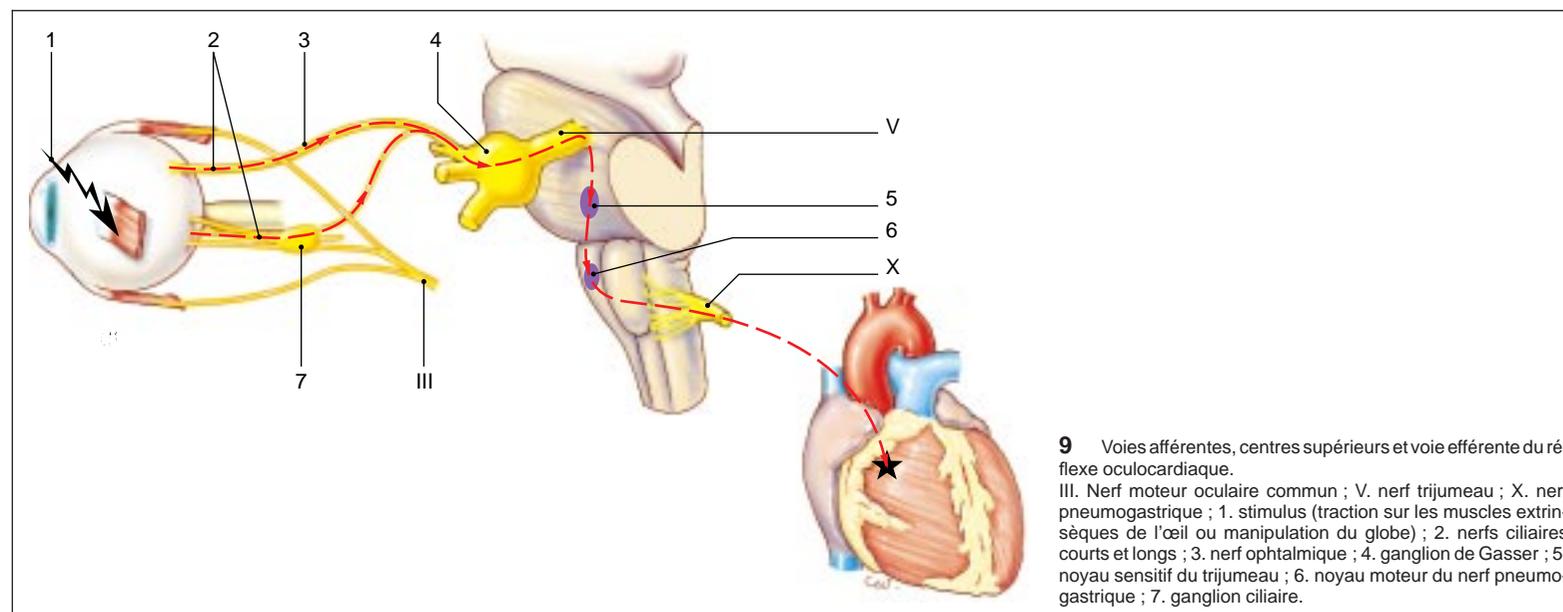


Tableau III. – Facteurs déclenchant ou favorisant le réflexe oculocardiaque.

Stimulation des structures intraorbitaires	- Contact de l'œil avec un liquide froid - Traction sur les muscles oculaires extrinsèques - Manipulation du globe oculaire - Dissection des structures intraorbitaires
Hypertonie oculaire	- Peropératoire : irrigation, injection intravitréenne de gaz - Postopératoire : substances viscoélastiques dans la chambre antérieure, gaz expansifs intravitréens
Hypertonie intraorbitaire	- Injection rétrobulbaire ou péribulbaire - Hématome intraorbitaire
Facteurs généraux	- Liés au patient : enfant, anxiété, hypercapnie, traitement par bêtabloquants (voie générale, collyres) - Liés à l'anesthésie : anesthésie superficielle, médicaments anesthésiques bradycardisants (morphiniques, vécuronium, propofol)

Réflexe oculocardiaque

Le réflexe oculocardiaque (ROC) a été décrit en 1908 par Aschner et Dagnini. Il désigne la bradycardie et les signes cliniques associés survenant lors de la stimulation des structures intraorbitaires [16, 79]. Ce réflexe est surtout déclenché par la traction sur les muscles oculaires extrinsèques, par la compression du globe, et par l'augmentation de la pression intraorbitaire. Le ROC s'apparente à d'autres réflexes à point de départ céphalique, comme le réflexe oculo-respiratoire, le réflexe blépharocardiaque (déclenché par une traction sur les muscles palpébraux), le réflexe trigéminovagal et le réflexe de plongée (*diving reflex*) [5, 17, 96].

L'arc réflexe du ROC comporte les voies nerveuses suivantes (fig 9) : récepteurs périphériques de type mécanorécepteurs et stretch récepteurs situés au niveau du contenu orbitaire, fibres afférentes qui empruntent les nerfs ciliaires courts et longs, le ganglion ciliaire, la branche ophtalmique du nerf trijumeau, le ganglion de Gasser, et qui se terminent au niveau du noyau sensitif du trijumeau. À partir de ce noyau, des fibres internocléaires de la substance réticulée se projettent sur le noyau moteur du pneumogastrique. Les fibres efférentes cheminent par le nerf vague et atteignent les récepteurs muscariniques des organes périphériques comme le cœur.

La durée du ROC dépendrait en partie du type de facteur déclenchant. Ainsi, si le ROC est lié à la traction sur les muscles extrinsèques, sa durée est brève. S'il est dû à la stimulation de structures intraorbitaires, il peut être plus prolongé. Le ROC est un réflexe épuisable, puisque la répétition des stimulations s'accompagne d'une atténuation des réponses induites.

Le ROC est surtout observé lors de la chirurgie du strabisme et de la chirurgie vitréorétinienne. Une traction douce et progressive sur les muscles extrinsèques réduit sa fréquence de survenue. Le ROC peut aussi être déclenché par la stimulation d'une orbite vide [56], par la constitution d'un hématome rétro-orbitaire ou par l'hypertension intraorbitaire induite par une anesthésie rétro- ou péribulbaire, surtout si l'injection est rapide. D'une manière générale, le ROC peut être noté lors de toute augmentation de la pression intraorbitaire ou intraoculaire (tableau III). Ainsi, en phase postopératoire, une augmentation de la PIO peut déclencher le ROC. Il est aussi favorisé par le jeune âge, l'anxiété, l'hypercapnie et un traitement par bêtabloquants. Les médicaments anesthésiques qui entraînent une bradycardie favorisent le ROC. Ainsi, il est plus fréquent avec un protocole anesthésique associant propofol, morphinique et vécuronium [11]. Sa fréquence est réduite par le bloc rétro- ou péribulbaire [14]. Le contact de l'œil avec une solution froide peut déclencher le ROC. Le ROC n'est pas plus fréquent chez des patients ayant constitutionnellement un tonus vagal augmenté [6].

Le ROC se traduit par une bradycardie sinusale transitoire. Le rythme cardiaque est inférieur à 50, voire 30 b·min⁻¹ ; une asystole transitoire peut s'observer. La bradycardie est maximale environ 5 secondes après le début de la traction musculaire. En principe, il y a toujours un échappement vagal, et un arrêt cardiaque qui persiste doit faire rechercher une autre cause. Si la traction musculaire est maintenue, la fréquence cardiaque peut se réaccélérer. À l'arrêt brusque de la traction, la fréquence cardiaque augmente encore. Le ROC pourrait donc comporter une phase cholinergique initiale et une phase adrénergique secondaire de contre-réaction, qui correspondrait à l'échappement vagal [19]. D'autres troubles du rythme peuvent s'observer, tels des extrasystoles, un bigéminisme, un rythme jonctionnel ou un bloc auriculoventriculaire. Les autres symptômes, malaise, nausées et vomissements, douleurs abdominales, vasoconstriction, sudation et hypersialorrhée sont moins fréquents.

Une prémédication comportant des médicaments vagolytiques ne prévient pas complètement le ROC. L'atropine est partiellement efficace par voie intramusculaire, mais il faut des doses qui accélèrent la fréquence cardiaque, soit 10 à 15 µg·kg⁻¹. À ces doses, les effets secondaires de l'atropine étant fréquents, une prémédication systématique par l'atropine dans le but de prévenir le ROC n'est pas recommandée. L'atropine est plus efficace que le glycopyrrolate [53]. L'effet préventif de l'atropine est plus constant si l'injection est intraveineuse. L'effet de l'atropine est maximal 80 secondes après son injection. Cependant, le ROC étant de survenue variable et n'ayant pas de caractère de gravité, il ne justifie pas une injection systématique d'atropine avant le début de la stimulation chirurgicale. La fréquence du ROC peut être réduite par différents moyens. Le plus simple est la douceur des manipulations chirurgicales. Lorsque la fréquence cardiaque est inférieure à 40-45 b·min⁻¹, et que la bradycardie persiste malgré l'arrêt des manipulations chirurgicales, l'injection intraveineuse de 10 à 15 µg·kg⁻¹ d'atropine est justifiée. Lorsque l'atropine est injectée à l'acmé du ROC elle peut, paradoxalement, déclencher des troubles du rythme cardiaque. Lors de la chirurgie du strabisme chez l'enfant, l'injection sous-conjonctivale de lidocaïne, notamment à proximité du muscle droit interne, prévient le ROC [84].

Le réflexe oculo-respiratoire est un autre réflexe déclenché par la stimulation oculaire et qui se traduit par une bradypnée, un rythme ventilatoire irrégulier, et parfois une apnée [17]. Ce réflexe a les mêmes voies afférentes que le ROC, mais le stimulus est projeté sur les centres respiratoires (centre pneumotaxique et centres bulbaires) et les voies efférentes empruntent le nerf phrénique et les autres nerfs des muscles respiratoires [17]. Ce réflexe n'est donc pas inhibé par l'atropine.

Anesthésie pour chirurgie ophtalmologique

Évaluation préanesthésique

Étant surtout une chirurgie programmée, la chirurgie ophtalmologique facilite la consultation à distance de l'acte. La plupart des actes étant de durée courte (20 minutes, voire moins pour la chirurgie de la cataracte) ou moyenne (60 à 90 minutes), le nombre de patients se présentant à la consultation d'anesthésie est important. Il faut donc une organisation rigoureuse pour la gestion des rendez-vous et des examens complémentaires. L'évaluation préopératoire est facilitée par l'utilisation de questionnaires de santé, focalisant sur les antécédents importants. Dans la chirurgie de la cataracte, le deuxième œil est souvent opéré à quelques semaines d'intervalle. La répétition des examens complémentaires est le plus souvent inutile, mais une nouvelle consultation d'anesthésie est indispensable en raison de l'âge et des antécédents de ces patients. La charge émotionnelle de la chirurgie ophtalmologique est importante. Le médecin anesthésiste doit avoir de bonnes connaissances en ophtalmologie pour pouvoir répondre en termes simples aux questions du patient et calmer son anxiété. Il faut aussi donner des explications sur le déroulement de l'anesthésie et sur la technique de l'anesthésie péribulbaire. Le patient ayant peur de la « piqûre », il faut lui dire que la ponction se fera sans douleur, dans la paupière et non dans l'œil. La crainte de voir les instruments opérant au niveau de l'œil est calmée en indiquant au patient que l'installation peropératoire et l'anesthésie suppriment la vision directe des manipulations chirurgicales.

Le choix de la technique anesthésique se fait en concertation avec le chirurgien, surtout pour la chirurgie du segment postérieur. Pour l'anesthésie périoculaire, il est utile de disposer de la longueur axiale du globe, mesurée par échographie. Un globe allongé, comme lors de la myopie, doit rendre prudent, surtout si la longueur axiale dépasse 30 mm.

Examens complémentaires

Les examens complémentaires sont réalisés en fonction des antécédents et de l'âge du patient, en accord avec les recommandations et les références médicales opposables. En pratique, en l'absence de symptômes cardiaques, un électrocardiogramme (ECG) n'est prescrit qu'à partir de 50 ans chez les hommes et de 55 ans chez les femmes. La radiographie thoracique n'est pas indispensable, et ceci quel que soit l'âge du patient. Les tests d'hémostase, numération plaquettaire et temps de céphaline avec activateur sont réalisés par certains médecins anesthésistes avant toute anesthésie périoculaire. La chirurgie ophtalmologique n'interfère pas avec les grandes fonctions vitales, ce qui rend la réalisation d'examen plus complexes rarement nécessaires.

La réalisation systématique d'un frottis conjonctival et la prescription d'un collyre antibiotique en cas d'identification d'un germe sont considérées comme inutiles par la plupart des auteurs.

Cas particuliers

Sujet âgé

Les sujets âgés sont une fraction importante du recrutement. L'intervention ophtalmologique est souvent un élément essentiel pour l'amélioration de l'autonomie de ces patients, le handicap visuel pouvant limiter considérablement les actes de la vie quotidienne. L'évaluation préanesthésique précise les maladies associées, leur stabilisation et les traitements médicamenteux. L'évaluation cardiovasculaire recherchera des signes d'insuffisance cardiaque, d'atteinte des artères à destination céphalique et précisera les modifications électrocardiographiques (bradycardie lors d'un traitement bêtabloquant, troubles de la conduction intracardiaque) qui sont très fréquentes dans cette population. S'agissant d'une chirurgie peu invasive, il n'y a que peu de contre-indications anesthésiques, d'autant plus que presque tous les actes sont réalisés sous anesthésie locale. L'application de cette dernière est rarement impossible, même en présence d'un tremblement (maladie de Parkinson, tremblement sénile) ou de troubles cognitifs. La contre-indication anesthésique est le plus souvent temporaire, le délai nécessaire à l'équilibration d'une maladie évolutive. Une arthrose cervicale, dorsolombaire ou des hanches impliquera des précautions pour le positionnement sur la table d'opération.

En cas de chirurgie ambulatoire, il faut vérifier la présence d'une personne de la famille capable de comprendre les soins postopératoires.

Pédiatrie

Les problèmes spécifiques de l'anesthésie pédiatrique sont envisagés ci-après.

Diabète

Les complications ophtalmologiques nécessitant une intervention sont

fréquentes lors du diabète. Le jeûne postopératoire étant de brève durée, l'anesthésie du patient diabétique pose peu de problèmes et obéit aux règles édictées dans l'article consacré aux diabétiques dans ce traité (Grimaud D, Ichai C, Raucoules M, Levraut J. Anesthésie et réanimation du diabétique. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Anesthésie-Réanimation, 36-650-1-10, 1996 1-20). Le diabète bien équilibré ne contre-indique pas l'anesthésie ambulatoire.

Antécédents respiratoires

L'insuffisance respiratoire chronique peut gêner le maintien du décubitus dorsal. En cas de toux productive, un traitement par des fluidifiants bronchiques est prescrit. Une infection bronchique justifie un traitement antibiotique et le report de l'intervention jusqu'à l'amélioration des symptômes. En cas d'anesthésie locale, il faut éviter les champs étanches en raison du risque de rétention de CO₂. L'asthme stabilisé ne pose habituellement pas de problème. C'est une indication de l'anesthésie locorégionale, car elle évite la stimulation trachéale de l'intubation.

Traitement médicamenteux au long cours

Comme pour les autres types de chirurgie, la plupart des traitements médicamenteux au long cours sont poursuivis jusqu'au matin de l'intervention. Le traitement est réinstitué dans l'après-midi avec la reprise de l'alimentation orale. La consultation est l'occasion d'un ajustement des doses et éventuellement d'une simplification du traitement avec suppression des médicaments non indispensables. Il ne faut pas oublier de rechercher d'éventuels effets secondaires systémiques liés aux collyres^[71]. Ce problème existe surtout pour les collyres antiglaucomateux (cf infra).

