

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2020

**THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

**Plastie des procès ciliaires par ultrasons hautes fréquences :
Résultats à 1 an d'un traitement 8 secteurs.**

Présentée et soutenue publiquement le 12 octobre 2020 à 18h
au Pôle Formation

par Charles JARRETT

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE

Madame le Professeur Delphine STAUMONT-SALLE

Monsieur le Docteur Thibault ROQUANCOURT

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Thibault ROQUANCOURT

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Table des matières

ABREVIATIONS	1
RESUME	1
1 INTRODUCTION	1
1.1 Définition du glaucome	1
1.2 Epidémiologie du glaucome	1
1.3 Physiopathologie du glaucome.....	2
1.4 Rôle de l'humeur aqueuse dans la PIO	3
1.4.1 Production.....	3
1.4.2 Elimination	4
1.5 Traitement du glaucome.....	6
1.5.1 Les stratégies thérapeutiques.....	6
1.5.2 Les traitements médicaux : collyres hypotonisants	6
1.5.3 Les traitements lasers.....	7
1.5.4 Les traitements chirurgicaux augmentant la voie d'évacuation	7
1.5.5 Les traitements diminuant la sécrétion aqueuse : cyclodestruction et cycloplastie.....	9
1.6 La prise en charge actuelle avec l'HIFU	17
1.7 Les limites de l'HIFU	19
2 Objectifs de l'étude	20
3 Matériel et méthode	21

3.1	Design de l'étude.....	21
3.2	Protocole de mesure	21
3.3	Protocole thérapeutique	23
3.3.1	Détermination de la taille de la sonde	23
3.3.2	Matériel	24
3.3.3	Anesthésie	26
3.3.4	Traitement post-opératoire.....	26
3.3.5	Données recueillies.....	27
3.4	Analyses statistiques	29
4	RESULTATS.....	30
4.1	Déroulement de la procédure.....	30
4.2	Description des populations	31
4.2.1	Chez le groupe UCP 8 secteurs.....	31
4.2.2	Chez le groupe UCP 6 secteurs.....	31
4.2.3	Entre les 2 groupes.....	32
4.3	Perdu de vue et perte de donnée :	33
4.4	Résultats pressionnels :	33
4.4.1	Chez le groupe 8 secteurs :	33
4.4.2	Chez le groupe 6 secteurs	36
4.4.3	Entre les 2 groupes :	39
4.5	Efficacité de la procédure:	42
4.5.1	Efficacité partielle.....	42

4.5.2	Efficacité complète :.....	44
4.6	Modification des traitements ou ré-interventions :	46
4.6.1	Chez le groupe 8 secteurs	46
4.6.2	Chez le groupe 6 secteurs :.....	46
4.7	Complication :.....	48
4.7.1	Chez le groupe 8 secteurs :.....	48
4.7.2	Chez le groupe 6 secteurs	49
4.7.3	Entre les 2 groupes :.....	50
4.8	Nombre de Médicament :	52
4.8.1	Les retraitements :	52
5	DISCUSSION.....	53
6	CONCLUSION	69
	BIBLIOGRAPHIE.....	70

ABREVIATIONS

CCG : complexe des cellules ganglionnaires

CHRU : centre hospitalier régional universitaire

CV : champ visuel

ECP : endoscopie cyclophotodestruction

GNV : glaucome néovasculaire

GPAO : glaucome primitif à angle ouvert

HIFU : high intensity focused ultrasound

MAVC : meilleure acuité visuelle corrigée

MIGS : chirurgies mini-invasives du glaucome

OCT : tomographie à cohérence optique

PEC : pseudo-exfoliation capsulaire

PIO : pression intra oculaire

RNFL : épaisseur des fibres nerveuses rétiniennes

SLT : selected laser trabeculoplasty

SPNP : sclérectomie profonde non perforante

TNO : tête du nerf optique

UBM : Ultrasound Biomicroscopy

UCP : ultrasound cycloplastie

W&W : blanc de blanc

RESUME

INTRODUCTION

Le glaucome est une maladie fréquente, cécitante. Chez les glaucomes réfractaires où l'équilibre pressionnel n'est pas obtenu, l'utilisation de la cycloplastie aux ultrasons est envisagée. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité et la tolérance de la cycloplastie ultrasonore haute intensité 8 secteurs sur une période de 1 an.

MATERIEL ET METHODE

Cette étude rétrospective unicentrique, incluait des patients atteints de glaucomes réfractaires, avec une PIO > 21 mmHg ayant reçu une cycloplastie sur 8 secteurs. Un groupe contrôle a été composé par appariement avec des patients ayant bénéficié d'une cycloplastie sur 6 secteurs. Le même dispositif d'ultrason était utilisé dans les 2 groupes. Le critère de jugement principal était le taux de réduction pressionnelle après la cycloplastie HIFU 8 secteurs.

RESULTATS

49 personnes ont été traitées par une cycloplastie 8 secteurs. La pression intra-oculaire moyenne était significativement diminuée à toutes les visites de suivi dans les 2 groupes. L'efficacité partielle était atteinte chez 44,4% des patients à 12 mois avec la plastie 8 secteurs. Il n'y a pas de différence significative entre la réduction pressionnelle et l'efficacité partielle entre le groupe 8 et 6 secteurs. La réduction de la pression intra-oculaire était significativement plus élevée après la procédure chez les patients présentant une pression intra-oculaire pré-traitement supérieure ou égale à 30 mmHg. Le nombre de traitement pré et post traitement était de 3,8 / 3,4 molécules. On retrouve un nombre de complications majeures significativement plus important dans le groupe 8 secteurs.

CONCLUSION :

La cycloplastie ultrasonore sur 8 secteurs, a montré son efficacité dans la gestion de la PIO. Pour son application, le respect de la pression intra-oculaire pré-traitement supérieure à 30 mmHg est important afin de bénéficier d'un traitement optimal et sécuritaire.

1 INTRODUCTION

1.1 Définition du glaucome

Le glaucome est défini par l'European Glaucoma Society (1) comme « une neuropathie optique chronique progressive qui a comme particularité commune des modifications morphologiques de la tête du nerf optique et des fibres nerveuses rétiniennes. Des pertes progressives des cellules ganglionnaires rétiniennes et du champ visuel sont associées à ces modifications ».

Beaucoup de classifications existent pour différencier les formes de glaucome en fonction, de l'âge d'apparition (aigu ou chronique), de l'état anatomique de l'angle irido-cornéen (angle ouvert ou angle fermé) et de l'étiologie du glaucome (primitif ou secondaire à une pathologie ophtalmologique ou générale). Dans la pratique, ces formes se superposent pour établir les tableaux cliniques.

La forme la plus fréquente chez les caucasiens et les africains est le Glaucome Primitif à Angle Ouvert (GPAO), tandis que les asiatiques présentent majoritairement des glaucomes par fermeture d'angle.

1.2 Epidémiologie du glaucome

Le glaucome est la deuxième cause de cécité en Europe et dans le monde, et la première cause de cécité irréversible (2) (3). On estime à l'heure actuelle qu'environ 80 millions de personnes sont atteintes de glaucomes dans le monde et jusqu'à plus de 112 millions de personnes en 2040 (4). Le glaucome est donc un problème majeur de santé publique.