Le problème le plus important est soulevé par les médicaments interférant avec l'hémostase en raison de la gravité d'une complication hémorragique lors de l'anesthésie locale ou durant l'acte chirurgical. Parmi les antiagrégants plaquettaires, il faut faire une différence entre l'aspirine et la ticlopidine. L'arrêt de la ticlopidine, une semaine avant l'intervention, est préconisé par la majorité des auteurs. L'attitude vis-à-vis de l'aspirine est plus variable, certains chirurgiens acceptant la poursuite du traitement. De même, la réalisation d'une anesthésie périoculaire chez un patient traité par aspirine est un sujet de controverse. Si l'indication cardiovasculaire ne permet pas l'arrêt des antiagrégants, un relais par le flubiprofène (Cébutid®), par l'héparine standard (Calciparine®) ou les héparines de bas poids moléculaire est institué, après discussion avec le cardiologue. En cas de traitement par antivitamines K, plusieurs attitudes sont possibles, dictées principalement par l'indication du traitement (arythmie complète par fibrillation auriculaire, patient ayant une valve cardiaque mécanique). Le plus souvent, les antivitamines K peuvent être arrêtées pendant quelques jours, avec ou sans relais par l'héparine standard ou de bas poids moléculaire. Une autre option consiste à poursuivre le traitement antivitamines K, et à opérer en ayant recours à une anesthésie topique ou à une anesthésie sous-ténonienne.

Prémédication

La prescription d'une prémédication sédatrice et anxiolytique est adaptée à l'âge et à l'état psychologique du patient. La prescription systématique d'un vagolytique pour prévenir le réflexe oculocardiaque n'est pas conseillée. La prévention de la maladie thromboembolique est réservée aux patients à risque et aux interventions nécessitant un allongement pendant quelques jours.

L'endophtalmie est le risque infectieux majeur de la chirurgie ophtalmologique. Le plus souvent, ce sont les germes conjonctivaux (staphylocoque coagulase négative, streptocoques) du patient qui sont en cause. Cependant, pour la chirurgie ophtalmologique courante, l'antibioprophylaxie systématique par voie générale n'est pas indiquée. La désinfection soignée de l'œil par la polyvidone iodée (Bétadine®) est la mesure préventive la plus importante. Les cas où une antibioprophylaxie est justifiée sont : les traumatismes oculaires perforants, l'issue peropératoire de vitré, l'implantation secondaire d'un cristallin artificiel, certaines réinterventions et certains patients à risque (diabétiques, immunodéprimés). Les voies d'administration locale des antibiotiques (sous-conjonctivale, intravitréenne, intracaméculaire) ne pouvant être utilisées que ponctuellement, l'antibioprophylaxie est administrée par voie orale ou parentérale. Les antibiotiques ayant la meilleure diffusion intraoculaire sont les fluoroquinolones, la ceftazidime, l'imipenem, et la fosfomycine^[22]. La ceftriaxone et la pipéracilline ont une pénétration un peu plus faible. Les associations quinolones et pipéracilline ou quinolones et fosfomycine sont les plus utilisées.

Techniques anesthésiques

Généralités

La gravité des complications infectieuses justifie le respect des mêmes règles d'asepsie que dans un autre bloc opératoire. La désinfection est débutée au moment de l'anesthésie locale et complétée au bloc par l'irrigation oculaire avec une solution de polyvidone iodée (Bétadine® 5 %). La mydriase est indispensable pour la plupart des actes, et si au moment de l'arrivée du patient au bloc opératoire la dilatation pupillaire est insuffisante, des collyres mydriatiques sont réadministrés. L'installation du patient et du matériel d'anesthésie se fait en fonction du type d'acte. Le plus souvent, le chirurgien s'installe à la tête du patient dans l'axe du corps. Le microscope opératoire est fixé par un bras plafonnier ou mobile sur pied. L'appareil d'anesthésie et les appareils de monitoring sont placés du côté opposé à celui où sont disposés les appareils de l'opérateur. L'installation du patient, en décubitus strict (phacoémulsification) ou en léger proclive, doit être confortable, surtout lors des anesthésies locales. En cas d'arthrose lombaire, les genoux légèrement fléchis sont soutenus par un coussin. La tête est maintenue avec le cou en position neutre. Le monitoring est celui exigé par le décret du 5 décembre 1994. En cas d'anesthésie locale, une oxygénothérapie est recommandée, soit par sonde nasale ou par lunette, soit le plus souvent par apport d'un flux libre d'oxygène sous les champs opératoires qui forment une tente appliquée de façon non étanche sur le nez et la bouche du patient.

Anesthésie générale

Les techniques habituelles d'anesthésie générale peuvent être utilisées. Le choix des médicaments se fait plus en fonction de leurs propriétés pharmacocinétiques et pharmacodynamiques qu'en fonction de leurs effets sur la PIO. Dans les modifications périopératoires de la PIO, les médicaments ont un rôle moins important que les événements ventilatoires (intubation, toux, poussée sur la sonde d'intubation) et les efforts de vomissements lors du réveil (cf supra).

Chez le sujet âgé, et en cas de traitement par les diurétiques ou les bêtabloquants, le propofol peut induire une hypotension artérielle excessive, d'autant plus que la stimulation chirurgicale, surtout dans la chirurgie de la cataracte, est insuffisante pour normaliser la pression artérielle [11, 57]. L'étomidate est une alternative possible dans quelques indications précises, comme le patient insuffisant cardiaque [68].

Le cas de la succinylcholine est envisagé dans le paragraphe « Traumatismes oculaires ». Dans les protocoles anesthésiques, la place de la succinylcholine est restreinte et la curarisation est réalisée avec les curares non dépolarisants d'action intermédiaire (vécuronium, atracurium, rocuronium, mivacurium). La chirurgie ophtalmologique peut se faire sans curare, mais dans ce cas il faut que le niveau d'anesthésie soit assez profond pour permettre l'intubation sans effort de toux, et pour éviter le réveil peropératoire.

L'entretien de l'anesthésie est assuré par une technique intraveineuse (anesthésie totale intraveineuse avec une perfusion de propofol) ou par inhalation [91]. Les analgésiques sont utilisés à doses modérées, des doses de fentanyl de 1 à 3 µg·kg⁻¹, ou des doses équivalentes d'alfentanil ou de sufentanil sont le plus souvent suffisantes. Des doses plus importantes sont parfois nécessaires dans la chirurgie du segment postérieur.

Pour le contrôle des voies aériennes, l'intubation reste la technique standard. Les sondes préformées avec coudure vers le menton (sonde Mallinckrodt RAE ou Portex) dégagent le champ opératoire et réduisent le risque de coudure par l'équipe chirurgicale. La laryngoscopie et l'intubation augmentent transitoirement la PIO. Le masque laryngé renforcé a ses fervents partisans [2]. Ses avantages sont une augmentation modérée et brève de la PIO lors de la pose et, à l'ablation, peu d'efforts de toux et donc une moindre élévation de la PIO par rapport à l'extubation [12]. Son inconvénient principal est son déplacement, avec les difficultés de repositionnement inhérentes à toute chirurgie céphalique. Le masque laryngé ne doit pas être utilisé si les pressions d'insufflation sont trop élevées, chez les sujets obèses et en cas d'antécédents respiratoires majeurs. La ventilation est le plus souvent contrôlée car elle permet le maintien de la normocapnie. Le *monitoring* de la concentration des anesthésiques volatils est le garant d'un niveau d'anesthésie stable.

Anesthésies locorégionales

Anesthésies périoculaires

Le terme d'anesthésie périoculaire regroupe l'ensemble des techniques décrites sous le nom d'anesthésie rétrobulbaire et péribulbaire. Ces anesthésies réalisent un bloc de conduction des nerfs intraorbitaires par diffusion des anesthésiques locaux. L'anesthésie rétrobulbaire a été la première et pendant longtemps la seule technique d'anesthésie locorégionale utilisée pour la chirurgie ophtalmologique [8, 45]. L'anesthésie péribulbaire a

été décrite en 1986 [18, 26]. L'anesthésie rétrobulbaire est une anesthésie intraconique, la solution anesthésique de faible volume étant déposée dans le cône musculaire en arrière du globe et à proximité du ganglion ciliaire. L'anesthésie péribulbaire est une anesthésie extraconique, la solution anesthésique de volume plus important étant injectée autour du globe et en dehors du cône musculaire.

Généralités

• Aiguilles

Les mêmes aiguilles sont utilisées pour les anesthésies rétro- et péribulbaire. Leurs caractéristiques les plus importantes sont la taille, la longueur, le type du biseau et la forme, droite ou coudée. L'aiguille décrite par Atkinson est une aiguille droite, de 23 Gauge, longue de 30 à 38 mm et dont le biseau est court et émoussé. Les aiguilles actuellement les plus utilisées ont 25 G. Les études anatomiques ont montré le danger des aiguilles dépassant 1,25 pouce (soit environ 31 mm) [50, 54, 95]. En effet, la distance qui sépare le rebord orbitaire temporal inférieur du canal optique varie de 42 à 54 mm. En tenant compte de la longueur du nerf optique, une aiguille de plus de 35 mm peut ponctionner ce nerf. Des aiguilles plus courtes, de 13 à 25 mm, sont utilisées par certains auteurs pour le bloc péribulbaire [45, 46].

Il n'est pas certain que le type de biseau, acéré ou émoussé, joue un rôle dans la survenue d'une perforation accidentelle du globe oculaire [42, 46, 49]. Pour éviter cette complication, il est recommandé d'orienter le biseau vers le globe, c'est-à-dire dans une direction qui maintienne la pointe à distance du globe. Des aiguilles courbes ont été décrites [38].

• Anesthésiques locaux

Les principaux anesthésiques locaux de type amide, prilocaïne, mépivacaïne, étidocaïne, lidocaïne et bupivacaïne ont été utilisés [29]. La ropivacaïne n'a pas l'AMM (autorisation de mise sur le marché) dans cette indication. Le mélange à parts égales de lidocaïne 2 % et de bupivacaïne 0,5 % est la solution anesthésique la plus utilisée. Cette association permet de bénéficier, à la fois du délai d'installation rapide et du bloc moteur de la lidocaïne, et du bloc sensitif et de la durée d'action prolongée de la bupivacaïne. Ce mélange assure une analgésie chirurgicale d'une durée moyenne de 90 minutes, mais l'analgésie résiduelle est souvent de 3 à 4 heures. L'étude des mouvements oculaires par électromyographie a montré que la lidocaïne à 2 % entraînait un bloc moteur dont la régression totale nécessitait 5 à 6 heures [23].

Les solutions anesthésiques peuvent être adrénalinées au 1/200 000 ou au 1/400 000. L'adrénaline améliore la qualité du bloc et prolonge sa durée. Cependant, en France il est habituel d'utiliser des solutions non adrénalinées par crainte de déclencher une vasoconstriction de l'artère ophtalmique. L'alcalinisation des solutions anesthésiques accélère l'installation du bloc et améliore l'akinésie [81, 87, 104]. Cependant, le pH ne doit pas dépasser 7, car il y a un risque de précipitation, surtout avec la bupivacaïne. Les manipulations supplémentaires exigées par cette technique la rendent peu commode. L'adjonction de clonidine aurait certains avantages sur le délai d'installation et la qualité du bloc. La hyaluronidase (Hyaluronidase Choay® poudre lyophilisée, flacons de 250 et 500 UI) à des doses moyennes de 15 UI·mL⁻¹ [1, 28, 81, 86, 87, 99, 104] accélère l'installation du bloc et améliore sa qualité. Les anesthésiques locaux injectés par voie périoculaire sont rapidement réabsorbés. Cependant, aux doses cliniques les concentrations plasmatiques des anesthésiques locaux restent inférieures aux concentrations toxiques [15, 39].

• Préparation

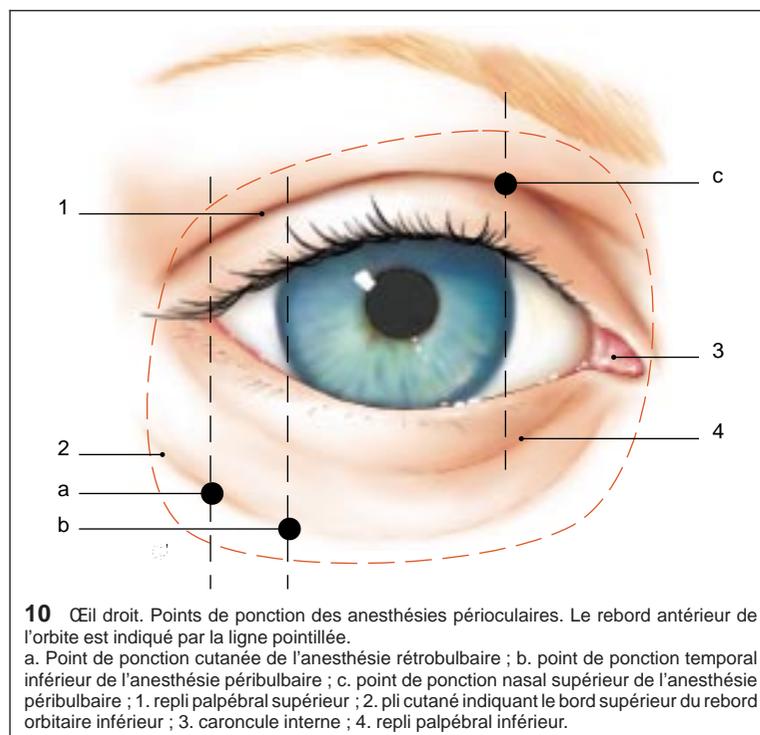
Le patient est installé en décubitus dorsal, tête légèrement surélevée et en extension modérée pour amener le plan du cadre orbitaire en position horizontale. Avant toute anesthésie périoculaire, il faut examiner l'œil, vérifier sa taille, observer l'aspect de la fente palpébrale, des paupières et des plis palpébraux, et par la palpation directe évaluer la mobilité du globe et des paupières. Cet examen détermine le site de ponction et la quantité d'anesthésique local à injecter.

Après avoir vérifié le côté de l'œil à opérer, quelques gouttes d'anesthésique de contact (oxybuprocaine, Novésine®) sont déposées dans le repli conjonctivopalpébral inférieur, assurant l'anesthésie de la conjonctive et de la cornée. La peau périorbitaire et la conjonctive sont désinfectées avec une solution de Bétadine®.

La ponction rétro- ou péribulbaire est le plus souvent précédée d'une sédation, dont le but est de faciliter la ponction et de minimiser son désagrément pour le patient. Cette sédation a recours au fentanyl (1 µg·kg⁻¹) ou à un de ses dérivés ou au propofol (0,3 à 1 mg·kg⁻¹). En revanche, aucune sédation complémentaire n'est administrée pendant toute la durée de l'acte opératoire. La sédation peropératoire, surtout chez le sujet âgé, peut déclencher des réactions paradoxales (agitation, état confusionnel) qui gêneront l'acte chirurgical.

Anesthésie rétrobulbaire

La technique de l'anesthésie rétrobulbaire a été décrite par Labat et réintroduite par Atkinson [8]. De nombreuses autres techniques ont été décrites (technique de Braun ou de Peuckart) mais la technique d'Atkinson est la plus



10 Œil droit. Points de ponction des anesthésies périoculaires. Le rebord antérieur de l'orbite est indiqué par la ligne pointillée. a. Point de ponction cutanée de l'anesthésie rétrobulbaire ; b. point de ponction temporal inférieur de l'anesthésie péribulbaire ; c. point de ponction nasal supérieur de l'anesthésie péribulbaire ; 1. repli palpébral supérieur ; 2. pli cutané indiquant le bord supérieur du rebord orbitaire inférieur ; 3. caroncule interne ; 4. repli palpébral inférieur.

utilisée. L'anesthésie rétrobulbaire se fait par une injection unique temporale inférieure. L'aiguille est introduite à travers la paupière inférieure au tiers externe du bord supérieur du rebord orbitaire inférieur (fig 10, 11). L'aiguille est d'abord perpendiculaire à la peau, puis après avoir dépassé l'équateur du globe, elle est dirigée franchement à 45° en dedans et vers le haut, pour se rapprocher de l'axe optique en arrière du pôle postérieur de l'œil, jusqu'à une profondeur de 30 mm (fig 11). La pénétration dans le cône musculaire qui se fait en dessous du bord inférieur du muscle droit externe est parfois perçue par une perte de résistance. Après un test d'aspiration, un volume d'anesthésique local de 3 à 5 mL est alors injecté au contact du ganglion ciliaire, provoquant une légère ascension du globe. L'anesthésie rétrobulbaire induit un bloc de conduction du ganglion ciliaire, du nerf ophtalmique et des II^e, III^e et VI^e nerfs crâniens ; le bloc du IV^e nerf crânien est souvent retardé. L'analgésie et l'akinésie s'installent en quelques minutes. On observe fréquemment une mydriase et une perte de la vision de la lumière. Le bloc du muscle droit supérieur peut être retardé, parfois une réinjection de 1 ou 2 mL d'anesthésique local est nécessaire. Une compression mécanique est appliquée pendant 10 minutes environ. Dans la technique d'Atkinson, le regard du patient était dirigé vers le haut et en dedans afin d'éviter la perforation du muscle petit oblique et des vaisseaux situés entre les muscles droit inférieur et droit externe. Des études scanographiques ont montré que, dans cette position, le nerf optique est dévié vers le bas et vers le dehors et qu'il se rapproche de l'aiguille de ponction [64, 82, 95]. Cette technique doit donc être abandonnée au profit d'une position neutre du globe, le regard restant horizontal, ou dirigé légèrement en bas et en dehors.

Certains auteurs préconisent une ponction transconjonctivale au niveau du fornix inférieur [45]. Une technique par injection supéro-interne a été décrite [103].

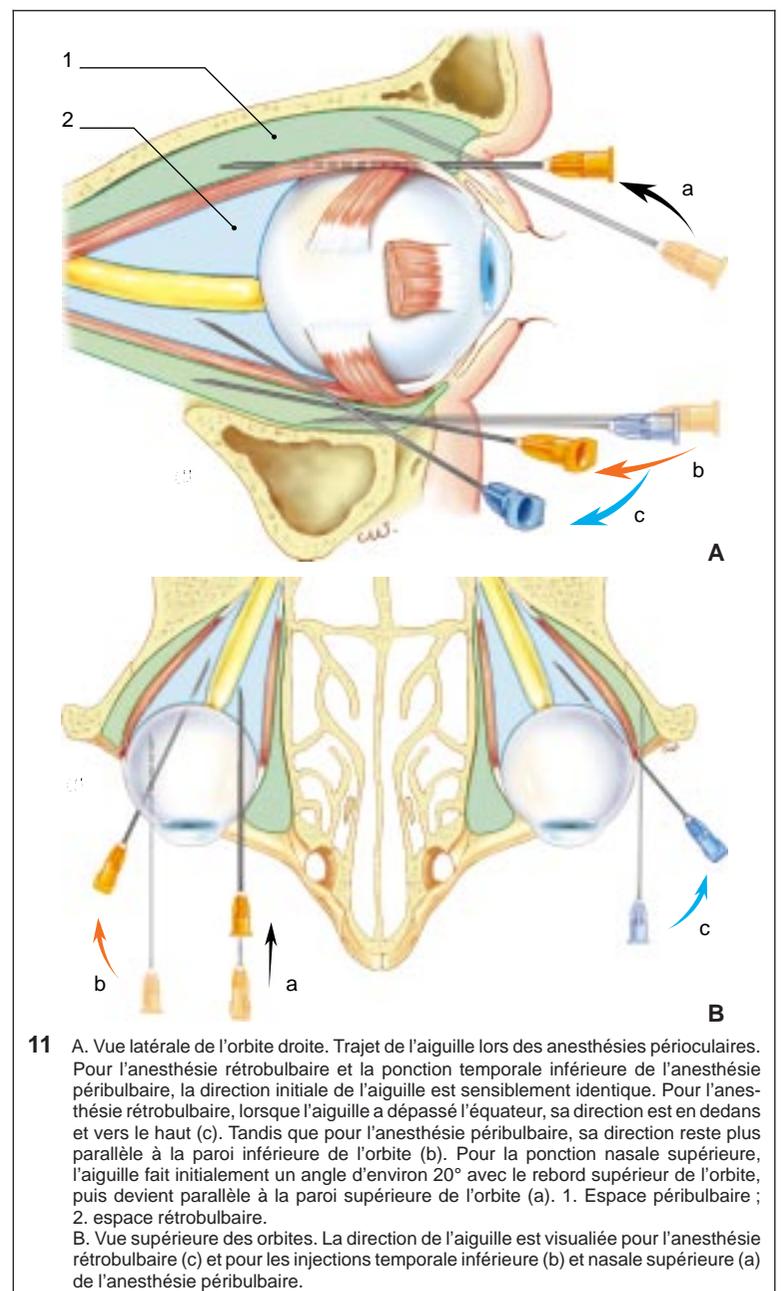
Le bloc est évalué 10 à 15 minutes après l'injection. Si l'akinésie est insuffisante et si elle est nécessaire, on peut, soit faire une réinjection avant la chirurgie, soit demander au chirurgien de compléter l'anesthésie par une injection sous-ténonienne.

Le bloc rétrobulbaire ne bloque pas le muscle orbiculaire des paupières dont l'akinésie nécessite un bloc séparé des branches du nerf facial, habituellement par la technique de Van Lint [32, 33]. Celle-ci est réalisée par une ponction au niveau de l'angle externe de l'œil et une infiltration sous-cutanée en éventail le long des rebords orbitaires inférieur et supérieur. Les autres techniques de blocage du nerf facial (technique de Nadbath ou de O'Brien) sont moins utilisées. Le bloc séparé du nerf facial n'est pas nécessaire si le bloc rétrobulbaire est effectué avec un volume d'anesthésique local plus important (6 ou 7 mL). Dans ce cas, il faut arrêter l'injection, si une hypertonie oculaire apparaît, objectivée par la palpation d'un globe dur et immobile sous une paupière supérieure tendue par l'ascension du globe.

Des techniques combinées ont été proposées. Ainsi, Hamilton utilise une injection rétrobulbaire, qui est complétée, si nécessaire, par une injection péribulbaire au niveau de la caroncule [46, 47].

Anesthésie péribulbaire

Décrite en 1986, l'anesthésie péribulbaire est basée sur le concept de compartiment de diffusion, tel qu'il a été appliqué par Winnie au bloc du



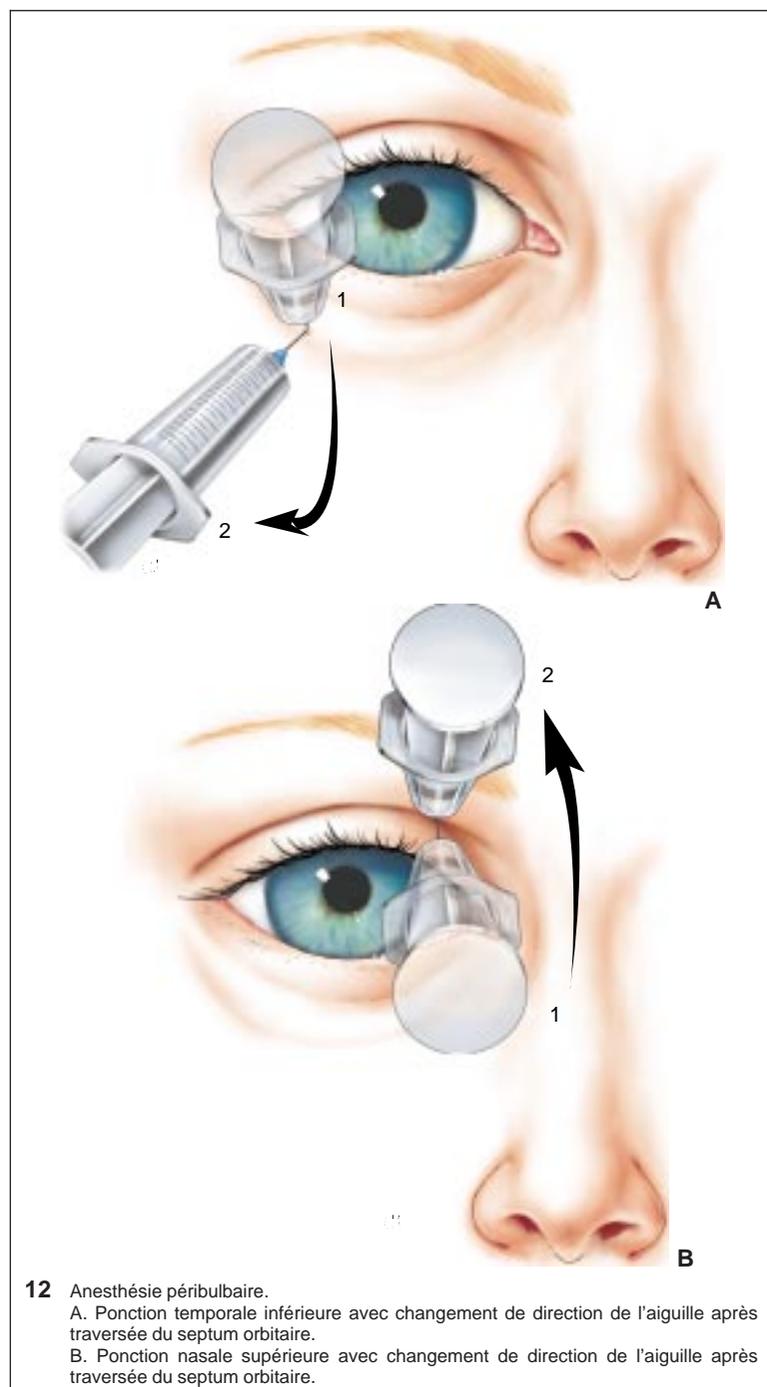
11 A. Vue latérale de l'orbite droite. Trajet de l'aiguille lors des anesthésies périoculaires. Pour l'anesthésie rétrobulbaire et la ponction temporale inférieure de l'anesthésie péribulbaire, la direction initiale de l'aiguille est sensiblement identique. Pour l'anesthésie rétrobulbaire, lorsque l'aiguille a dépassé l'équateur, sa direction est en dedans et vers le haut (c). Tandis que pour l'anesthésie péribulbaire, sa direction reste plus parallèle à la paroi inférieure de l'orbite (b). Pour la ponction nasale supérieure, l'aiguille fait initialement un angle d'environ 20° avec le rebord supérieur de l'orbite, puis devient parallèle à la paroi supérieure de l'orbite (a). 1. Espace péribulbaire ; 2. espace rétrobulbaire. B. Vue supérieure des orbites. La direction de l'aiguille est visualisée pour l'anesthésie rétrobulbaire (c) et pour les injections temporale inférieure (b) et nasale supérieure (a) de l'anesthésie péribulbaire.

plexus brachial [45, 50]. L'absence de barrières étanches entre les deux compartiments intra- et extramusculaires, ainsi qu'entre les différents quadrants orbitaires explique qu'une solution anesthésique injectée dans un seul quadrant de l'orbite, pour peu que son volume soit suffisant, diffuse à l'ensemble de l'orbite.

La technique standard utilise deux injections transcutanées afin de saturer l'ensemble des espaces de diffusion [1, 3, 27, 36, 45, 97].

La ponction inférieure est réalisée dans la région temporale au tiers externe du bord supérieur du rebord orbitaire inférieur. Lors de la ponction cutanée dans le repli palpébral, l'aiguille est perpendiculaire à la paupière et au plan de l'équateur du globe oculaire, celui-ci étant en position neutre (fig 11, 12). Après perforation du septum orbitaire, l'aiguille, son biseau dirigé vers le globe, conserve sa direction jusqu'à l'équateur du globe ; elle est ensuite dirigée, d'environ 20 à 30°, vers le haut et un peu en dedans. L'aiguille est enfoncée de 25 à 30 mm, entre le cône musculaire et la paroi orbitaire (fig 11, 12A). On demande au patient de regarder à droite et à gauche pour vérifier que l'aiguille n'est, ni dans un muscle, ni dans la sclère. Après un test d'aspiration, un volume anesthésique variant de 5 à 10 mL est injecté lentement pour éviter la douleur liée à l'augmentation de la pression intraorbitaire. Pendant l'injection, on vérifie par contact latéral de l'index contre le globe, que l'œil reste mobile dans son orbite. L'augmentation du tonus oculaire et la diminution de la mobilité oculaire passive doivent faire arrêter l'injection. Ces deux signes qui s'observent généralement à la fin de l'injection supérieure traduisent la saturation du volume de la cavité orbitaire. Le massage du globe pendant quelques secondes favorise la diffusion des anesthésiques locaux.

Lors de l'injection inférieure, en fonction de la position de l'aiguille et de la perméabilité et de la compliance des espaces de diffusion, plusieurs cas de figure sont observés :



12 Anesthésie péribulbaire.
A. Ponction temporelle inférieure avec changement de direction de l'aiguille après traversée du septum orbitaire.
B. Ponction nasale supérieure avec changement de direction de l'aiguille après traversée du septum orbitaire.

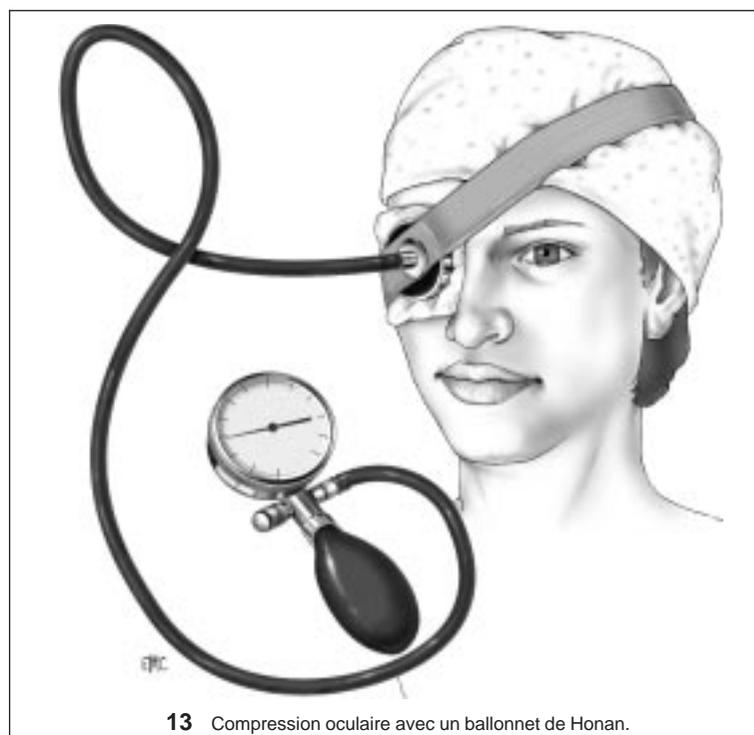
– la diffusion anesthésique est harmonieuse entre les espaces extra- et intraconiques. Le globe monte légèrement, la paupière inférieure se déplisse, puis la paupière supérieure se referme. Ces signes sont prédictifs d'une anesthésie de bonne qualité ;

– la diffusion des anesthésiques est inhomogène, notamment parce que l'aiguille est placée à proximité de la paroi osseuse. La paupière inférieure gonfle exagérément, l'œil ne monte pas et la paupière supérieure ne se déplisse pas. L'analgésie peut être correcte, mais l'akinésie est souvent incomplète ;

– la diffusion des anesthésiques se fait rapidement vers l'espace intraconique. Le résultat est une anesthésie rétrobulbaire, qu'il suffit de contrôler par la palpation du globe et en limitant le volume injecté ;

– l'injection anesthésique est sous-périostée. La pression exercée sur le piston est importante. L'injection doit être arrêtée et l'aiguille repositionnée. La deuxième injection est réalisée dans la région nasale supérieure à proximité immédiate de l'échancrure sus-orbitaire, c'est-à-dire approximativement à la jonction du tiers interne et des deux tiers externes du rebord orbitaire. L'aiguille est enfoncée au niveau du pli palpébral avec un angle de 30° par rapport au plan horizontal et dirigée vers l'os frontal pour éviter tout contact avec la sclère (fig 12B). Après avoir dépassé l'équateur du globe, l'aiguille revient à une position perpendiculaire au plan frontal. À une profondeur de 25 à 30 mm, après avoir vérifié l'absence de ponction vasculaire par aspiration et répété le test de mobilité du globe, 3 à 6 mL d'anesthésique local sont injectés lentement.