1.3 Physiopathologie du glaucome

Le glaucome appartient à la famille des neuropathies optiques chroniques, caractérisé par une neuro-dégénérescence rétinienne associée à la disparition progressive des cellules ganglionnaires rétiniennes (CGR) (2). La neuropathie glaucomateuse est une pathologie complexe, dont tous les mécanismes la constituant ne sont pas complètement élucidés. Différentes théories sous-tendent l'atteinte progressive des cellules ganglionnaires :

- La théorie biomécanique incrimine la pression intraoculaire (PIO) comme principal facteur destructeur, responsable des altérations de la tête du nerf optique (TNO) par un effet compressif secondaire à la modification progressive de la lame criblée (portion laminaire de la TNO).
- La théorie neuro-dégénérative de la rétine : l'atteinte serait secondaire à une addition de processus dégénératifs apoptotiques et non apoptotiques des cellules ganglionnaires dont les principaux identifiés sont la carence en neurotrophines, l'excitotoxicité au glutamate, l'ischémie, le stress oxydatif, et l'activation gliale.
- La théorie vasculaire sous-tend que la neuropathie glaucomateuse est associée à une perfusion oculaire anormale par réduction du flux sanguin et une perte de l'autorégulation vasculaire par vasospasme et dysfonction endothéliale.
- L'implication de facteurs génétiques, épi-génétiques, ethniques et environnementaux est également reconnue dans la physiopathologie du glaucome. Les formes génétiques sont plus rares et concernent essentiellement les glaucomes juvéniles, forme héréditaire de la maladie.

Une association ethnique est remarquée par la proportion plus importante de la maladie chez les mélanodermes.

Parmi toutes ces possibles causes identifiées, à ce jour seul l'élévation de la pression intraoculaire demeure l'élément accessible aux traitements médicaux ou chirurgicaux.

1.4 Rôle de l'humeur aqueuse dans la PIO

Le globe oculaire est formé d'une coque cornéo-sclérale externe peu déformable d'un volume moyen de 6,5 cm³. Le globe contient de multiples structures (cristallin, vitré, uvée et humeur aqueuse), dont certaines sont fixes et d'autres fluctuantes. L'équilibre entre le contenu et le contenant du globe détermine la PIO. L'humeur aqueuse est le seul élément du globe dont le volume peut varier rapidement. La PIO va donc dépendre essentiellement de l'équilibre entre sa sécrétion et son élimination.

1.4.1 Production

L'humeur aqueuse est formée par la filtration du plasma sanguin lors de son passage à travers les corps ciliaires. Elle est essentiellement sécrétée par la partie antérieure des corps ciliaires. Elle chemine à travers l'endothélium vasculaire fenêtré, le stroma ciliaire, au travers de la lame basale et des deux couches de l'épithélium ciliaire. Les dernières couches forment une barrière anatomique hémato-aqueuse à travers laquelle se produisent plusieurs phénomènes pour la franchir. Le transport actif est le principal sécréteur d'humeur aqueuse, suivi par des phénomènes passifs de diffusion et d'ultrafiltration. En moyenne 2 à 3 µL d'humeur aqueuse sont produits par minute. Il existe des variations nyctémérales, le débit étant plus faible la nuit.

L'humeur aqueuse est légèrement plus hypertonique, plus acide que le plasma, et est dépourvue de molécule de grande taille. Elle circule ensuite entre le cristallin et l'iris, puis dans chambre antérieure, avant d'être éliminée.

1.4.2 Elimination

L'élimination de l'humeur aqueuse en dehors de l'œil se fait par deux voies principales :

- la voie trabéculaire, la plus importante, qui draine 70 à 90% de l'humeur aqueuse au niveau de l'angle irido-cornéen. Le trabéculum est un maillage de collagène entouré de cellules endothéliales et séparé d'espaces vides, permettant la filtration de l'humeur aqueuse. Il est en contact avec le canal de Schlemm qui collecte l'humeur aqueuse et permet son retour dans la circulation sanguine grâce à de petites veines aqueuses. Le trabéculum possède trois portions, s'affinant au fur et à mesure pour jouer son rôle de filtre : uvéale, cornéo-sclérale puis juxta-canaliculaire (cribiforme). Cette dernière portion est le principal site de résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse.
- La voie uvéosclérale est quant à elle responsable de 10 à 30 % de l'élimination de l'humeur aqueuse. Elle constitue le passage de l'humeur aqueuse au travers le stroma irien, par la racine de l'iris puis sa circulation le long des faisceaux musculaires du corps ciliaire jusqu'aux espaces supraciliaires et suprachoroïdiens. De là, elle traverse la sclère directement, ou en empruntant les espaces périvasculaires. Hors de l'œil, l'humeur aqueuse rejoint la circulation générale par la voie des vaisseaux sanguins orbitaires et des vaisseaux lymphatiques de la conjonctive (Figure 1).

L'élévation de la PIO est essentiellement liée à une augmentation de la résistance de l'écoulement de l'humeur aqueuse au niveau de la dernière partie du filtre trabéculaire (juxta-canaliculaire) et le du canal de Schlemm.

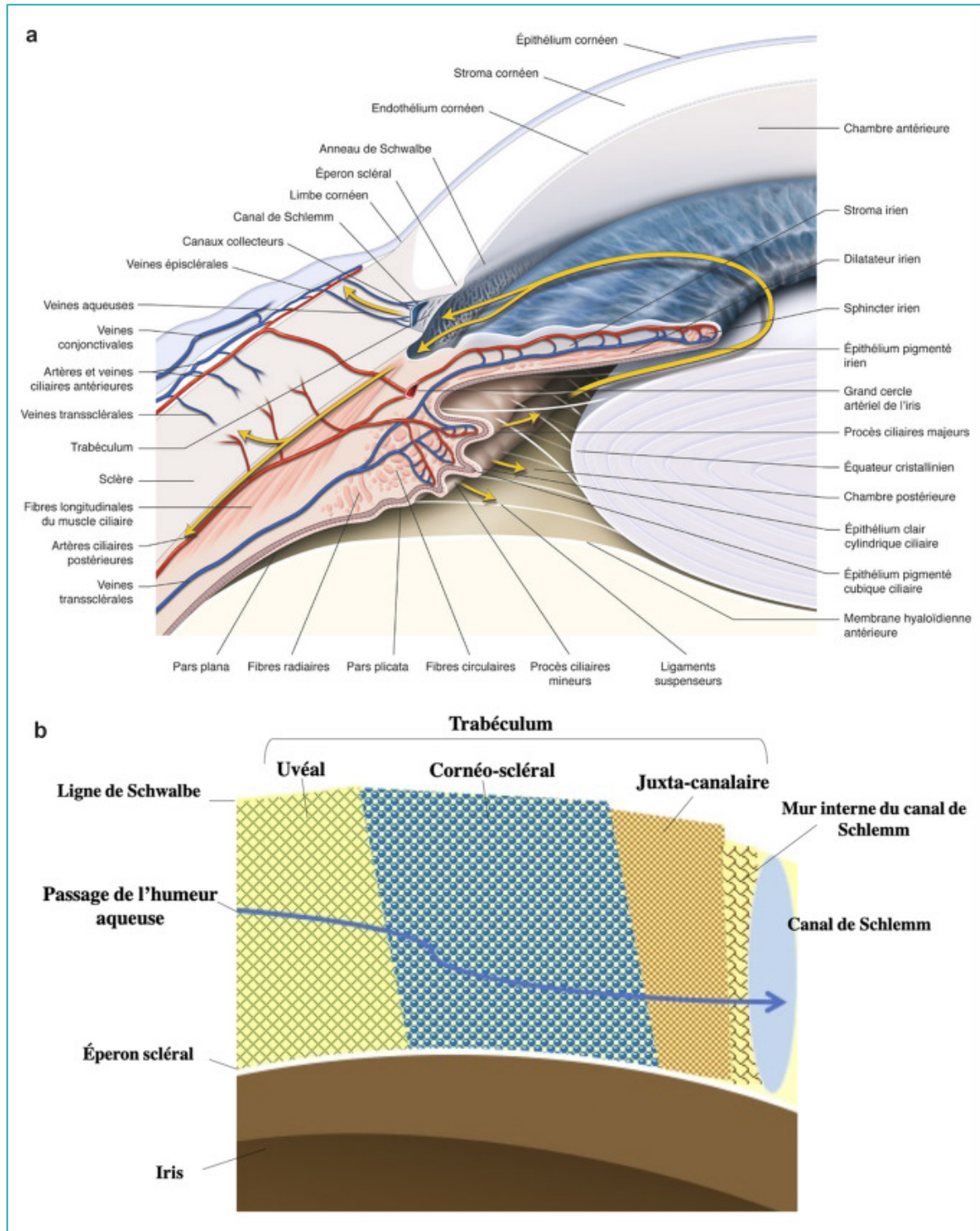


Figure 1 : Représentation schématique de la circulation de l'humeur aqueuse dans le segment antérieur de l'œil (5)

1.5 Traitement du glaucome

1.5.1 Les stratégies thérapeutiques

L'objectif du traitement dans le glaucome est « de maintenir la fonction visuelle du patient et sa qualité de vie, avec des effets secondaires et un coût financier acceptables » (2). Il a été admis que seule la baisse de la PIO a fait preuve de son efficacité dans la réduction du taux de progression de la perte cellulaire ganglionnaire chez le sujet glaucomateux et que pour ralentir l'évolution une réduction pressionnelle de 20% était nécessaire (6)(2). Le but est ainsi de rechercher la PIO cible pour chaque individu, dans l'objectif de freiner la pathologie. Pour arriver à cette PIO cible, 2 techniques s'offrent à nous : diminuer la production d'humeur aqueuse ou favoriser son élimination. Dans le but d'atteindre cet objectif, il existe un plan d'escalade thérapeutique débutant par l'utilisation de collyres hypotonisants ou de trabéculoplastie laser (SLT ou argon) puis la réalisation d'actes plus invasifs avec des chirurgies filtrantes, l'implantation de valves et autres systèmes de drainage, et enfin des procédures de cycloaffaiblissement (7).

1.5.2 Les traitements médicaux : collyres hypotonisants

Il existe différentes classes, réparties en 2 catégories, selon leur pouvoir sur les structures oculaires :

- Réduction de la sécrétion aqueuse : les bêta-bloquants et les inhibiteurs de l'anhydrase carbonique,
- Augmentation de la voie uvéosclérale : les prostaglandines,
- Les 2 voies d'action : les alpha-adrénergiques.

Quand le traitement local n'est pas suffisant un traitement par voie orale peut être ajouté, avec l'utilisation d'inhibiteur de l'anhydrase carbonique (acétazolamide).

1.5.3 Les traitements lasers

Les trabéculoplasties laser SLT (selective laser trabeculoplasty) consistent à instaurer des impacts sur la structure trabéculaire pour créer une brûlure et ainsi une rétraction du tissu, augmentant ainsi les espaces de filtrations trabéculaires adjacents. Une seconde hypothèse, explique que la stimulation laser des cellules trabéculaires augmente leurs métabolismes et ainsi augmente la sécrétion des facteurs de croissances et des métalloprotéinases amenant à une majoration de l'écoulement de l'humeur aqueuse. Elles se font majoritairement avec l'aide d'un laser nd-Yag, mais peuvent également être réalisées avec un laser diode micropulsé, au TLT Laser titanium-saphire, ou au laser argon. Le laser a montré son efficacité dans la gestion de la PIO et dans l'allègement des traitements locaux.

1.5.4 Les traitements chirurgicaux augmentant la voie d'évacuation

La technique la plus pratiquée à l'heure actuelle en première intention est la trabéculéctomie, suivi par la sclérectomie profonde non perforante (SPNP). Ces deux techniques permettent à l'humeur aqueuse de quitter la chambre antérieure vers les espaces sous-conjonctivaux, par la création d'une bulle de filtration, avec ou sans ouverture de la sclère. Selon les données de la littérature, le taux de réussite est très variable, entre 36 et 90% pour les trabéculéctomies (8–10), et entre 35 à 86% pour les sclérectomies non perforantes (11–13).

Ces traitements chirurgicaux ne sont pas dénués de risque, avec la survenue de complications jusque dans 50% des interventions (14) : hyphéma (24%), aggravation de la cataracte (20%), baisse acuité visuelle (18%), infections et complications des bulles de filtrations (fuite 17%, et fibrose 3,4%). Il semblerait que les complications soient moins fréquentes au cours des sclérectomies profondes non perforantes (17%) qu'avec les trabéculotomies (65%) (15).

Lorsque les chirurgies ne sont pas envisageables ou ont échoué, on se retrouve devant une situation délicate à gérer avec l'apparition souvent d'un glaucome réfractaire.

Celui-ci est défini comme de glaucome non contrôlé, sous traitement médical maximal toléré et ayant eu au moins une intervention chirurgicale filtrante.

Une alternative thérapeutique correspond à l'implantation de système de drainage, comme les valves. Les plus connues sont les valves de Molteno, d'Ahmed, et de Baerveldt. Elles correspondent à un tube placé en chambre antérieure abouchant sur un plateau diffuseur en sous-conjonctivale. Ces différentes valves se différencient dans leurs compositions et leurs surfaces de diffusion. Ces systèmes ont montré que leurs efficacités et leurs sécurités étaient comparables au fil du temps aux résultats retrouvés avec les trabéculotomies (16-17).

La trabéculotomie et les dispositifs de drainage de l'humeur aqueuse sont des techniques efficaces mais nécessitent un état conjonctival satisfaisant. La formation d'une bulle de filtration conjonctivale expose à des complications qui compromettent l'efficacité de l'intervention (fibrose excessive, fuite d'humeur aqueuse infection).

Pour limiter ses risques, de nouvelles techniques de chirurgies moins invasives ont été développées : les chirurgies filtrantes ab interno ou chirurgies mini-invasives du glaucome (MIGS) (7). Celles-ci ont pour certaines le principal avantage de ne pas nécessiter de passage conjonctival. Leur objectif est de

- créer un canal contournant le trabéculum et le canal de Schlemm, en partant de la chambre antérieure vers l'espace sous-conjonctival trans-sclérale (AqueSys Xen),(18) ou vers l'espace suprachoroïdien (Glaukos iStent Supra, Transcend CyPass) (19).
- ou d'augmenter le passage trabéculaire avec une ouverture perméable du trabéculum pour favoriser l'écoulement de l'humeur aqueuse (20), en utilisant des stents de pontage (Glaukos iStent, Ivantis Hydrus) ou en découpant la portion juxta-canaliculaire, avec une trabéculéctomie ab-Interno (21) (Trabectome, Kahook Dual Blade).

1.5.5 Les traitements diminuant la sécrétion aqueuse : cyclodestruction et cycloplastie.

Lorsque l'arsenal thérapeutique décrit ci-dessus n'est plus suffisant pour augmenter l'évacuation, la deuxième possibilité thérapeutique consiste à réduire la production d'humeur aqueuse en interagissant sur les corps ciliaires.

1.5.5.1 Les méthodes historiques

Plusieurs techniques de cycloaffaiblissement ont d'abord été développées :

- la cyclodiathermie qui consistait à brûler le corps ciliaire à l'aide d'un courant électrique,
- la cyclocryothérapie avec la congélation du corps ciliaire à la cryode,

- et l'excision chirurgicale du corps ciliaire.

Elles ont démontré leurs efficacités dans la gestion de la pression intraoculaire, mais aux prix de complications graves et fréquentes avec la survenue d'inflammation majeure, d'hypertonie réactionnelle, de baisse importante de l'acuité visuelle, d'hypotonie sévère, d'hémorragie expulsive, de décollement rétinien, et de phtyze du globe oculaire. Ces complications ont progressivement fait arrêter ces techniques pour de nouvelles approches.