La diffusion des anesthésiques locaux à travers le périoste orbitaire vers les nerfs dentaires et maxillaire supérieur explique la sensation d'engour-



13 Compression oculaire avec un ballonnet de Honan.

dissement de la gencive, de la mâchoire et de la région rétromaxillaire que certains patients signalent après une anesthésie péribulbaire. Le volume et la compliance de l'orbite étant variables d'un patient à l'autre, il est parfois nécessaire d'atteindre un volume total de 16 mL pour les deux injections. La meilleure technique est l'adaptation des volumes, en débutant par une injection inférieure de 8 mL, qui est complétée par une injection supérieure en fonction de l'apparition des signes de tension orbitaire.

La pression intraoculaire augmente immédiatement après l'injection. Cette pression se normalise en quelques minutes, avec ou sans compression oculaire [70]. Celle-ci est réalisée, soit avec un sac de mercure, soit avec un ballonnet gonflable, type ballonnet de Honan, dont la pression de 30 mmHg est contrôlée par un manomètre (fig 13). Chez les patients atteints de glaucome, des valeurs de PIO de 40 à 50 mmHg sont notées [74]. La compression est contre-indiquée en cas d'implant ou sur un œil récemment opéré.

L'anesthésie péribulbaire s'accompagne souvent d'un chémosis, qui disparaît grâce à la compression et qui est rarement gênant pour l'acte chirurgical. L'akinésie est évaluée 10 à 15 minutes après les injections initiales. Si l'akinésie est incomplète et selon le type de chirurgie et les désirs du chirurgien, on réinjecte 2 ou 3 mL de solution anesthésique dans le quadrant correspondant au muscle non bloqué, c'est-à-dire, en pratique dans le quadrant temporal inférieur en cas de persistance de mouvements inférieurs et externes et dans le quadrant nasal supérieur en cas de persistance de mouvements supérieurs et internes.

De nombreuses variantes techniques ont été décrites sans qu'aucune n'ait réellement fait la preuve de sa supériorité [3]. Elles diffèrent par le site de ponction, le nombre de ponctions et le type d'aiguille. Certains auteurs remplacent l'injection transpalpébrale par une injection transconjonctivale [92]. La technique de l'injection unique comporte plusieurs modalités, les plus courantes étant l'injection temporelle inférieure ou l'injection caronculaire interne [80]. Pour l'injection au niveau de la caroncule, il est conseillé d'utiliser une aiguille courte de 16 à 20 mm et fine (27 à 30 G) [4]. L'injection unique est conseillée chez le myope fort qui a un globe oculaire dont la longueur axiale est très augmentée.

Complications des anesthésies périoculaires

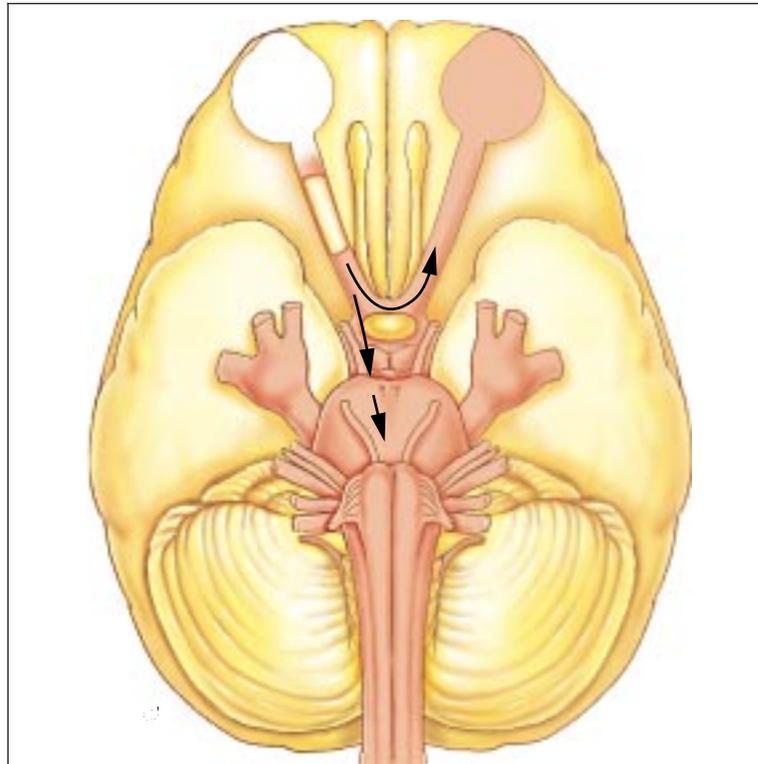
Les complications des anesthésies rétro- et péribulbaires peuvent compromettre la vision de l'œil, et dans certains cas mettre en danger la vie du patient (tableau IV) [27, 46, 47, 73, 83]. Les complications sont plus fréquentes lors de l'anesthésie rétrobulbaire car la densité des nerfs et des vaisseaux est plus importante au niveau de l'orbite postérieure.

• Complications neurologiques centrales

Le nerf optique est entouré d'un manchon dure-mérien dont l'espace sous-arachnoïdien est en continuité avec celui du chiasma optique et du tronc cérébral au niveau de la protubérance annulaire (fig 14). Le biseau de l'aiguille peut ponctionner l'espace sous-dural ou sous-arachnoïdien du nerf optique et la solution anesthésique peut diffuser par voie rétrograde et atteindre le chiasma optique et le tronc cérébral. Des études anatomiques et radiologiques et des constatations cliniques confirment la diffusion des

Tableau IV. – Complications de l'anesthésie rétrobulbaire et péribulbaire.

- Complications neurologiques centrales
- Pénétration et perforation du globe
- Complications vasculaires
- hémorragie rétrobulbaire par lésion artérielle ou veineuse
- occlusion de l'artère centrale de la rétine
- occlusion de la veine centrale de la rétine
- Injection intravasculaire, intra-artérielle ou intraveineuse
- Traumatisme du nerf optique
- Lésions musculaires : releveur de la paupière supérieure (ptosis) et des muscles extrinsèques (diplopie)
- Rétinopathie de Purtscher
- Complications mineures : réflexe oculocardiaque, hématome palpébral, conjonctival



14 Diffusion des anesthésiques locaux vers le système nerveux central. La gaine du nerf optique est en continuité avec les espaces sous-arachnoïdiens du tronc cérébral. La solution anesthésique peut diffuser vers le tronc cérébral et vers l'œil controlatéral (flèches).

anesthésiques locaux vers le tronc cérébral à partir des espaces sous-duraux du nerf optique. Dans certains cas exceptionnels, les symptômes neurologiques, surtout s'ils comportent des convulsions, pourraient s'expliquer par une injection dans une branche de l'artère ophtalmique et par le passage rétrograde de l'anesthésique local vers l'artère carotide interne et le système nerveux central.

Lors de l'anesthésie rétrobulbaire, la fréquence de la diffusion des anesthésiques locaux vers le tronc cérébral varie de 0,27 à 0,79 %^[83]. Cet accident est exceptionnel avec l'anesthésie péribulbaire. Les symptômes sont essentiellement respiratoires, neurologiques et cardiovasculaires (tableau V). Un intervalle libre de 2 à 10 minutes sépare la fin de l'injection et l'apparition des premiers symptômes. Les signes respiratoires sont dominés par la dépression ventilatoire aboutissant souvent à une apnée, qui dure en moyenne 20 minutes, avec des extrêmes de 5 à 55 minutes. La pression artérielle et la fréquence cardiaque peuvent rester stables ou varier. Un arrêt cardiaque, d'évolution favorable, a été observé dans quelques cas. Les symptômes neurologiques sont variés. Le plus fréquent est la perte de conscience, allant de la somnolence au coma aréactif. Des convulsions, précoces ou retardées, ont été observées. Les déficits neurologiques localisés à l'extrémité céphalique sont expliqués par le blocage des nerfs crâniens au niveau de leur émergence centrale. L'atteinte de l'œil controlatéral, mydriase et paralysies oculomotrices, est très évocatrice. Les symptômes régressent après élimination des anesthésiques locaux au niveau du tronc cérébral, soit en 30 à 120 minutes en moyenne. Si la diffusion centrale des anesthésiques locaux est diagnostiquée rapidement et si le matériel de réanimation est disponible et fonctionnel, le traitement est toujours efficace.

• Perforation du globe oculaire

Le terme de perforation définit à la fois la pénétration du globe (perforation de la sclère en un seul point) et la perforation proprement dite, caractérisée par une ponction transfixiante du globe oculaire avec un orifice d'entrée et de sortie.

Le diagnostic d'une perforation du globe due à une anesthésie périoculaire est fait plus ou moins précocement après la ponction^[30, 42, 49, 77, 100]. Une résistance à l'injection ou une douleur inhabituelle doivent attirer l'attention.

Tableau V. – Symptômes et signes cliniques observés lors du passage des anesthésiques locaux au niveau du tronc cérébral.

Signes neurologiques	Troubles de la conscience, coma Frissons Convulsions Anesthésie de l'œil controlatéral (blocage des II ^e , III ^e , IV ^e , V ^e nerfs crâniens) : amaurose, mydriase, ophtalmoplégie Atteinte d'autres nerfs crâniens : dysphagie (IX), troubles auditifs (VIII), anesthésie de la face (nerfs maxillaire supérieur et mandibulaire)
Signes respiratoires	Respiration irrégulière Hypoventilation Apnée Œdème aigu du poumon
Signes cardiovasculaires	Tachycardie Bradycardie Troubles du rythme cardiaque Hypertension artérielle Hypotension artérielle Arrêt circulatoire

Tableau VI. – Facteurs favorisant la perforation du globe oculaire lors de l'anesthésie rétrobulbaire et péribulbaire.

- Augmentation de la longueur axiale du globe (forte myopie)
- Staphylome
- Chirurgie antérieure (cerclage)
- Œil gauche si anesthésiste droitier
- Ponction transconjonctivale
- Ponctions multiples
- Ponction supéronasale
- Aiguille de plus de 30 mm de long

Souvent l'anesthésie et la chirurgie se déroulent apparemment sans problème et le diagnostic de perforation est fait en période postopératoire. Le symptôme principal est une diminution de l'acuité visuelle, d'importance variable, parfois précédée de « mouches volantes » et d'éclairs. L'examen ophtalmologique note presque toujours une hémorragie vitréenne. La rétine est normale ou présente des déchirures ou des incarceration. Un décollement de la rétine peut être présent d'emblée. Dans d'autres cas, il y a des difficultés chirurgicales, notamment du fait d'une poussée intraoculaire importante avec hernie de l'iris. Parfois, le chirurgien constate d'emblée une franche hypotonie du globe oculaire. Souvent, les orifices de pénétration et de sortie se situent au niveau de l'équateur du globe ou en périphérie de la rétine lorsqu'une injection péribulbaire est en cause. Les points de pénétration peuvent être multiples.

Le tableau VI résume les principaux facteurs qui favorisent la perforation du globe oculaire.

Les lésions observées à l'examen ophtalmologique dictent l'attitude thérapeutique. Celle-ci va de la simple surveillance à des interventions visant à traiter l'hémorragie intravitréenne et le décollement de la rétine. Les conséquences de la perforation sur la vision de l'œil atteint sont variables. Si pour certains patients la récupération de la vision est satisfaisante, pour près d'un patient sur deux la perforation oculaire se soldera par la perte définitive de la vision de l'œil atteint.

• Complications vasculaires

Les complications vasculaires regroupent des lésions très différentes dans leur mécanisme et leur pronostic^[83].

Hémorragie rétrobulbaire

Le terme hémorragie rétrobulbaire désigne les hémorragies se produisant en arrière du globe dans l'espace intraconique. Par extension on y inclut les autres hémorragies intraorbitaires. Ces hémorragies sont liées à une blessure d'une veine ou d'une artère orbitaire, et sont plus fréquentes après anesthésie rétrobulbaire. Les facteurs favorisant l'hématome rétrobulbaire sont les antécédents vasculaires, le diabète et les traitements interférant avec la coagulation (anticoagulants, antiagrégants plaquettaire)^[31].

Les principaux signes de l'hématome rétrobulbaire sont une douleur vive après la ponction, une exophtalmie progressive et un globe tendu, un œdème palpébral, une hémorragie sous-conjonctivale et parfois une amaurose. L'hémorragie rétrobulbaire est de gravité variable. Dans les formes mineures, la chirurgie prévue peut le plus souvent être réalisée. Si l'hypertonie oculaire est importante, il faut réduire la tension intraorbitaire par des moyens médicamenteux (acétazolamide) et éventuellement chirurgicaux (canthotomie, ponction de la chambre antérieure, ouverture du plancher de l'orbite). L'hématome rétrobulbaire peut entraîner une compression du nerf optique ou une thrombose de l'artère ou de la veine centrale de la rétine. La perte définitive de la vision de l'œil atteint peut en résulter.

Occlusion de l'artère centrale de la rétine

Une occlusion de l'artère centrale de la rétine peut survenir en période postopératoire en dehors de toute anesthésie locale oculaire. Lorsque cette complication survient dans les suites d'une anesthésie rétrobulbaire ou péribulbaire, les mécanismes qui peuvent être en cause sont :

- un hématome rétrobulbaire qui comprime l'artère ;
 - une hémorragie dans la gaine du nerf optique par ponction accidentelle du nerf ;
 - un vasospasme, par blessure des artères rétrobulbaires, par action des anesthésiques locaux adrénalinés ou par compression oculaire excessive.
- L'occlusion de l'artère centrale de la rétine, lorsqu'elle n'est pas rapidement levée, aboutit à une atrophie optique et à la cécité de l'œil atteint.

Occlusion de la veine centrale de la rétine

L'occlusion de la veine centrale de la rétine accompagne habituellement l'occlusion de l'artère. Les mêmes mécanismes sont responsables de ces deux complications. L'occlusion de la veine centrale de la rétine serait surtout observée en cas d'injection accidentelle de la solution anesthésique dans la gaine du nerf optique. En effet, une augmentation modérée de la pression dans la gaine du nerf est suffisante pour bloquer la circulation veineuse.

• Traumatisme du nerf optique

Les traumatismes du nerf optique sont surtout indirects, conséquences d'un hématome dans la gaine du nerf qui interrompt la vascularisation et entraîne une atrophie optique.

• Lésions des muscles extrinsèques de l'œil et du releveur de la paupière supérieure

Le strabisme est une complication postopératoire potentielle de la chirurgie oculaire. Les causes chirurgicales possibles sont les fils de traction passés dans le corps musculaire du droit supérieur ou inférieur, l'injection de gentamicine par voie sous-conjonctivale, les manipulations opératoires du globe et les traumatismes du tissu orbitaire. Par ailleurs, les anesthésiques locaux ont une action toxique sur les fibres musculaires des muscles extrinsèques de l'œil^[83]. Des atteintes de la plupart des muscles extrinsèques de l'œil ont été rapportées. La diplopie, signe clinique principal, est signalée par le patient au moment de l'ablation du pansement oculaire. Cependant, les troubles de l'oculomotricité ne sont parfois notés par le patient que plusieurs semaines après l'intervention. Habituellement, les symptômes régressent, mais parfois les troubles persistent et un geste chirurgical correcteur peut être nécessaire.