1.5.5.2 Les techniques actuelles

La Cyclophotodestruction laser :

La photodestruction du corps ciliaire peut se faire soit par voie externe (trans-sclérale ou transpupillaire), soit par voie interne endoscopique, et à l'aide de différentes sources lasers (diode, argon, Nd-YAG).

La cyclophotodestruction trans-sclérale :

La cyclophotodestruction trans-sclérale est une méthode non invasive, réalisée au travers des plans conjunctivo-scléaux utilisant des lasers de longueurs d'onde infrarouge. Ces ondes permettent le passage au travers de la sclère et sont absorbées par les corps ciliaires. Il existe 2 types de laser. Les lasers Nd-YAG délivrent un faisceau d'une longueur d'onde de 1064 nm tandis que les lasers diodes délivrent un faisceau d'une longueur d'onde de 800 à 850 nm. Le principal dispositif permettant une destruction du corps ciliaire par laser est le laser diode d'Oculight SLx (Iris Medical Instruments), délivrant un faisceau d'une longueur d'onde de 810 nm, en mode continu, avec une puissance maximale de 3,0 W et un temps de tir maximal de 9,9 secondes.

Lors de la première séance de cyclophotodestruction, il est réalisé 15 à 20 tirs sur 270 à 300° de la circonférence du corps ciliaire. La puissance du laser se règle en fonction de la perception ou non d'un « pop » audible, signant l'atteinte et l'éclatement du corps ciliaires. Les méridiens de 3 et 9 heures sont épargnés, zones préférentielles de pénétration des artères ciliaires longues postérieures, afin de réduire le risque d'ischémie du segment antérieur. Par destruction de l'épithélium ciliaire la production d'humeur aqueuse est réduite. Le remodelage des zones ayant été exposées au laser permettent une filtration au travers de la sclère amincie et/ou une augmentation du flux aqueux uvéoscléral (22).

Cyclophotodestruction transpupillaire :

La photodestruction directe des procès ciliaires par voie transpupillaire n'est possible que dans des situations particulières, c'est-à-dire en cas d'aniridie ou d'iridodialyse étendue. Environ la moitié (180°) de la circonférence du corps ciliaire est traitée en première intention.

Cyclophotodestruction endoscopique :

La photodestruction endoscopique est une méthode invasive nécessitant l'ouverture du globe oculaire pour y introduire une fibre optique qui amène l'énergie laser au contact des procès ciliaires. Le dispositif associe une fibre optique reliée à un laser diode délivrant une puissance maximale de 1200 mW. Un faisceau laser rouge de visée permet de visualiser la zone à traiter. En première intention, le traitement est étendu sur 120 à 180° de la circonférence des corps ciliaires avec une puissance de 400 à 600 mW et une durée de 1,5 à 2 secondes par tir (23).

Cyclophotodestruction trans-sclérale micropulsée :

Le laser diode micropulse fonctionne par l'émission d'impulsions courtes et répétitives (23). Ces rafales de laser permettent de détruire l'épithélium ciliaire pigmenté pendant leur phase « on » ; et donne un laps de temps sans énergie pendant la phase « off » permettant aux tissus adjacents de se refroidir. Ainsi, contrairement au laser diode classique à émission continue, la température dans le tissu collatéral reste inférieure au seuil de coagulation et les dommages sont minimisés. On utilise un laser diode de 810 nm avec une sonde de contact que l'on déplace en un seul mouvement selon deux arcs de cercle entourant le limbe, toujours en évitant les positions 3 heures et 9 heures. Les paramètres les plus fréquemment utilisés sont une puissance de 2 W délivrés sur 100 secondes pour une zone de traitement à 360° avec un cycle de marche/arrêt de 0,5 ms/1,1 ms.

1.5.5.3 Efficacité des cyclophotodestructions

L'efficacité du traitement est obtenue en une à quatre semaines. Plusieurs séances sont souvent prévues pour obtenir un résultat pressionnel satisfaisant. On retrouve un taux de succès compris entre 35% et 80% à 12 mois. Cependant ce résultat baisse avec le temps pour avoir une moyenne de succès de 50% à 5 ans et plus (24-27). La prescription de traitements hypotenseurs est également significativement moins importante après l'intervention qu'après. Les lasers micropulses par rapport aux lasers continus semblent plus efficaces avec un taux de réussite compris entre retrouvent une efficacité comprise entre 52% et 95% à 1 an (28-32).

1.5.5.4 Les complications : (24-32) :

À court terme, on observe la survenue de pics d'hypertonie, avec une élévation de plus de 10 mmHg par rapport à la PIO préopératoire dans 10 à 20 % des cas ; et d'inflammation. À long terme, la complication la plus fréquente est la baisse d'acuité visuelle dans 30 % des cas environ. Cette baisse peut-être liée au mauvais contrôle pressionnel (hypotonie ou hypertonie), ou à la progression de la neuropathie optique, au développement et l'aggravation d'une cataracte, à la survenue d'un œdème cornéen ou maculaire. On observe également l'apparition de phtyze dans 0,5 à 7% des cas, et de manière plus importante (jusqu'à 37%) sur les yeux multi-opérés. Un cas d'abcès cornéen avec énucléation a été retrouvé dans la littérature (26).

Les complications semblent moins importantes pour les lasers micropulsés qu'avec les lasers diodes continus (28). On ne retrouve pas de différence significative sur le nombre de complication entre les procédures trans-sclérales et endoscopiques (24-25). La cyclophotodestruction endoscopique (ECP) et micropulse semblent exercer moins de dommages sur l'épithélium ciliaire et les structures environnantes.

1.5.5.5 Les nouveaux traitements grâce aux ondes sonores et ultrasonores : l'HIFU : (High Intensity Focus Ultrasound).

Principes de fonctionnement :

L'onde acoustique est une onde mécanique longitudinale produite par la vibration d'un matériel et qui se propage uniquement dans un milieu matériel élastique. Elle est classée comme ultrason quand sa fréquence est comprise entre 20 kHz et 200 MHz.

La propagation de l'onde ultrasonore dans un milieu crée un mouvement d'oscillation des particules rencontrées de proche en proche par un phénomène de compression-décompression. L'onde sonore exercera différents phénomènes lors de sa propagation, une réflexion (principe de l'échographie), une réfraction, une absorption (échauffement du tissu) et une diffusion. Ces différents mécanismes atténuent la puissance de l'onde. La vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dépend de la densité et de l'impédance acoustique du milieu.

En contact avec les tissus biologiques, l'énergie focalisée provoque 3 phénomènes principaux (33) :

- l'échauffement thermique : il est engendré par l'absorption de l'énergie acoustique par les tissus. L'élévation de température dépend linéairement de l'intensité acoustique et du coefficient d'absorption acoustique des tissus et peut engendrer une coagulation et une dénaturation des tissus.
- les forces de radiation : lors de leur propagation dans les tissus mous, les ultrasons exercent une force mécanique : la force de radiation. Cette force engendre un déplacement des tissus de l'ordre du micromètre. Si le tissu est absorbant, l'énergie mécanique est convertie en chaleur.
- La cavitation : elle dépend de l'intensité, de la fréquence des ultrasons et du temps d'exposition. Lors de son passage dans un liquide, les ondes ultrasonores rencontrent de microbulles de gaz dissoutes qui par le mouvement oscillatoire de l'onde vont varier en volume. Celles-ci vont donc se comprimer et se dilater. Lorsque les bulles oscillent de façon régulière, on les qualifie de cavitation stable. Ces bulles en mouvement vont causer, à leur contact, une altération de la membrane cellulaire et une augmentation de la perméabilité capillaire.