Le ptosis est fréquent après chirurgie de la cataracte. Le plus souvent, l'intervention ne fait qu'accélérer une altération palpébrale liée au vieillissement. Cependant, dans certains cas, un facteur chirurgical ou anesthésique peut être détecté, comme par exemple, la compression de la paupière supérieure, sa rétraction excessive et prolongée par un blépharostat, l'injection intrapalpébrale de l'anesthésique local, la traction sur le muscle droit supérieur ou un pansement occlusif postopératoire prolongé. Dans la majorité des cas, le ptosis s'améliore en quelques semaines.

Autres techniques d'anesthésie locale

Les complications des anesthésies périoculaires expliquent le développement d'autres techniques d'anesthésie locale.

Anesthésie sous-conjonctivale

L'injection sous-conjonctivale de l'anesthésique local dans la région limbique supérieure permet la chirurgie du segment antérieur^[76]. Cependant, cette technique est peu utilisée, sauf pour des lésions mineures de la conjonctive.

Anesthésie sous-ténonienne

L'anesthésie sous-ténonienne, aussi dénommée anesthésie parabolbaire, consiste à injecter l'anesthésique local dans l'espace de Tenon, après incision de la conjonctive. L'anesthésie est réalisée par le chirurgien, selon différentes modalités^[35, 44, 48, 88, 89]. Elle peut être utilisée comme une alternative à l'anesthésie péribulbaire, ou comme un complément d'une anesthésie péribulbaire incomplète ou en réinjection lors d'une intervention de longue durée. Réalisée à la fin de l'intervention, elle assure une bonne analgésie de la période postopératoire immédiate.

La technique comporte une anesthésie topique cornéoconjonctivale, l'incision de la conjonctive et l'ouverture de l'espace de Tenon. Avec une canule courbe, une dose totale de 4 à 6 mL d'anesthésique local (bupivacaïne à 0,25 ou 0,5 %) est injectée en un seul point ou dans les deux ou quatre quadrants des muscles droits. L'injection unique ou multiple est choisie en fonction du type d'incision conjonctivale nécessaire à la chirurgie. L'injection sous-ténonienne peut être renouvelée en cours d'intervention si le patient signale une douleur. L'anesthésie s'installe en quelques minutes ; l'analgésie est très bonne mais l'akinésie est souvent partielle^[44]. Ce type d'anesthésie a été utilisé chez les patients traités par les antiagrégants plaquettaires ou les antivitamines K.

Anesthésie topique

La chirurgie de la cataracte par phacoémulsification peut être faite sous anesthésie topique par application d'un collyre anesthésique (tétracaïne 0,5 ou 1 % ou lidocaïne 4 %)^[59]. En France, seule la tétracaïne en collyre

monodose est commercialisée. Cette technique est réservée à la phacoémulsification et à certains actes mineurs au niveau de la conjonctive et de la cornée. Pour la cataracte, l'incision tunnelisée, de petite taille pour être autoétanche, est faite en cornée claire et un implant pliable est mis en place. Outre le fait qu'elle permet d'éviter les complications des autres techniques d'anesthésie locale, l'avantage de l'anesthésie topique est la récupération visuelle immédiate. Elle est réservée au patient coopérant, aux cataractes standards avec des conditions opératoires satisfaisantes, telles que pupille dilatée, chambre antérieure normale, et chirurgie courte. Le patient doit être capable de fixer avec précision la lumière du microscope et de maintenir cette fixation. Le chirurgien doit apprendre à opérer du côté temporal de la tête du patient et l'ensemble de l'équipe doit s'adapter à cette situation. Les inconvénients de l'anesthésie topique sont :

- nécessité d'un chirurgien expérimenté, qui évite les variations brutales de pression par l'irrigation ;
- mouvements possibles du globe, ce qui peut être gênant au moment du capsulorhexis (risque de rupture accidentelle de la capsule) ;
- persistance de zones sensibles comme la zonule et le corps ciliaire.

Anesthésie intracaméculaire

La qualité de l'anesthésie topique peut être améliorée par l'adjonction d'une injection d'anesthésique local dans la chambre antérieure^[41]. L'anesthésie topique permet l'incision cornéenne et par cette incision est injecté 0,3 mL de lidocaïne sans conservateur. Les anesthésiques locaux n'ont pas d'effet toxique sur les structures intraoculaires^[61]. Cette injection intracaméculaire assure une anesthésie des structures de la chambre antérieure. Cette technique est utilisée pour la phacoémulsification et la trabéculéctomie.

L'anesthésie topique et l'anesthésie intracaméculaire peuvent être utilisées chez les patients traités par anticoagulants et antiagrégants plaquettaires.

Choix de la technique anesthésique

Globalement, près de 80 % des actes peuvent être effectués sous anesthésie locorégionale. Pour la chirurgie du segment antérieur, l'anesthésie locale est la règle et ses contre-indications sont rares. L'anesthésie locale est de plus en plus utilisée pour la chirurgie vitréorétinienne. L'anesthésie péribulbaire, qui est une technique simple, efficace et sûre, a supplanté l'anesthésie rétrobulbaire. Les patients sont satisfaits de ce mode d'anesthésie, d'autant plus que l'analgésie postopératoire est de meilleure qualité et les nausées et vomissements postopératoires (NVPO) moindres. L'anesthésie locale a permis de reculer les limites des indications opératoires chez les patients âgés et ceux ayant des antécédents cardiovasculaires et respiratoires importants. La modification postopératoire des fonctions cognitives est moins intense et plus brève qu'après anesthésie générale. L'anesthésie locale facilite la gestion de l'occupation des salles d'opération et le développement de la chirurgie ambulatoire. Dans les équipes ayant une activité importante, c'est le médecin anesthésiste qui effectue l'anesthésie péribulbaire. Ceci implique directement l'anesthésiste et améliore les soins périopératoires. Si à l'avenir l'anesthésie topique se développe, la place du médecin anesthésiste au sein de l'équipe de chirurgie ophtalmologique évoluera. Il aura un rôle dans l'évaluation préopératoire du patient et dans la prévention et le traitement des complications périopératoires.

Période postopératoire

Séjour en salle de surveillance postinterventionnelle

Le réveil immédiat est habituellement sans problèmes, d'autant plus qu'une majorité d'interventions sont effectuées sous anesthésie péribulbaire. Après anesthésie générale, l'extubation est faite en salle d'opération ou en salle de réveil. Si nécessaire, l'antagonisation des curares est possible, les anticholinestérasiques ne modifiant pas la PIO. L'extubation est faite en position proclive, en évitant la poussée sur la sonde d'intubation et les efforts de toux. En l'absence d'antécédents respiratoires et de tabagisme, la toux, si elle survient, est le plus souvent transitoire et ne compromet pas le résultat chirurgical. L'oxygénothérapie, faite de préférence par sonde nasale ou par lunette, pour éviter le frottement du masque sur le pansement oculaire, guidée par la SpO₂, peut habituellement être de brève durée. En effet, la chirurgie ophtalmologique n'interfère pas avec la fonction respiratoire, et l'hypoxémie postopératoire est peu fréquente, quelle que soit la technique anesthésique^[65]. Les complications liées aux antécédents du patient sont rares^[10, 13]. L'anesthésie locorégionale, en supprimant les effets cardiovasculaires et respiratoires de l'anesthésie générale, permet encore de réduire la morbidité périopératoire. Les complications cardiovasculaires (poussée hypertensive, ischémie myocardique, insuffisance ventriculaire gauche, accident vasculaire cérébral), respiratoires (crise d'asthme) et neurologiques (agitation postopératoire) sont souvent retardées, survenant après la sortie du patient de la salle de réveil. Les décès postopératoires sont exceptionnels. Ils touchent

surtout des patients très âgés et les principales causes sont cardiovasculaires (accident vasculaire cérébral, embolie pulmonaire).

Si l'intervention a comporté l'injection intraoculaire de gaz, un positionnement particulier (décubitus ventral, décubitus latéral) peut être nécessaire dès la sortie de la salle de réveil.

Nausées et vomissements

Selon les études, la fréquence des NVPO lors de la chirurgie ophtalmologique varie entre 15 et 30 % [21, 60, 63, 66, 98, 101], mais atteint 80 % dans certaines séries [60]. Peu fréquents après chirurgie de la cataracte, leur fréquence est maximale dans la chirurgie comportant une manipulation du globe, comme la chirurgie du strabisme et du décollement de la rétine. Les NVPO sont précoces, survenant en salle de réveil, ou plus tardifs entre la sixième et la vingt-quatrième heure postopératoire. Leur mécanisme principal serait la mise en jeu du réflexe oculoémétique. Cependant, la douleur, l'hypertonie et l'inflammation oculaire sont des facteurs favorisants. Les autres facteurs favorisants sont ceux notés pour d'autres types de chirurgie, comme les facteurs liés au patient (âge, sexe, antécédents de mal des transports ou de NVPO), ou liés à l'anesthésie (utilisation d'opiacés, anesthésiques volatils, protoxyde d'azote). La fréquence des NVPO est réduite par certaines techniques anesthésiques comme l'anesthésie intraveineuse utilisant le propofol et l'anesthésie périoculaire.

Le traitement préventif systématique des NVPO n'est justifié que chez certains patients (antécédents de mal des transports, de NVPO). Dans ce cas, la thérapeutique la plus simple et la plus efficace est, outre l'utilisation de l'anesthésie locale, l'injection par voie intraveineuse 15 à 30 minutes avant la fin de la chirurgie de 1,25 à 2,5 mg de dropéridol. Les techniques anesthésiques actuelles ayant réduit leur fréquence et leur survenue étant en partie imprévisible, leur traitement est surtout curatif. Les médicaments les plus efficaces sont ceux qui agissent sur la *chemoreceptor trigger zone* par un effet antidopaminergique, comme le métoclopramide (10 mg par voie intraveineuse), l'aliprazide (Plitican®) ou le dropéridol. Aux doses habituelles, les effets secondaires sont rares. Les anti-5HT₃, comme l'ondansétron ou le granisétron sont efficaces, mais ne sont pas supérieurs aux

antidopaminergiques [37]. L'analgésie postopératoire et le traitement d'une hypertonie oculaire (acétazolamide) et de l'inflammation oculaire (corticoïdes, anti-inflammatoires non stéroïdiens) concourent à prévenir ou à stopper les NVPO.

Douleurs postopératoires

La chirurgie ophtalmologique est souvent considérée comme peu douloureuse. Ceci est vrai pour la chirurgie de la cataracte, en revanche, les douleurs sont souvent fortes après chirurgie vitréorétinienne et chirurgie du strabisme. Ces douleurs sont dues au traumatisme chirurgical (cryothérapie, manipulation du globe, lésions musculaires), aux réactions inflammatoires locales et à une éventuelle hypertonie oculaire (injection de gaz expansifs, substances viscoélastiques résiduelles). Un des avantages de l'anesthésie périoculaire est d'assurer une bonne analgésie durant les premières heures postopératoires [75, 101]. De plus, après chirurgie vitréorétinienne, l'injection sous-ténonienne en fin d'intervention a un effet analgésique pendant 4 à 6 heures postopératoires. Le traitement anti-inflammatoire général (500 mg de méthylprednisolone par voie intraveineuse) ou local (corticoïdes par injection sous-conjonctivale ou collyres de corticoïdes ou d'anti-inflammatoires non stéroïdiens) a un effet antalgique. Il en est de même de l'acétazolamide en cas d'hypertonie oculaire postopératoire. À côté de ces mesures spécifiques, les protocoles d'analgésie postopératoire habituels sont prescrits. En salle de réveil, l'analgésie peut être débutée par l'administration intraveineuse de propacétamol. La reprise rapide de l'alimentation orale permet le recours aux analgésiques per os, tels le paracétamol codéine (Efferalgan® codéine, Dafalgan® codéine), le paracétamol dextropropoxyphène (Di-Antalvic®) ou le tramadol (Topalgic®). Pour être efficaces, ces analgésiques doivent être administrés à dose suffisante (un à deux comprimés d'Efferalgan® codéine) et à intervalles réguliers (au moins toutes les 4 à 6 heures). Chez l'enfant, les suppositoires d'acide niflumique (Nifluril®) sont efficaces. Si l'analgésie est insuffisante avec les médicaments ci-dessus, ce qui peut être le cas surtout durant les 24 premières heures, il faut recourir aux morphiniques par voie parentérale. Une douleur d'intensité inhabituelle doit alerter l'équipe chirurgicale, à la recherche d'une complication, telle une hypertonie oculaire. La reprise du traitement habituel du patient est faite avec celle des boissons et de l'alimentation. Les antivitamines K sont reprises le soir même, ou le lendemain.

Différents types de chirurgie

Cataracte

La chirurgie de la cataracte est de durée brève (15 à 30 minutes). Elle est faite sous anesthésie péribulbaire dans la plupart des cas et de plus en plus souvent sur un mode ambulatoire. L'anesthésie topique et intracaméculaire est une alternative à l'anesthésie péribulbaire. La phacoémulsification est devenue la technique chirurgicale habituelle (tableau VII). Les principales étapes de cette technique sont résumées dans le tableau VIII. La chirurgie de la cataracte nécessite une dilatation pupillaire maximale. Lors de la phacoémulsification, la chambre antérieure est irriguée avec une solution électrolytique (BSS : *Balanced Saline Solution*®) à laquelle peuvent être ajoutés de l'adrénaline pour maintenir la mydriase, et parfois des antibiotiques (vancomycine, gentamicine). Pendant l'irrigation de la chambre antérieure, la pression intracaméculaire est en moyenne de 30 mmHg. L'incision oculaire est petite et la chirurgie est pratiquement à globe fermé.

Le sac cristallinien restant reçoit l'implant, dit de chambre postérieure. Si la capsule est incomplète, l'implant est placé dans le sulcus. Dans certains cas (extraction intracapsulaire, implantation secondaire, complications peropératoires), l'implant est placé dans la chambre antérieure.

Tableau VII. – Techniques pour l'intervention de la cataracte.

Extraction intracapsulaire (cristallin enlevé avec sa capsule)
Extraction extracapsulaire (capsule laissée en place)
- phacoémulsification
- extraction manuelle

Tableau VIII. – Étapes de la phacoémulsification.

- Incision cornéenne : incision tunnalisée en cornée claire, de petite taille
- Capsulorhexis antérieur : ouverture et dissection de la paroi antérieure de la capsule
- Injection de substances viscoélastiques (Healonid®, Healon® grande viscosité) dont le rôle est : protection endothéliale cornéenne, maintien du volume de la chambre antérieure, facilitation et sécurisation des manipulations intraoculaires
- Hydrodéliéation et hydrodissection du noyau cristallinien
- Coupe et aspiration du noyau : irrigation, ultrasons et aspiration, diverses techniques de fragmentation du noyau selon sa dureté (nucléofracture en deux ou quatre fragments)
- Nettoyage du sac cristallinien
- Mise en place de l'implant dans le sac (implant de chambre postérieure)
- Aspiration de la substance viscoélastique
- Fermeture cornéenne si nécessaire

Certains patients ont un risque chirurgical plus important (myope fort, cataracte sur œil vitrectomisé, microphthalmie, nanophthalmie, cataracte post-traumatique, avec cristallin sublaxé ou luxé, petites pupilles). La myopie forte (longueur axiale supérieure à 30 mm, staphylome) est une contre-indication relative à l'anesthésie péribulbaire.

Certaines complications peropératoires nécessitent une modification de la technique (site d'implantation) ou un geste complémentaire (vitrectomie) et allongent le temps opératoire. L'hémorragie explosive est devenue exceptionnelle. Elle est liée à un hématome sous-choroïdien qui se rompt et pousse en avant le vitré qui fait issue par l'incision. C'est essentiellement une complication de la technique conventionnelle d'extraction de la cataracte, avec une grande incision sclérale ou limbique.

Glaucome

Le terme de glaucome désigne plusieurs affections différentes qui ont en commun une élévation de la PIO (tableau IX). Dans le glaucome primitif à angle ouvert (GPAO), forme la plus fréquente, l'hypertonie oculaire est due à une résistance au drainage de l'humeur aqueuse au niveau du trabéculum et du canal de Schlemm. Le GPAO est traité par les collyres antiglaucomateux (tableau X). Le traitement chirurgical vise à améliorer le drainage de l'humeur aqueuse par des interventions dites filtrantes. La trabéculotomie est la technique standard. La sclérectomie profonde non perforante, qui n'ouvre pas la chambre antérieure, est utilisée dans le glaucome primitif dont l'angle est largement ouvert. L'échec de la trabéculotomie peut être lié à l'obstruction de la zone de filtration par une prolifération fibroblastique, plus fréquente chez certains patients. Dans ce cas, l'application locale d'antimitotiques (mitomycine C, 5-fluorouracil) empêche la prolifération fibroblastique.

Le glaucome par fermeture de l'angle peut être traité par une iridectomie périphérique ou sectorielle, associée ou non à une fistule.

Les interventions combinées au niveau du segment antérieur sont nombreuses. La plus courante est la cataracte associée à la trabéculotomie. Dans l'intervention combinée, la complication majeure est l'issue de vitré, nécessitant une vitrectomie associée.

Tableau IX. – Formes cliniques du glaucome.

- Glaucome primitif à angle ouvert : forme la plus fréquente
- Glaucome primitif par fermeture de l'angle : avec ou sans blocage pupillaire
- Glaucome à pression normale
- Glaucome secondaire : nanophthalmie, modifications du cristallin, modifications uvéales, traumatisme, interventions chirurgicales oculaires, corticoïdes, diabète
- Glaucome congénital
 - primitif
 - associé à d'autres anomalies

Tableau X. – Médicaments utilisés dans le traitement du glaucome primitif à angle ouvert (plusieurs médicaments sont souvent associés).

- Collyres**
- Myotiques parasymphomimétiques : pilocarpine, échothiopate (anticholinestérasique)
 - Bêtabloquants : timolol, cartéolol, béfunolol, bétaxolol
 - Sympathomimétiques alpha1 et alpha 2 adrénergiques
 - Adrénaline
 - Apraclonidine (lopidine®)
 - Inhibiteur de l'anhydrase carbonique type II (dorzolamide, Trusopt®)
 - Prostaglandine F₂alpha (latanoprost)
- Voie générale**
- Acétazolamide (Diamox®)

Le point important de la consultation d'anesthésie est la recherche d'éventuels effets systémiques des collyres antiglaucomeux. La trabéculéctomie a une durée moyenne de 20 à 45 minutes. Sauf contre-indication, elle est effectuée sous anesthésie péribulbaire. Celle-ci nécessite quelques adaptations techniques. L'injection de l'anesthésique local est faite lentement, en tenant compte lors de la palpation du globe de l'apparition de signes d'hypertonie oculaire. La compression oculaire n'est pas contre-indiquée, mais elle doit être contrôlée, sans dépasser 30 mmHg, et ne pas être maintenue plus de 15 minutes. Chez des patients glaucomeux, les mesures de la PIO ont montré que, immédiatement après l'injection anesthésique, des pics de plus de 40 mmHg peuvent être mesurés. Cependant, cette élévation de la PIO est transitoire, et à la levée de la compression, la PIO est plus basse qu'avant l'anesthésie.

La trabéculéctomie est une chirurgie à globe ouvert qui, si elle est effectuée sous anesthésie générale, nécessite le contrôle peropératoire de la pression du segment postérieur, ce qui est assuré par un niveau d'anesthésie stable, sans signes de réveil intempestif.

En phase postopératoire, les douleurs sont modérées et les nausées et vomissements sont peu fréquents.

Autres interventions du segment antérieur

Les kératoplasties réfractives, radiaires, lamellaires, ou par laser Excimer se font sous anesthésie topique, sans intervention du médecin anesthésiste.

La greffe de cornée ou kératoplastie transfixiante est une intervention à globe ouvert effectuée le plus souvent sous anesthésie générale, mais qui peut se faire sous anesthésie péribulbaire. C'est une intervention qui nécessite un contrôle rigoureux du volume intraoculaire, donc un niveau d'anesthésie profond pour éviter toute augmentation brutale de la PIO.

Chirurgie vitréorétinienne

Les principales interventions portant sur le segment postérieur sont classées en chirurgie périoculaire ou *ab externo* (indentation sclérochoroïdienne, cryothérapie transclérale) et endo-oculaire ou *ab interno* (vitrectomie, photocoagulation, laser, tamponnement interne) et sont résumées dans le tableau XI. La chirurgie du décollement de rétine, qui est l'acte le plus fréquent, associe souvent les deux types de chirurgie.

Le décollement de rétine rhégmato-gène, qui est le plus fréquent, résulte d'une déchirure ou d'un trou dans la rétine qui provoque la séparation entre la rétine sensorielle et l'épithélium pigmentaire rétinien. Le principe du traitement est d'occlure définitivement la déchirure rétinienne par création d'une cicatrice étanche au niveau du neuroépithélium.

La vitrectomie, intervention endo-oculaire, implique plusieurs sclérotomies pour l'introduction des instruments (vitrectome, infusion, endo-illumination). Le corps vitré est temporairement remplacé par un gaz peu soluble ou par un mélange air-gaz, selon que la bulle de gaz doit assurer ou non un rôle de tamponnement de la rétine décollée. Les principaux gaz peu solubles utilisés

Tableau XI. – Principales lésions chirurgicales du segment postérieur.

- Décollement de rétine
- Prolifération vitréorétinienne
- Rétinopathie diabétique
- Membranes épirétiennes
- Trous maculaires
- Dégénérescence maculaire liée à l'âge

sont le SF₆ (hexafluorure de soufre), le C₂F₆ (perfluoroéthane), et le C₃F₈ (perfluoropropane). La demi-vie intraoculaire de ces gaz varie de 5 (SF₆) à 35 jours (C₃F₈). Si du gaz pur est injecté, le volume de la bulle va initialement augmenter, par diffusion dans la bulle d'azote, d'O₂ et de CO₂ à partir des tissus voisins. Puis le volume de la bulle se stabilise et diminue au fur et à mesure de la réabsorption du gaz. On utilise souvent un mélange gaz-air (concentration du gaz expansif de 14 à 20 %) pour éviter les variations postopératoires de la taille de la bulle. Le risque de ces gaz est celui d'induire une hypertonie oculaire postopératoire. Durant l'intervention, en raison de la diffusion du N₂O dans la bulle de gaz [102], son arrêt 10 à 15 minutes avant l'injection du gaz est conseillé, non pas tant en raison du risque d'hypertonie oculaire, facilement contrôlé par le chirurgien, que de la réduction postopératoire du volume de la bulle qui n'assurera plus alors sa fonction de tamponnement. Dans la pratique, le N₂O administré en phase peropératoire n'a pas eu une influence déterminante sur la taille de la bulle de C₃F₈ mesurée par échographie à la vingt-quatrième heure postopératoire [20].

Les perfluorocarbones liquides sont utilisés en phase peropératoire pour réappliquer la rétine, mais ils doivent être enlevés en fin d'intervention. L'huile de silicone assure un tamponnement postopératoire en cas de décollement de rétine compliqué. Elle doit être retirée 4 à 6 mois plus tard.

La chirurgie du segment postérieur se caractérise par la fréquence des antécédents de diabète et celle des réinterventions. La durée des actes varie, mais peut dépasser 2 heures. La technique chirurgicale nécessite des périodes d'obscurité dans la salle. Le choix entre anesthésie générale et anesthésie péribulbaire dépend surtout de la durée prévisible de l'acte. Avec l'accroissement de l'expérience des équipes chirurgicales, de plus en plus souvent les actes sont effectués sous anesthésie péribulbaire. Celle-ci doit assurer une analgésie parfaite et pour ceci il est conseillé d'injecter des volumes supérieurs à ceux utilisés pour la chirurgie du segment antérieur. L'anesthésie sous-ténonienne est une alternative à l'anesthésie péribulbaire [101]. Si en cours d'intervention, l'analgésie est incomplète, un supplément anesthésique peut être injecté par voie péribulbaire ou sous-ténonienne. En cas d'anesthésie générale, le niveau d'anesthésie doit être suffisamment profond pour éviter le réveil peropératoire intempestif, surtout si le N₂O est supprimé du mélange anesthésique lors de l'injection d'un gaz expansif.

Les manœuvres chirurgicales péri- et endo-oculaires entraînent d'importantes variations de la PIO. Ainsi, lors du cerclage, la PIO peut atteindre 210 mmHg pendant quelques minutes [40]. La chirurgie du segment postérieur expose au ROC, qui est moins fréquent sous anesthésie péribulbaire.

En période postopératoire, en cas de tamponnement par un gaz expansif, et selon la localisation de la lésion rétinienne, un positionnement en décubitus latéral ou ventral est nécessaire. Les nausées et les vomissements sont plus fréquents et les douleurs plus intenses que dans les autres types de chirurgie ophtalmologique [75, 101]. Les facteurs de douleur sont nombreux, associant selon le type de chirurgie, les manipulations multiples du globe, le déshabillage des muscles extrinsèques de l'œil, l'inflammation secondaire à la cryothérapie et à l'éventuel pelage de l'épithélium de la cornée nécessaire à la visualisation de la chambre postérieure, et l'hypertonie oculaire postopératoire. L'injection sous-ténonienne d'anesthésique local faite par le chirurgien à la fin de l'acte, procure une analgésie postopératoire de quelques heures. L'inflammation et l'hypertonie oculaire sont traitées par les corticoïdes et l'acétazolamide.

Voies lacrymales

La chirurgie des voies lacrymales s'adresse aussi bien à des enfants qu'à des adultes. Les obstructions congénitales sont souvent idiopathiques, mais parfois associées à des anomalies craniofaciales ou à un syndrome de Down. Les actes sont de complexité variable, allant de la simple exploration par sondage au cathétérisme, à l'intubation et à la dacryocystorhinostomie. Celle-ci réalise un court-circuit par abouchement du sac lacrymal à la muqueuse nasale. La technique classique de dacryocystorhinostomie se fait par voie externe cutanée et endonasale. Les deux autres techniques, en cours d'évaluation, sont la voie endonasale sous guidage endoscopique et transillumination canaliculaire et la voie transcanaliculaire utilisant un laser pour réaliser l'ostéotomie.

Chez l'enfant, l'anesthésie générale est seule possible, l'exploration simple des voies lacrymales ne nécessitant pas l'intubation trachéale. Le masque laryngé est une alternative à l'intubation trachéale pour les actes d'exploration. Pour les interventions plus complexes, un billot est placé sous les épaules de l'enfant, ce qui place la cavité pharyngée en dessous du larynx et évite que du sang ou du liquide passe dans les voies aériennes. Un *packing* est systématiquement mis en place.

Chez l'adulte, la dacryocystorhinostomie se fait le plus souvent sous anesthésie générale. Le saignement chirurgical est réduit par la position proclive, l'anesthésie profonde avec un certain degré d'hypotension artérielle et l'application endonasale d'un vasoconstricteur. L'anesthésie locorégionale est applicable, guidée dans sa technique par la connaissance de l'innervation

des voies lacrymales. Elle associe l'infiltration locale le long du tracé de l'incision cutanée, l'anesthésie topique de la fosse nasale et le bloc des nerfs infratrochléaire (branche du nerf nasociliaire), et infraorbitaire (branche du nerf maxillaire supérieur). L'anesthésie de contact de la narine se fait avec une mèche imbibée de lidocaïne naphazolinée, placée très haut dans la narine, en regard du méat moyen pour bloquer le nerf ethmoïdal antérieur. Le bloc du nerf infratrochléaire est réalisé par une ponction au-dessus du ligament latéral interne, le long de la paroi orbitaire interne, perpendiculairement à la peau. À une profondeur de 2 cm, 2 ou 3 mL d'anesthésique local sont injectés. Si l'aiguille est enfoncée à une profondeur de 2,5 ou 3,5 cm, le nerf ethmoïdal antérieur est bloqué. L'anesthésie du nerf infraorbitaire n'est pas toujours nécessaire. Ce nerf peut être bloqué, soit au niveau du plancher de l'orbite, avant sa pénétration dans le canal sous-orbitaire, soit dans la région sous-orbitaire après son émergence du canal. Dans le premier cas, il est bloqué par une injection péribulbaire par voie nasale interne inférieure près de la caroncule. Dans le deuxième cas, il est bloqué par une injection sous-cutanée à 1,5 cm en dessous du rebord orbitaire inférieur, sur la ligne de la pupille.

Paupières

Les lésions palpébrales nécessitent des actes d'importance variable. Chez l'adulte, les interventions courantes sont effectuées sous anesthésie locale, l'anesthésie générale étant réservée aux enfants. L'infiltration locale est sous-cutanée (infiltration traçante sous-cutanée pré-tarsale, horizontale selon le grand axe de la paupière) et si nécessaire, sous-conjonctivale après éversion de la paupière (infiltration le long du bord proximal du tarse). En fonction du siège et de l'extension de la lésion, il faut associer un bloc tronculaire des branches du nerf ophtalmique ou du nerf maxillaire supérieur. Les nerfs à bloquer sont, pour la paupière supérieure, le nerf frontolacrimal, le nerf supraorbitaire (ou sus-orbitaire ou frontal externe), le nerf supratrochléaire (nerf frontal interne), et le nerf infratrochléaire (partie interne de la paupière supérieure). Le nerf infraorbitaire est bloqué pour une lésion de la paupière inférieure (cf supra). Le bloc du nerf frontolacrimal est obtenu par ponction au milieu du rebord orbitaire supérieur, l'aiguille étant dirigée vers le plafond de l'orbite jusqu'au contact avec le périoste ; 1,5 ou 2 mL d'anesthésique sont injectés à une profondeur de 3 ou 4 cm. Le nerf supraorbitaire est bloqué au niveau du trou sus-orbitaire par injection de 1 ou 2 mL de lidocaïne à 1 %. Le nerf supratrochléaire (nerf frontal interne) est bloqué au niveau de l'angle supéro-interne de l'orbite par l'injection de 1 ou 2 mL de lidocaïne à 1 %.

Mélanomes uvéaux

Les mélanomes uvéaux (choroïde, corps ciliaire et iris) sont les tumeurs oculaires les plus fréquentes chez l'adulte. Le traitement conservateur par chirurgie, radiothérapie ou association des deux, chaque fois que cela est possible, est préféré à l'énucléation. Ce traitement se fait par excision transsclérale ou destruction de la tumeur par des moyens physiques (thermothérapie par ultrasons, par laser diode, radiothérapie, photothérapie dynamique avec des agents photosensibilisants, en cours d'évaluation). Lors du traitement du mélanome, l'anesthésiste intervient lors du repérage de la tumeur par mise en place d'un clip et si la taille et l'extension de la tumeur justifient une énucléation. Le clipage de la tumeur est effectué sous anesthésie péribulbaire, sauf si le patient, pour des raisons psychologiques, préfère l'anesthésie générale.

Chirurgie d'exérèse du globe oculaire

En fonction de l'indication d'exérèse du globe oculaire, différentes techniques sont utilisées.

L'éviscération intrasclérale réalise l'ablation du contenu intraoculaire alors que la coque sclérale reste intacte. Dans la coque sclérale est mise en place une bille en silicone ou en hydroxyapatite.

Dans l'énucléation, le globe et une partie du nerf optique sont retirés de l'orbite. Le globe est remplacé par une prothèse sous-conjonctivale, les muscles sectionnés étant fixés sur la prothèse.

L'exentération est l'ablation en bloc de tout le contenu orbitaire. Elle est réservée aux tumeurs très étendues à point de départ de l'œil, de ses annexes ou de l'orbite.

Les interventions d'exérèse sont réalisées sous anesthésie générale. Lors des manipulations du globe, le ROC est fréquent. Il s'agit d'une chirurgie douloureuse justifiant l'utilisation de morphiniques en période per- et postopératoire. Si l'état clinique du patient est très altéré, l'intervention peut être faite sous anesthésie péribulbaire ou rétrobulbaire. L'association à l'anesthésie générale d'un bloc péribulbaire assure une analgésie de la phase postopératoire immédiate.