En augmentant l'intensité acoustique, l'amplitude des oscillations devient plus importante et conduit à l'implosion de la bulle (cavitation transitoire) et ainsi à la mort cellulaire.

Dans la pratique générale l'utilisation des ultrasons présente un certain nombre d'intérêts, (33) :

- c'est une méthode non invasive, sans abord chirurgical ;
- elle permet d'atteindre des zones inaccessibles à la chirurgie classique, en particulier des zones profondes ;
- les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques et ne présentent pas de danger théorique pour les tissus traversés en dehors de la zone focale. Il n'y a pas d'utilisation de radiations ionisantes.
- la zone focale est d'une taille millimétrique, ce qui offre une grande précision.

En ophtalmologie, la concentration de l'énergie ultrasonore en un point focal de petite taille sur les corps ciliaires induit une nécrose coagulante de ceux-ci sans aucun dommage collatéral des tissus et peu d'inflammation. L'absorption ne dépendant pas de la pigmentation des tissus (qui varie significativement au niveau du corps ciliaire) le dépôt d'énergie est beaucoup mieux contrôlé. La température et sa variabilité sont mieux contrôlées, éliminant ainsi les risques d'explosion tissulaire.

Plusieurs générations ont fait leur apparition :

- Première génération : l'utilisation des ultrasons de haute intensité pour coaguler le corps ciliaire a été étudiée vers la fin des années 1980/1990, avec le dispositif Sonocare CST-100 Therapeutic Ultrasound System, (Sonocare Inc., Ridgewood, New Jersey).

La procédure comprenait 3 zones de coagulations. La sonde était déplacée manuellement entre les impacts, et la vérification du positionnement devait être répétée avant chaque nouvel impact. Cette technique a montré une efficacité dans le contrôle pressionnel. Mais elle était complexe et associée à un nombre important de complications qui amena peu à peu à son abandon.

- Nouvelle génération : dans les années 2010, de nouvelles recherches sur l'utilisation des ultrasons ont permis grâce aux modèles numériques et animaux les créations d'un traitement pour la gestion de la PIO. La société EyeTechCare développa une sonde, qui pour garantir la sécurité du patient devait respecter certaines contraintes anatomiques afin d'éviter de toucher la cornée, le cristallin, d'exposer la rétine et d'éviter les nerfs ciliaires dans les zones nasales et temporales. Différents modèles ont été inventés, et il a été constaté une plus grande efficacité avec une sonde de six transducteurs travaillant à une fréquence élevée et disposés sur un berceau circulaire (34). La température de la zone traitée s'élevait rapidement jusqu'à 80 °C (35). L'analyse histologique révélait une localisation des lésions très précises, avec une épargne de la barrière hémato-aqueuse et des tissus adjacents avec une zone de démarcation nette, inférieure à 0,1 mm (36).

Aptel (34,37-38) et Mastropasqua (39) ont montré que la régulation de la PIO s'effectuait par 2 voies avec cette méthode. La destruction des corps ciliaires induit une diminution de sécrétion d'humeur aqueuse. Cette réduction fait suite à la nécrose thermique de l'épithélium ciliaire et semble jouer le rôle principal dans la régulation de la PIO. L'examen histologique montrait une nécrose du stroma et de l'épithélium sur 75 à 90 % de la longueur des procès, allant de l'œdème à la congestion vasculaire.

Chez l'animal, Aptel et al a constaté des espaces hypoéchogènes suprachoroïdiens entre la sclérotique, le corps ciliaire et la choroïde. Ces espaces ont été aussi mis en évidence par Mastropasqua chez les premiers patients. L'échauffement de la suprachoroïde lors de la procédure serait probablement responsable de la formation de ces espaces et ainsi d'une augmentation de l'écoulement uvéoscléral à travers l'espace supraciliaire et suprachoroïdien. Lors des premiers essais, il y avait peu de complication (34, 35, 37, 38). Grâce à l'efficacité et à la sécurité du modèle animal, EyeTechCare (Eye Tech Care, Rillieux-la-Pape, France) a pu développer une première sonde EYEOP 1 et un protocole de traitement pour la réalisation des plasties du corps ciliaire UCP (Ultrasound ciliaire plasty) ayant reçu l'accréditation européenne en 2011.

1.6 La prise en charge actuelle avec l'HIFU

Cette première génération de sonde était formée de 6 éléments piézo-électriques de 2,5 mm de large, avec une durée d'action entre 4 à 6 secondes. Puis face aux résultats pressionnels et à l'absence de complication majeure, EyeTechCare développa une sonde de deuxième génération, améliorant son système de positionnement et augmentant sa surface de contact de 2,5 à 4 mm de large permettant une action sur 45% du corps ciliaire. Les nouveaux transducteurs sont des segments elliptiques en forme de cylindre d'un rayon de 10,2 mm, d'une largeur de 4 mm et d'une longueur de 7 mm, générant une surface active de 35 mm². La zone cible est focalisée avec une grande précision, et ne dépassant pas 0,1 × 1 mm.

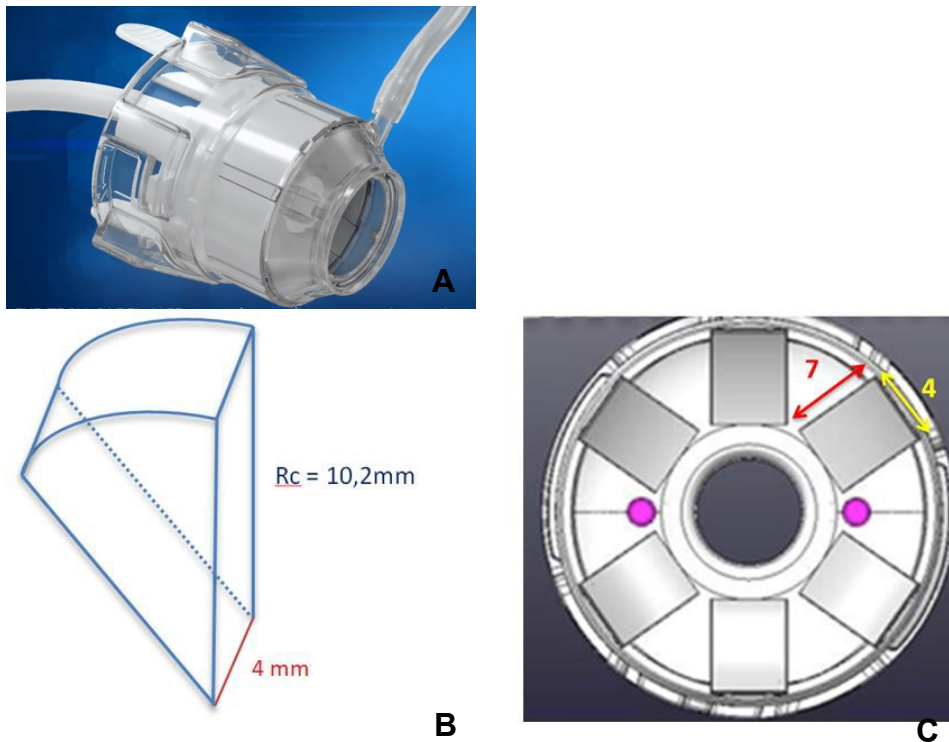


Figure 2 : représentation de la sonde et du cône de couplage (A) du trajet Géométrique des ultrasons (B) et positionnement (C) des transducteurs.