Strabisme

Le strabisme est une atteinte de l'oculomotricité associée à une anomalie du parallélisme des axes visuels. Chez l'enfant, il s'y associe le plus souvent des troubles sensoriels (amblyopie, anomalie de la vision binoculaire) et la chirurgie correctrice n'est qu'un des éléments du traitement. C'est l'intervention ophtalmologique la plus fréquente chez l'enfant.

Le strabisme de l'adulte peut être secondaire à une affection oculaire (traumatisme, paralysie du VI, chirurgie du strabisme dans l'enfance) ou à une maladie générale.

La tendance actuelle est d'opérer les enfants assez tôt, en pratique à 2 ans. L'enfant est le plus souvent en bonne santé, mais parfois le strabisme est observé chez des enfants atteints d'une maladie héréditaire avec atteinte neurologique (encéphalopathie et retard mental) ou musculaire. En revanche, la notion que le strabisme serait le plus souvent le symptôme d'une affection musculaire a minima et méconnue, et augmenterait le risque d'hyperthermie maligne n'a pas été confirmée par les données épidémiologiques.

L'intervention s'effectue sous anesthésie générale. Chez l'adulte, certains chirurgiens opèrent sous anesthésie péribulbaire ou sous-ténonienne [85].

Malgré la fréquence du ROC, la prémédication par atropine n'est pas systématique. Le ROC, lié à la traction sur les muscles extrinsèques, survient surtout au début de l'acte. La bradycardie est moins fréquente ultérieurement, car le réflexe s'épuise.

L'anesthésie générale utilise, soit les anesthésiques volatils (de préférence isoflurane, desflurane ou sévoflurane), soit une technique d'anesthésie intraveineuse exclusive [94]. Bien qu'il n'y ait aucune donnée scientifique indiquant que le strabisme augmente le risque d'hyperthermie maligne, certains anesthésistes préfèrent ne pas utiliser les anesthésiques volatils [90]. Pour la plupart des chirurgiens, la curarisation est utile, car elle sensibilise les tests de duction forcée passive, réalisés pour guider la technique chirurgicale. En raison de la controverse entourant l'usage du suxaméthonium chez l'enfant (spasme des masséters), le recours aux curares non dépolarisants de durée d'action intermédiaire est conseillé.

Certains chirurgiens utilisent la technique des sutures ajustables, réalisant la fixation définitive de la suture dans les 24 heures après l'intervention. Ceci nécessite la coopération du patient et n'est donc pas possible chez le petit enfant.

Les principales complications postopératoires sont les nausées et les vomissements et les douleurs [63, 66, 94, 98]. Les NVPO surviennent plus souvent entre la deuxième et la huitième heure postopératoire qu'en salle de réveil. Ils sont plus fréquents après 3 ans. Le propofol en réduit la fréquence, surtout dans les premières heures postopératoires. Les NVPO seraient favorisés par l'absorption précoce de boissons ou d'aliments. Il ne faut donc pas faire boire systématiquement les enfants, mais tenir compte de leur demande. Le traitement préventif par des antiémétiques n'est pas systématique. Le traitement curatif fait appel au métoclopramide ou au dropéridol, plus rarement aux anti-5HT₃ [21, 37, 63].

L'intensité des douleurs postopératoires est souvent sous-estimée et une prescription systématique d'analgésiques est conseillée [66].

Anesthésie pédiatrique

Chez l'enfant, les actes les plus fréquents sont la correction du strabisme, la chirurgie des voies lacrymales et les examens (fond d'œil, PIO, électrorétinogramme) sous anesthésie. Certaines affections comme la cataracte, le glaucome, les tumeurs oculaires (rétinoblastome) et le décollement de rétine nécessitent la prise en charge par un ophtalmologiste spécialisé, car les techniques chirurgicales sont plus complexes que chez l'adulte. Les anesthésies répétées sont fréquentes, soit pour des examens de contrôle, soit pour des réinterventions. Chez l'enfant, l'anesthésie générale est la règle. Cependant chez l'adolescent, certaines interventions peuvent être faites sous anesthésie locale, avec ou sans sédation complémentaire. Les techniques anesthésiques n'ont pas de particularités.

En période postopératoire, certaines interventions comme pour le strabisme et le décollement de rétine s'accompagnent de douleurs, de nausées et de vomissements. Les protocoles analgésiques habituels en chirurgie pédiatrique sont utilisés. En pratique, ce sont les analgésiques per os (paracétamol seul, ou avec codéine) et les suppositoires d'acide niflumique (Nifluril®).

Le rétinoblastome est la tumeur intraoculaire la plus fréquente chez l'enfant. Il est bilatéral dans 30 % des cas. La tumeur est découverte avant l'âge de 1 an pour les formes héréditaires (anomalie liée au chromosome 13) et un peu plus tard pour les cas sporadiques. Le traitement du rétinoblastome, réalisé dans des centres spécialisés, nécessite des anesthésies répétées jusqu'à l'âge de 6 à 7 ans. La radiothérapie par irradiation externe est le traitement classique, mais elle est insuffisante si la tumeur est volumineuse et si le vitré est atteint. Une chimiothérapie initiale permet de réduire le volume tumoral. La radiothérapie par substances radioactives placées directement sur la zone

oculaire atteinte est en cours d'évaluation. Dans certains cas, le traitement local se fait par cryothérapie, thermothérapie, laser ou photocoagulation. Ces traitements nécessitent le plus souvent une anesthésie générale. Les lésions bilatérales sont traitées par énucléation de l'œil le plus atteint et traitement local de l'œil adelphe.

Traumatismes oculaires et orbitaires

Les traumatismes oculaires touchent une population jeune, souvent des enfants [34]. L'examen initial précise le type et l'importance de la lésion oculaire, sa localisation (segment antérieur ou postérieur), et l'existence d'une perte de substance intraoculaire (plaie de cornée et issue d'humeur aqueuse, plaie sclérale et issue de tissu uvéal ou de vitré). L'examen neurologique initial doit être précis, surtout si la plaie a été occasionnée par un objet perforant (ciseaux, tournevis, branche d'arbre) ou si un traumatisme crânien a été associé. Les parois de l'orbite sont fragiles, surtout chez l'enfant, et un scanner est justifié en cas de perforation oculaire profonde ou en cas de signes neurologiques.

Pour les plaies perforantes de l'œil, et dans le but de prévenir les complications infectieuses, une intervention précoce est préférable. L'heure de l'intervention prend en compte l'âge du patient, le type de lésions oculaires, le risque anesthésique lié à l'estomac plein, et la possibilité de préserver, même partiellement, la vision de l'œil lésé. Si d'emblée les lésions ne laissent aucun espoir fonctionnel, l'intervention pourra être retardée de quelques heures si la sécurité anesthésique le nécessite.

Le risque infectieux augmente au-delà de la sixième heure, mais ce délai peut être allongé par le traitement antibiotique. Les germes le plus souvent responsables d'une endophtalmie après plaie du globe sont le *Staphylococcus epidermidis*, le *Bacillus cereus*, les streptocoques et certains germes à Gram négatif. L'association fluoroquinolone et pipéracilline est active sur ces germes. En cas de morsure de chien ou de griffure de chat, la possibilité d'une infection par certains germes particuliers (*Pasteurella multocida*, *Rochalimea hensleya*) nécessite un traitement antibiotique par amoxicilline-acide clavulanique ou par cycline.

En cas de lésion oculaire complexe, l'intervention initiale se contente de fermer le globe ou de traiter une complication accessible à un geste simple. L'ablation des corps étrangers est décidée en fonction de leur nature, de leur taille, de leur localisation et des complications associées (hémorragie intravitréenne et décollement de rétine). Les plaies des paupières peuvent n'être opérées qu'à la vingt-quatrième heure. Une plaie de la paupière inférieure doit faire rechercher une lésion d'un canalicule lacrymal. Les plaies par morsure de chien sont l'exception, car elles justifient une décontamination précoce et une réparation dans les 6 à 8 heures.

L'anesthésie pour plaie du globe est pratiquée dans un contexte d'urgence qui met en balance le bénéfice de l'acte chirurgical et le risque anesthésique lié à l'estomac plein. Rares sont les interventions qui ne peuvent pas attendre les quelques heures nécessaires à la vidange gastrique, en sachant que celle-ci est ralentie par le stress lié à l'accident. Les indications de chirurgie précoce sont la plaie du globe chez le monophthalme, les plaies bilatérales, les plaies qui peuvent s'aggraver rapidement et l'hématome rétro-orbitaire en raison du risque de compression du nerf optique. Les petites plaies sans issue de vitré et sans perte de tonus dont le pronostic fonctionnel est bon, ainsi que les lésions majeures avec perte de substance intraoculaire sans espoir de récupération fonctionnelle peuvent attendre au moins 6 heures. D'emblée le patient reçoit des antalgiques et un traitement antibiotique.

Le choix de la technique anesthésique dépend de l'âge du patient et de l'importance des lésions. Chez l'enfant, l'anesthésie générale est la règle. Néanmoins, pour une petite plaie nécessitant un à trois points de suture, une anesthésie topique est réalisable chez un enfant coopérant. Chez l'adulte, les petites lésions localisées peuvent être traitées avec une anesthésie topique ou sous-conjonctivale. Les plaies de la cornée qui ne touchent pas tout le diamètre cornéen et qui ne s'étendent pas vers la sclère, avec un tonus oculaire normal peuvent être opérées sous anesthésie péribulbaire. Celle-ci utilise un volume anesthésique faible et une injection progressive, la compression oculaire étant omise. En revanche, s'il existe une plaie postérieure, une plaie avec issue de vitré ou une hypotonie oculaire, l'anesthésie générale est indiquée. Avant l'anesthésie générale, la prémédication est utile, notamment chez l'enfant, chez qui les pleurs, les cris, le frottement de l'œil atteint en augmentant la PIO risquent d'aggraver les lésions oculaires. Si le patient est considéré à estomac plein, il faut recourir à l'induction à séquence rapide avec manœuvre de Sellick. La principale controverse concerne l'utilisation de la succinylcholine en raison de son effet sur la PIO [24]. En fait, la discussion est théorique, car l'augmentation de la PIO liée à la succinylcholine ne dure que quelques minutes et n'est que de 5 à 15 mmHg. Les études cliniques n'ont pas montré d'effet délétère de la succinylcholine en cas de plaie du globe [62]. De même chez le chat, sur un modèle expérimental de plaie du globe, si la succinylcholine augmente la PIO, elle n'entraîne pas d'issue du contenu oculaire [69]. Donc, si le médecin anesthésiste juge que la sécurité du patient le nécessite, la succinylcholine pourra être utilisée lors d'une induction à séquence rapide. Le propofol a l'avantage de diminuer la PIO et de faciliter l'intubation trachéale. Il faut éviter la vidange gastrique par sonde avant l'induction, du fait de l'augmentation de la PIO par les efforts de vomissements. Toutes les manœuvres de l'induction sont exécutées avec douceur, en évitant de comprimer le globe avec le masque pendant la préoxygénation. L'entretien de l'anesthésie est sans particularités. Au réveil, l'extubation est effectuée chez un patient vigile.