Tableau 1 : Caractéristiques des différentes générations de sondes

	1ère génération	2ème génération
Aspiration	70 mmHg	70 mmHg
Fréquence des ultrasons	21 MHz	21mHz
Nombre de secteurs activés	6	6
Puissance acoustique	2W	2,5 à 3W
Durée de tir de chaque secteur	4 à 6 secondes	8 secondes
Temps de repos entre chaque secteur	20 secondes	20 secondes

Les sondes commercialisées sont de trois diamètres d'anneaux différents 11, 12 et 13 mm pour une meilleure adaptation aux différentes tailles oculaires. La taille de la sonde est déterminée avant la chirurgie en utilisant la tomographie à cohérence optique (OCT) de segment antérieur ou la biomicroscopie ultrasonore (UBM), la longueur axiale et le blanc de blanc (W&W), qui permet de simuler les emplacements des zones focales. Le modèle choisi est celui cible le mieux le corps ciliaire.

1.7 Les limites de l'HIFU :

La baisse moyenne de la PIO est d'environ 28,5% à 47,5% avec la sonde de 2eme génération 8 secondes. Dans les cas où les PIO avant-traitement sont élevées, elles pourraient induire une difficulté à l'obtention d'une efficacité par manque de puissance de la procédure. L'EyeOP1 de seconde génération est indiquée pour les glaucomes réfractaires avec une PIO comprise entre 21 et 30mmhg. Ainsi, pour les patients présentant une PIO pré-traitement supérieure ou égale à 30mmhg, une nouvelle procédure a été créé avec un nouveau cône de couplage : EyeOP1 Flex. Ce nouveau cône permet la rotation de la sonde, permettant d'appliquer un traitement sur 2 secteurs supplémentaires par rapport à la procédure classique pouvant traiter 55% du corps ciliaire.

2 Objectifs de l'étude :

L'objectif principal était d'évaluer l'évolution de la pression intra oculaire ainsi que le profil de tolérance à 1 an chez les patients traités par plastie des procès ciliaires aux ultrasons (UCP) sur 8 secteurs, en comparaison à une plastie des procès ciliaires (UCP) sur 6 secteurs.

Le critère de jugement principal était le taux de réduction pressionnelle avant/après traitement d'une UCP Flex (8 secteurs) et de comparer ses résultats à ceux obtenus avec un groupe traité par un UCP 6 secteurs.

Les critères secondaires étaient l'évaluation

- de l'efficacité pressionnelle partielle (réduction de 20% de la PIO, PIO supérieure à 5mmhg et sans nouveau traitement associé),
- de l'efficacité complète (réduction de 20% de la PIO, une PIO inférieure à l'égale à 21mmhg et supérieure à 5mmhg, sans nouveau traitement associé),
- la charge thérapeutique médicamenteuse pré et post procédure,
- le taux de complication chez UCP 8 secteurs et 6 secteurs.

3 Matériel et méthode

3.1 Design de l'étude

Nous avons réalisé une étude observationnelle, rétrospective, monocentrique au Centre Hospitalo-Universitaire de Lille (CHRU). Les patients ayant bénéficié d'une UCP 8 secteurs entre novembre 2018 et mars 2020 ont été inclus, analysés et comparés par appariement à des patients ayant bénéficié au sein du CHRU de Lille d'une UCP 6 secteurs entre mars 2013 et novembre 2017.

Les critères d'inclusion étaient :

- Age > 18 ans
- un glaucome primaire ou secondaire réfractaire, ayant bénéficié d'un traitement par UCP 6 secteurs ou 8 secteurs complet.

Les critères d'exclusion étaient :

- âge < 18 ans

3.2 Protocole de mesure

Pour les 2 groupes, les patients ayant effectués le traitement bénéficiaient a minima de visites de contrôle à J7, M1, M2, M3, M6. Les visites suivantes étaient programmées à l'appréciation du chirurgien sur la qualité pressionnelle.

Lors de la visite, quand la décision thérapeutique était prise les patients bénéficiaient d'une information orale et écrite sur les bénéfices et risques de l'intervention.

Un examen ophtalmologique complet avec une mesure de la meilleure acuité visuelle (MAVC), d'une tonométrie, une gonioscopie au verre à 3 miroirs, une pachymétrie, une tomographie à cohérence optique (OCT) de nerfs optiques et des cellules ganglionnaires était réalisé. Une OCT visante ou une échographie UBM (Ultrasound Biomicroscopy) était réalisée afin de déterminer la taille des sondes. Les patients pouvaient également bénéficier de champs visuels dans le cadre de la surveillance de leur glaucome.

A chaque visite de contrôle, le patient bénéficiait d'une mesure de l'acuité visuelle, d'une tonométrie, d'un examen en lampe à fente, d'un fond œil, d'une OCT maculaire et RNFL, et d'un champ visuel à 3 mois.

La PIO était mesurée à la lampe à fente au tonomètre de Goldman, avant dilatation, et la moyenne de 2 mesures était retenue.

Le champ visuel automatisé 24-2 ou 10-2 était réalisé à l'aide d'un appareil de Humphrey (Humphrey Visual Field Analyzer, 24-2 SITA-standard program, Zeiss-Meditec, Jena, Allemagne).

L' OCT Cirrus Zeiss, l'OCT Visante® et l'OCT Spectralis Heidelberg (Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany) étaient utilisés.

L'échographe UBM était un échographe Aviso (Quantel médical, France)

Les informations étaient consignées à chaque visite dans le dossier médical du patient. Les données des patients ayant eu un 8 et un 6 secteurs ont été relevées au cours de l'étude du dossier médical.

Cette étude a été conduite en suivant les recommandations de la World Glaucoma Association relatives à la conception et à la conduite des études cliniques dans le domaine du glaucome. Elle respectait les termes de la déclaration d'Helsinki.

3.3 Protocole thérapeutique

3.3.1 Détermination de la taille de la sonde

La taille de la sonde a été calculée pour chaque patient grâce à une simulation informatique fournis par EyeTechCare utilisant une coupe l'OCT visante (ou l'UBM dans le cadre de malformation angulaire où l'OCT visante n'est pas assez performant)

Les clichés obtenus sont mis à l'échelle et positionnés sur la représentation graphique de la sonde pour obtenir un contact avec la sclère. Deux vecteurs sont tracés : le premier à la face postérieure de la cornée, le second à la face postérieure de l'iris.

La taille de la sonde est ajustée jusqu'à obtenir une position correcte de la sonde sur la sclère, avec le croisement des 2 droites vecteurs dans la zone de focalisation des ultrasons sur les corps ciliaires.

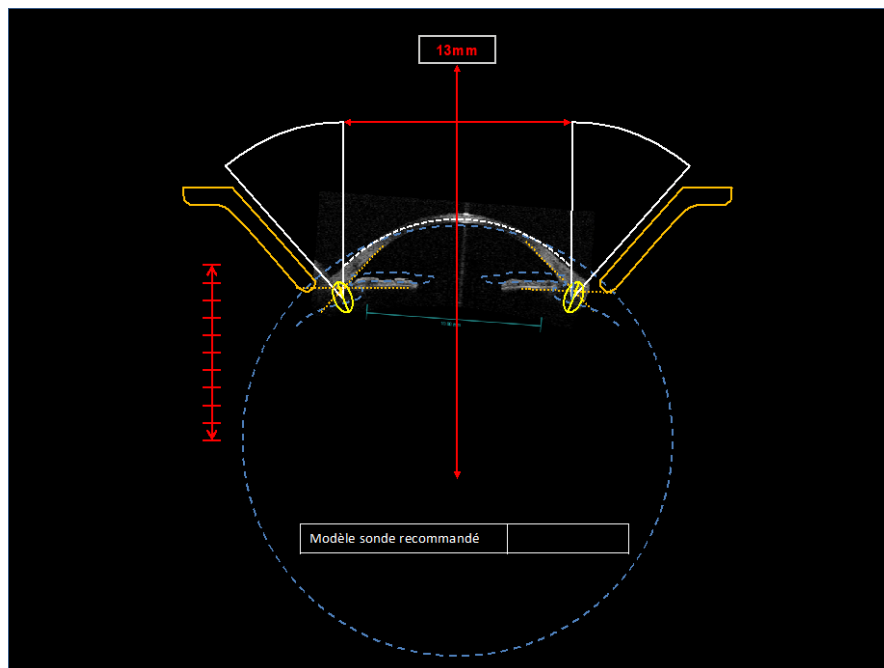


Figure 3 : avec une sonde de 13 mm, la zone ovale jaune représente la position des corps ciliaires et les pointillés jaunes les vecteurs tracés en arrière de la cornée et de l'iris.