Références

- [1] Ahmad S, Ahmad A, Benzon HT. Clinical experience with the peribulbar block for ophthalmologic surgery. *Reg Anesth* 1993 ; 18 : 184-188
- [2] Akhtar TM, McMurray P, Kerr WJ, Kenny GN. A comparison of laryngeal mask airway with tracheal tube for intra-ocular ophthalmic surgery. *Anaesthesia* 1992 ; 47 : 668-671
- [3] Ali-Melkillä TM, Virkkilä M, Jyrkkio H. Regional anesthesia for cataract surgery : comparison of retrobulbar and peribulbar techniques. *Reg Anesth* 1992 ; 17 : 219-222
- [4] Ali-Melkillä TM, Virkkilä M, Leino K, Pälve H. Regional anesthesia for cataract surgery : comparison of three techniques. *Br J Ophthalmol* 1993 ; 77 : 771-773
- [5] Arndt GA, Stock C. Bradycardia during cold ocular irrigation under general anaesthesia: an example of the diving reflex. *Can J Anesth* 1993 ; 40 : 511-514
- [6] Arnold RW, Gould AB, Mackenzie R, Dyer JA, Low PA. Lack of global vagal propensity in patients with oculocardiac reflex. *Ophthalmology* 1994 ; 101 : 1347-1352
- [7] Artru AA. Trabecular outflow facility and formation rate of aqueous humor during propofol, nitrous oxide, and halothane anesthesia in rabbits. *Anesth Analg* 1993 ; 77 : 564-569
- [8] Atkinson WS. Retrobulbar injection of anesthetic within the muscular cone. *Arch Ophthalmol* 1936 ; 16 : 494-503
- [9] Badrinath SK, Vazeery A, McCarthy RJ, Ivankovich AD. The effect of different methods of inducing anesthesia on intra-ocular pressure. *Anesthesiology* 1986 ; 65 : 431-435
- [10] Baker CL, Tinker JH, Robertson DN, Vliestra RE. Myocardial reinfarction following local anesthesia for ophthalmic surgery. *Anesth Analg* 1980 ; 59 : 257-262
- [11] Barale F, Hagopian F, François P, Girod A, Bachour K, Serri S et al. Utilisation du propofol en anesthésie ophtalmologique chez le vieillard. *Ann Fr Anesth Reanim* 1987 ; 6 : 309-312
- [12] Barclay K, Wall T, Wareham K, Asai T. Intra-ocular pressure changes in patients with glaucoma. Comparison between the laryngeal mask airway and tracheal tube. *Anaesthesia* 1994 ; 49 : 159-162
- [13] Barker JP, Vafidis GC, Hall GM. Postoperative morbidity following cataract surgery. A comparison of local and general anaesthesia. *Anaesthesia* 1996 ; 51 : 435-437
- [14] Batterbury M, Wong D, Williams R, Kelly J, Mostafa SM. Peribulbar anaesthesia: failure to abolish the oculocardiac reflex. *Eye* 1992 ; 6 : 293-295
- [15] Ben Rhaïem A, Nathan N, Debord J, Lotfi H, Lachatre G, Feiss P. Pharmacocinétique de la lidocaïne et de la bupivacaine après bloc péribulbaire avec adjonction d'hyaluronidase. *Ann Fr Anesth Reanim* 1995 ; 14 : 162-165
- [16] Blanc VF, Hardy JF, Milot J, Jacob JL. The oculocardiac reflex: a graphic and statistical analysis in infants and children. *Can Anaesth Soc J* 1983 ; 30 : 360-369
- [17] Blanc VF, Jacob JL, Milot J, Cyrenne L. The oculorespiratory reflex revisited. *Can J Anaesth* 1988 ; 35 : 468-472
- [18] Bloomberg L. Administration of periocular anesthesia. *J Cataract Refract Surg* 1986 ; 12 : 677-679
- [19] Braun U, Feise J, Mühlendyck H. Is there a cholinergic and an adrenergic phase of the oculocardiac reflex during strabismus surgery ? *Acta Anaesthesiol Scand* 1993 ; 37 : 390-395
- [20] Briggs M, Wong D, Groenewald C, McGalliard J, Kelly J, Harper J. The effect of anaesthesia on the intraocular volume of the C3F8 gas bubble. *Eye* 1997 ; 11 : 47-52
- [21] Broadman LM, Ceruzzi W, Patane PS, Hannallah RS, Ruttimann U, Friendly D. Metoclopramide reduces the incidence of vomiting following strabismus surgery in children. *Anesthesiology* 1990 ; 72 : 245-248
- [22] Bron A. Antibiothérapie prophylactique en chirurgie oculaire. *Ann Fr Anesth Reanim* 1994 ; 13 : S96-S99
- [23] Brown DR, Pachero EM, Repka MX. Recovery of extraocular muscle function after adjustable suture strabismus surgery under local anesthesia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1992 ; 29 : 16-20
- [24] Calobrisi BL, Lebowitz P. Muscle relaxants and the open globe. *Int Anesthesiol Clin* 1990 ; 28 : 83-88
- [25] Craig JF, Cook JH. A comparison of isoflurane and halothane in anaesthesia for intra-ocular surgery. *Anaesthesia* 1988 ; 43 : 454-458
- [26] Davis DB, Mandel MR. Posterior peribulbar anesthesia: an alternative to retrobulbar anesthesia. *J Cataract Refract Surg* 1986 ; 12 : 182-184
- [27] Davis DB, Mandel MR. Peribulbar anesthesia. A review of technique and complications. *Ophthalmol Clin North Am* 1990 ; 3 : 101-110
- [28] Dempsey GA, Barrett PJ, Kirby IJ. Hyaluronidase and peribulbar block. *Br J Anaesth* 1997 ; 78 : 671-674
- [29] Döpfmer UR, Maloney DG, Gaynor PA, Ratcliffe RH, Döpfmer S. Prilocaine 3 % is superior to a mixture of bupivacaine and lignocaine for peribulbar anaesthesia. *Br J Anaesth* 1996 ; 76 : 77-80
- [30] Duker JS, Belmont JB, Benson WE, Brooks HL, Brown GC, Federman JL et al. Inadvertent globe perforation during retrobulbar and peribulbar anesthesia. Patient characteristics, surgical management, and visual outcome. *Ophthalmology* 1991 ; 98 : 519-526
- [31] Edge KR, Nicoll JM. Retrobulbar hemorrhage after 12 500 retrobulbar blocks. *Anesth Analg* 1993 ; 76 : 1019-1022
- [32] Feitl ME, Krupin T. Retrobulbar anesthesia. *Ophthalmol Clin North Am* 1990 ; 3 : 83-91
- [33] Feitl ME, Krupin T. Neural blockade for ophthalmologic surgery. In : Cousins MJ, Bridenbaugh PO eds. Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain. Philadelphia : JB Lippincott ; 1988 : 577-592
- [34] Ferrari LR. The injured eye. *Anesthesiol Clin North Am* 1996 ; 14 : 125-150
- [35] Friedberg MA, Spellman FA, Pilkerton AR, Perrault LE, Stephens RF. An alternative technique of local anesthesia for vitreoretinal surgery. *Arch Ophthalmol* 1991 ; 109 : 1615-1616
- [36] Fry RA, Henderson J. Local anaesthesia for eye surgery. The peri-ocular technique. *Anaesthesia* 1989 ; 45 : 14-17
- [37] Fujii Y, Tanaka H, Toyooka H. Granisetron reduces vomiting after strabismus surgery and tonsillectomy in children. *Can J Anaesth* 1996 ; 43 : 35-38
- [38] Galindo A, Keilson LR, Mondshine RB, Sawelson HT. Retrobulbar anesthesia. Special technique and needle design. *Ophthalmol Clin North Am* 1990 ; 3 : 71-81
- [39] Gao F, Budd J. Venous levels of lignocaine and bupivacaine after peribulbar block. *Anaesthesia* 1996 ; 51 : 1109-1112
- [40] Gardner TW, Quillen DA, Blankenship GW, Marshall WK. Intra-ocular pressure fluctuations during scleral buckling surgery. *Ophthalmology* 1993 ; 100 : 1050-1054
- [41] Gills JP, Johnson DE, Cherchio M, Raanan MG. Intraocular anesthesia. *Ophthalmol Clin North Am* 1998 ; 11 : 65-71
- [42] Grizzard WS, Kirk NM, Pavan PR, Antworth M, Hammer ME, Roseman RL. Perforating ocular injuries caused by anesthesia personnel. *Ophthalmology* 1991 ; 98 : 1011-1016
- [43] Guedes Y, Rakotoseheno JC, Leveque M, Mimouni F, Egretau JP. Changes in intraocular pressure in the elderly during anaesthesia with propofol. *Anaesthesia* 1988 ; 43 : 58-60
- [44] Guise PA. Single quadrant sub-Tenon's block. Evaluation of a new local anesthetic technique for eye surgery. *Anaesth Intensive Care* 1996 ; 24 : 241-244
- [45] Hamilton RC. Techniques of orbital regional anaesthesia. In : Smith GB, Hamilton RC, Carr Ca eds. Ophthalmic anaesthesia. A practical handbook. London : Arnold ; 1996 : 105-147
- [46] Hamilton RC, Gimbel HV, Javitt JC. The prevention of complications of regional anesthesia for ophthalmology. *Ophthalmol Clin North Am* 1990 ; 3 : 111-125
- [47] Hamilton RC, Gimbel HV, Strunin L. Regional anaesthesia for 12 000 cataract extraction and intraocular lens implantation procedures. *Can J Anaesth* 1988 ; 35 : 615-623
- [48] Hansen EA, Mein CE, Mazzoli R. Ocular anesthesia for cataract surgery : a direct sub-Tenon's approach. *Ophthalmic Surg* 1990 ; 21 : 696-699
- [49] Hay A, Flynn HW Jr, Hoffman JI, Rivera AH. Needle penetration of the globe during retrobulbar and peribulbar injections. *Ophthalmology* 1991 ; 98 : 1017-1024
- [50] Husted RF, Koornneef L, Zonneveld FW. Anatomy. In : Gills JP, Husted RF, Sanders DR eds. Ophthalmic anesthesia. Thorofare : Slack incorporated ; 1993 : 1-68
- [51] Johnson RW. Anatomy for ophthalmic anaesthesia. *Br J Anaesth* 1995 ; 75 : 80-87
- [52] Johnson RW, Forrest FC. Local and general anaesthesia for ophthalmic surgery. Oxford : Butterworth-Heinemann ; 1994 : 1-183
- [53] Karhunen U, Cozaniyis DA, Brander P. The oculocardiac reflex in adults. A dose response study of glycopyrrolate and atropine. *Anaesthesia* 1984 ; 39 : 524-528
- [54] Katsev DA, Drews RC, Rose BT. An anatomic study of retrobulbar needle path length. *Ophthalmology* 1989 ; 96 : 1221-1224
- [55] Kelly RE, Dinner M, Turner LS, Haik B, Abramson DH, Daines P. Succinylcholine increases intraocular pressure in the human eye with the extraocular muscles detached. *Anesthesiology* 1993 ; 79 : 948-952
- [56] Kerr WJ, Vance JP. Oculocardiac reflex from the empty orbit. *Anaesthesia* 1983 ; 38 : 883-885
- [57] Keyl C, Lemberger P, Frey AW, Dambacher M, Hobbahn J. Perioperative changes in cardiac autonomic control in patients receiving either general or local anesthesia for ophthalmic surgery. *Anesth Analg* 1996 ; 82 : 113-118
- [58] Koornneef L. Eyelid and orbital fascial attachments and their clinical significance. *Eye* 1988 ; 2 : 130-134
- [59] Lebuissou DA, Lim PH, Mary JC, Jolivet MC. Anesthésie topique pour l'opération de la cataracte de l'adulte. *J Fr Ophthalmol* 1996 ; 19 : 181-189
- [60] Lerman J. Surgical and patient factors involved in postoperative nausea and vomiting. *Br J Anaesth* 1992 ; 69 (suppl 1) : 24-32
- [61] Liang C, Peyman GA, Sun G. Toxicity of intraocular lidocaine and bupivacaine. *Am J Ophthalmol* 1998 ; 125 : 191-196
- [62] Libonati MM, Leahy JJ, Ellison N. The use of succinylcholine in open eye surgery. *Anesthesiology* 1985 ; 62 : 637-640
- [63] Lin DM, Furst SR, Rodarte A. A double-blind comparison of metoclopramide and droperidol for the prevention of emesis following strabismus surgery. *Anesthesiology* 1992 ; 76 : 357-361
- [64] Liu C, Youl B, Moseley I. Magnetic resonance imaging of the optic nerve in extremes of gaze. Implications for the positioning of the globe for retrobulbar anaesthesia. *Br J Ophthalmol* 1992 ; 76 : 728-733
- [65] Mc Carthy GJ, Mirakhur RK. Postoperative oxygenation in the elderly following general or local anaesthesia for ophthalmic surgery. *Anaesthesia* 1992 ; 47 : 1090-1092
- [66] Mendel HG, Guarnieri KM, Sundt LM, Torjman MC. The effects of ketorolac and fentanyl on postoperative vomiting and analgesic requirements in children undergoing strabismus surgery. *Anesth Analg* 1995 ; 80 : 1129-1133
- [67] Mirakhur RK, Shepherd WFI, Elliott P. Intraocular pressure changes during rapid sequence induction of anaesthesia: comparison of propofol and thiopentone in combination with vecuronium. *Br J Anaesth* 1988 ; 60 : 379-383
- [68] Moffat A, Cullen PM. Comparison of two standard techniques of general anaesthesia for day-case cataract surgery. *Br J Anaesth* 1995 ; 74 : 145-148
- [69] Moreno RJ, Kloess P, Carlson DW. Effect of succinylcholine on the intraocular contents of open globes. *Ophthalmology* 1991 ; 98 : 636-638
- [70] Morgan JE, Chandra A. Intraocular pressure after peribulbar anaesthesia: is the Honan balloon necessary? *Br J Ophthalmol* 1995 ; 79 : 46-49
- [71] Moroi SE, Lichter PR. Ocular pharmacology. In : Hardman JG, Limbird LE eds. Goodman and Gilman's. The pharmacological basis of therapeutics. New York : McGraw-Hill ; 1996 : 1619-1645
- [72] Murphy DF. Anesthesia and intraocular pressure. *Anesth Analg* 1985 ; 64 : 520-530
- [73] Nicoll JM, Acharya PA, Ahlen K. Central nervous system complications after 6 000 retrobulbar blocks. *Anesth Analg* 1987 ; 66 : 1298-1302
- [74] O'Donoghue E, Batterbury M, Lavy T. Effect on intraocular pressure of local anaesthesia in eyes undergoing intraocular surgery. *Br J Ophthalmol* 1994 ; 78 : 605-607
- [75] Obstler C, Rouxel JM, Zahwa A, Haberer JP. Douleurs et vomissements postopératoires dans la chirurgie de la rétine. *Cah Anesthesiol* 1997 ; 45 : 181-185
- [76] Petersen WC, Yanoff M. Subconjunctival anesthesia : an alternative to retrobulbar and peribulbar techniques. *Ophthalmic Surg* 1991 ; 22 : 199-201
- [77] Rinkoff JS, Doft BH, Lobes LA. Management of ocular penetration from injection of local anesthesia preceding cataract surgery. *Arch Ophthalmol* 1991 ; 109 : 1421-1425
- [78] Ripart J, Charavel P, Eledjam JL. La pression intraoculaire et ses facteurs de variation. In : Eledjam JJ, Aubry I eds. Anesthésie et chirurgie en ophtalmologie. Paris : Masson ; 1995 : 43-56
- [79] Ripart J, Charavel P, Eledjam JL. Les réflexes à point de départ oculaire. In : Eledjam JJ, Aubry I eds. Anesthésie et chirurgie en ophtalmologie. Paris : Masson ; 1995 : 57-66
- [80] Ripart J, Lefrant JY, Lalourey L, Benbabaali M, Charavel P, Mainemer M et al. Medial canthus (caruncle) single injection periocular anesthesia. *Anesth Analg* 1996 ; 83 : 1234-1238
- [81] Robert JE, MacLeod BA, Hollands RH. Improved peribulbar anaesthesia with alkalization and hyaluronidase. *Can J Anaesth* 1993 ; 40 : 835-838
- [82] Ropo A, Pertti N, Ruusuvaara P, Kivisaari L. Comparaison de retrobulbar and pericolar injections of lignocaine by computed tomography. *Br J Ophthalmol* 1991 ; 75 : 417-420

- [83] Rouxel JM, Zahwa A, Obstler C, Haberer JP. Complications de l'anesthésie rétrobulbaire et péribulbaire. *Cah Anaesthesiol* 1997 ; 45 : 193-205
- [84] Ruta U, Möllhoff T, Markodimitrakis H, Brodner G. Attenuation of the oculocardiac reflex after topically applied lignocaine during surgery for strabismus in children. *Eur J Anaesthesiol* 1996 ; 13 : 11-15
- [85] Sanders RJ, Nelson LB, Deutsch JA. Peribulbar anesthesia for strabismus surgery. *Am J Ophthalmol* 1990 ; 109 : 705-708
- [86] Sarvela J, Nikki P. Hyaluronidase improves regional ophthalmic anaesthesia with etidocaine. *Can J Anaesth* 1992 ; 39 : 920-924
- [87] Sarvela J, Nikki P, Paloheimo M. Orbicular muscle akinesia in regional ophthalmic anaesthesia with pH-adjusted bupivacaine: effects of hyaluronidase and epinephrine. *Can J Anaesth* 1993 ; 40 : 1028-1033
- [88] Smith R. Cataract extraction without retrobulbar anaesthetic injection. *Br J Ophthalmol* 1990 ; 74 : 205-207
- [89] Stevens JD, Franks WA, Orr G, Leaver PK, Cooling RJ. Four-quadrant local anaesthesia technique for vitreoretinal surgery. *Eye* 1992 ; 6 : 583-586
- [90] Strazis KP, Fox AW. Malignant hyperthermia: a review of published cases. *Anesth Analg* 1993 ; 77 : 297-304
- [91] Sutcliffe NP, Hyde R, Martay K. Use of « Diprifusor » in anaesthesia for ophthalmic surgery. *Anaesthesia* 1998 ; 53 : 49-52
- [92] Sweeney EJ, Barber K, Prosser JA. A comparison of percutaneous and perconjunctival routes of administration of periocular anaesthesia for day case cataract surgery. *Anaesthesia* 1993 ; 48 : 336-338
- [93] Tannières ML, Lebuissou DA. Anesthésie en chirurgie oculaire. Paris : Arnette ; 1994
- [94] Tramer MR, Sansonetti A, Fuchs-Buder T, Rifat K. Oculocardiac reflex and postoperative vomiting in paediatric strabismus surgery. A randomized controlled trial comparing four anaesthetic techniques. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998 ; 42 : 117-123
- [95] Unsöld R, Stanley JA, Degroot F. The CT-topography of retrobulbar anesthesia: anatomic clinical correlation of complications and suggestions of a modified technique. *Albrecht von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol* 1981 ; 217 : 125-136
- [96] Van Den Berg AA, Lambourne A, Clyburne PA. The oculocardiac reflex: a rationalisation of postophthalmic anaesthesia vomiting. *Anaesthesia* 1989 ; 44 : 110-117
- [97] Wang HS. Peribulbar anesthesia for ophthalmic procedures. *J Cataract Refract Surg* 1988 ; 14 : 441-443
- [98] Watcha MF, Simeon RM, White PF, Stevens JL. Effect of propofol on the incidence of postoperative vomiting after strabismus surgery in pediatric outpatients. *Anesthesiology* 1991 ; 75 : 204-209
- [99] Watson D. Hyaluronidase. *Br J Anaesth* 1993 ; 71 : 422-425
- [100] Wearne MJ, Flaxel CJ, Gray P, Sullivam PM, Cooling RJ. Vitreoretinal surgery after inadvertent globe penetration during local ocular anesthesia. *Ophthalmology* 1998 ; 105 : 371-376
- [101] Williams N, Strunin A, Heriot W. Pain and vomiting after vitreoretinal surgery: a potential role for local anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 1995 ; 23 : 444-448
- [102] Wolf GL, Capuano C, Hartung J. Nitrous oxide increases intraocular pressure after intravitreal sulfur hexafluoride injection. *Anesthesiology* 1983 ; 59 : 547-548
- [103] Wong DH, Koehrer E, Sutton HF, Merrick P. A modified retrobulbar block for eye surgery. *Can J Anaesth* 1993 ; 40 : 547-553.
- [104] Zahl K, Jordan A, McGroarty J, Sorensen B, Gotta AW. Peribulbar anesthesia. Effect of bicarbonate on mixture of lidocaine, bupivacaine and hyaluronidase with or without epinephrine. *Ophthalmology* 1991 ; 98 : 239-242