3.3.2 Matériel

Des dispositifs à usage unique pour l'UCP et UCP-flex (EyeTechCare, Rillieux la Pape, France) couplés au module EyeOP1 ont été utilisés. La sonde est identique pour les 2 séries mais le cône de couplage diffère.

Les sondes présentent les caractéristiques techniques suivantes :

- une fréquence de 21 MHz,
- une puissance acoustique de 2,6 W
- et un temps de tir de 8 secondes.

Elle est divisée en six transducteurs piézo-électriques cylindriques, répartis avec un espacement de 55° entre eux, sauf en regard des méridiens nasaux et temporaux où un angle de 70° était présent.



Figure 4 : disposition de la sonde sur l'œil avec représentation des ultrasons

Après avoir rempli l'identification du patient et du chirurgien dans le module EyeOP1.

Un cône de couplage en polymère tronqué est placé en contact direct de l'œil, que l'on positionne de façon à ce qu'il soit centré autour de la cornée (1-2 mm d'anneau scléral).

Au sommet du cône un anneau d'aspiration, permet un maintien de celui-ci en contact avec la surface oculaire tout au long du traitement.

Lorsque l'aspiration est optimale, la sonde est insérée dans le cône puis est remplie de solution saline. Une fois prêt, le chirurgien actionne la pédale sans la relâcher et engage la procédure.

Chaque transducteur est activé séquentiellement, à partir des secteurs supérieurs pendant 8 secondes, avec un temps de pause de 20 secondes entre chaque secteur, permettant de refroidir les tissus.

La pédale doit rester enclenchée pendant toute la durée du traitement. Si elle est relâchée au cours du traitement d'un secteur, celui-ci ne sera pas traité entièrement.

La procédure commence de la même manière dans les 2 groupes. Pour l'UCP 6 secteurs la procédure s'arrête une fois les 6 secteurs traités. Pour l'UCP 8 secteurs une rotation de la sonde dans le cône spécifique est réalisée, celle-ci se bloque de nouveau en regard de deux nouvelles zones qui se situent en inférieure entre les 3 secteurs déjà coagulés. La procédure redémarre en traitant ces 2 zones, toujours avec un temps de tir de 8 secondes.

Une fois la procédure terminée, la sonde et le cône sont retirés, une application de pommade (Sterdex® pommade), association d'un antibiotique et d'un corticostéroïde, est appliquée et un pansement oculaire est réalisé.

Une fiche récapitulative du traitement avec la puissance délivrée, le temps d'action, le nombre de secteurs traités était imprimée. Cette fiche était ensuite transmise au laboratoire EyeTechCare et un double joint au dossier du patient.

3.3.3 Anesthésie

Les traitements étaient réalisés au bloc opératoire en condition d'asepsie stricte. Les patients bénéficiaient d'une anesthésie péribulbaire ou en cas de nécessité à une anesthésie générale flash. Le protocole d'anesthésie régionale correspondait à une injection péribulbaire de naropéïne, suivi d'une phase de compression pour la diffusion du produit. Une anesthésie topique était également réalisée à l'aide d'un collyre d'oxybuprocaine ou tétracaïne.

3.3.4 Traitement post-opératoire

Le traitement post-opératoire était le suivant :

- Dexaméthasone collyre à une fréquence de quatre instillations par jour pendant un mois, associée à un collyre antibiotique pendant une semaine ;
- Larmes artificielles
- Antalgiques per os pendant deux jours à la demande.

Les traitements hypotonisants étaient poursuivis, sauf en cas de PIO inférieure à 10 mmHg, et étaient ajustés en fonction de la PIO cible.

3.3.5 Données recueillies

3.3.5.1 Résultat pressionnel :

Le critère de jugement principal était la réduction pressionnelle, basée sur les recommandations de la World Glaucoma Association (Guidelines on design and reporting of Glaucoma Surgical Trials). L'efficacité partielle est définie par une baisse pressionnelle supérieure ou égale à 20% associée à une PIO supérieure à 5 mmHg, sans traitement hypotenseur supplémentaire, à 2 visites consécutives. L'efficacité complète était un critère de jugement secondaire, définie de la manière suivante: PIO supérieure à 5 mmHg et inférieure ou égale à 21 mmHg, associée à une baisse pressionnelle supérieure ou égale à 20%, sans traitement hypotenseur supplémentaire à 2 visites consécutives.

Les patients ne répondant pas aux critères ci-dessus, pour lesquels un traitement hypotonisant était ajouté au cours du suivi, pour lesquels une procédure complémentaire (chirurgicale ou cycloaffaiblissement) était réalisée, ou perdant la perception lumineuse étaient considérés en échec.

3.3.5.2 Nombre de traitement

Il correspondait aux traitements topiques et oraux pris par le patient avant et après l'UCP.

3.3.5.3 Complications

Les complications suivantes étaient relevées toutes au long du suivi, dans les 2 groupes.

On a regroupé les complications considérées comme mineures entre elles :

- Semi-mydriase temporaire (inférieure à 3 mois)
- Kératite, œdème de cornée et infiltrat cornéen
- Inflammation intraoculaire
- Synéchie irido-cristallinienne
- Apparition ou aggravation d'une cataracte préexistante
- Œdème maculaire cystoïde (première apparition, récursive)

Et les complications majeures entre elles :

- Baisse d'acuité visuelle ≥ 2 lignes sur échelle de Snellen.
- Perte du point de fixation, passage de l'acuité visuelle chiffrable à non chiffrable. La meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) était exprimée en décimale. Pour les acuités visuelles non chiffrables, nous utilisons la correspondance recommandée par les guidelines : pas de perception lumineuse = 1/3200, perception lumineuse = 1/1600, voire bouger la main = 1/200, compter les doigts = 1/100
- Ulcération cornéenne
- Hypotonie ≤ 5 mmHg temporaire ou permanente
- Pic hypertonie supérieur à la PIO d'inclusion + 10mmHg dans le premier mois de suivi.
- Décollement choroïdien
- Occlusion veineuse
- Phtyse

3.4 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel r-project R version 3.6.3

Le test t de Student apparié était utilisé pour comparer une variable qualitative avec une variable quantitative.

Le test des rangs signés de Wilcoxon était utilisé pour comparer des variables quantitatives portant sur les mêmes sujets.

Les Analyses bivariées avec le Test de Fisher sur deux variables qualitatives : étaient utilisées pour comparer des variables quantitatives portant sur les sujets appariés.

Un test de logrank a été utilisé par la méthode de Kaplan Meier pour comparer les survies entre les 2 groupes.

La significativité statistique était définie par un $p < 0,05$.

4 RESULTATS

Notre étude s'est déroulée au sein de l'hôpital universitaire de Lille. Le groupe de patient ayant bénéficié d'un traitement par UCP 8 secteurs, regroupe toutes les personnes ayant eu recours à ce traitement entre novembre 2018 à mars 2020.

Pour le groupe contrôle, il est composé d'une série de patients ayant bénéficié d'un UCP 6 secteurs entre mars 2013 et novembre 2017.

Dans le groupe contrôle, les patients ont été appariés en fonction de leur âge lors de l'intervention, du type de glaucome et de leur PIO avant traitement.

4.1 Déroulement de la procédure.

Tous les patients ont été traités au CHRU de Lille, 5 opérateurs ont réalisé les traitements. Chaque procédure s'est déroulée au bloc opératoire de façon complète, avec un temps de tirs de 8 secondes par secteurs et un temps de pause de 20 secondes entre les tirs.

L'anesthésie réalisée était majoritairement péribulbaire pour les 2 groupes 95,9% (47/49) et 97,5% (40/41).

On retrouve 2 patients opérés sous anesthésie générale flash dans le groupe UCP 8 secteurs, et 1 dans le groupe UCP 6 secteurs.

4.2 Description des populations

4.2.1 Chez le groupe UCP 8 secteurs

49 procédures ont été effectuées chez 40 patients. La moyenne de l'âge d'intervention est de 66 ans. La PIO moyenne à l'inclusion est de $31,9 \pm 6,7$ mmHg. 55% des glaucomes étaient des glaucomes primitifs à angle ouvert.

Les patients ont un nombre de traitement moyen de $3,8 \pm 0,9$ molécules, et 14 personnes ont un traitement par inhibiteur d'anhydrase carbonique par voie systémique (Diamox).

20 personnes étaient vierges de toutes interventions à visée pressionnelle. Les patients restants ont subi en moyenne 1,5 interventions.

La moyenne de l'acuité visuelle était de $0,44 \pm 0,36$ en échelle décimale.

4.2.2 Chez le groupe UCP 6 secteurs

44 procédures ont été effectuées chez 44 patients. La moyenne de l'âge d'intervention est de 61,8 ans. La PIO moyenne à l'inclusion est de $30,25 \pm 5,5$ mmHg. 61% des glaucomes étaient des glaucomes primitifs à angle ouvert.

Les patients ont un nombre de traitement moyen de $3,2 \pm 0,9$ molécules, et 6 personnes ont un traitement par inhibiteur d'anhydrase carbonique par voie systémique (Diamox).

21 personnes étaient vierges de toutes interventions à visée pressionnelle. Les patients restants ont subi en moyenne 1,5 interventions.

La moyenne de l'acuité visuelle était de $0,41 \pm 0,35$ en échelle décimale.

4.2.3 Entre les 2 groupes

Il existait une différence entre les 2 groupes, dans le groupe 8 secteurs plus de patients avaient déjà bénéficié d'une première tentative d'UCP et dans le groupe 6, plus de personnes avaient bénéficié d'une SPNP.

Tableau 2 : description de la population du groupe 8 et 6 secteurs

UCP	8 secteurs n=49	6 secteurs n=44
Âge (moyenne ± écart-type en années)	66 +/- 11,1	61,8+/- 12,4
Genre (Femme/Homme)	25/24	19/29
Moyenne PIO à l'inclusion (mmHg)	31,88 ±6,7	30,25 ±5,5
Acuité visuelle à l'inclusion (décimale)	0,44 ± 0,36	0,41 ± 0,35
Type de Glaucome, n (%)		
Glaucome primitif à angle ouvert (GPAO)	27 (55,10)	27 (61,36)
Glaucome néovasculaire (GNV)	6 (12,24)	4 (9,09)
Glaucome Juvénile	4 (8,16)	4 (9,09)
Glaucome chez les iris plateau	4 (8,16)	4 (9,09)
Glaucome de l'aphaque	2 (4,08)	1 (2,27)
Glaucome Congénital	2 (4,08)	2 (4,55)
Glaucome chez les pseudo exfoliations capsulaire PEC	2 (4,08)	2 (4,55)
Glaucome chez les ICE syndrome	1 (2,04)	0 (0)
Glaucome du myope fort	1 (2,04)	0 (0)
Chirurgies préalables : n (%)		
SLT/ALT	15 (30,61)	14 (31,82)
Phacoémulsification	12 (24,49)	17 (38,64)
UCP 6 ou 8	11 (22,45)	2 (4,55)
Trabéculéctomie	7 (14,29)	13 (29,55)
autres interventions	5 (10,20)	7 (15,91)
sclérectomie non perforante	3 (6,12)	12 (27,27)
valves, dispositif de drainage	1 (2,04)	0 (0)
laser diode	1 (2,04)	2 (4,55)
Traitements hypotonisants préopératoires, n (%)		
bétabloquant	45 (91,84)	38 (86,36)
prostaglandine	48 (97,96)	44 (100)
alpha-adrénergique	36 (73,47)	28 (63,64)
Inhibiteurs de l'anhydrase carbonique topiques	43 (87,86)	33 (75)
myotique	6 (12,24)	2 (4,55)
Inhibiteurs de l'anhydrase carbonique systémiques	14 (28,57)	6 (13,64)
Nombre moyen de traitement par patient	3,8 ± 0,9	3,2 ± 0,9

Les autres interventions étaient des iridotomies périphériques et des révisions de bulle de filtration (needling).

4.3 Perdu de vue et perte de donnée :

Dans les 2 groupes : 4 patients sont sortis de l'étude à 1 an, soit 10% et 11%. Nous retrouvons une perte de donnée aux différents temps de suivi, secondaire aux consultations manquées ou des suivis hors CHRU avec une difficulté pour récupérer les dossiers.

4.4 Résultats pressionnels :

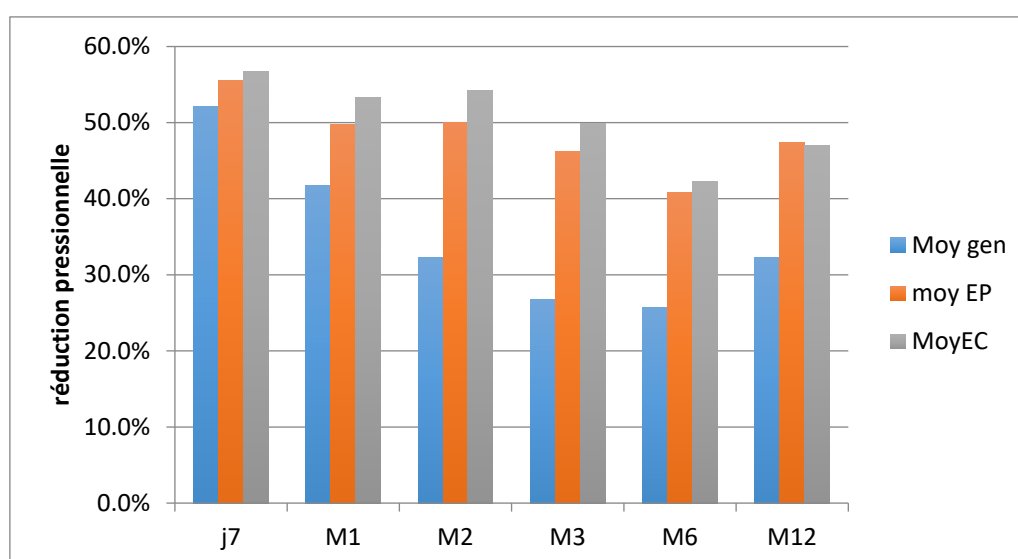
4.4.1 Chez le groupe 8 secteurs :

Dans le groupe général, nous retrouvons une baisse pressionnelle significative par rapport à l'inclusion à chaque temps de suivi ($p < 0,01$), et dès J7

Nous obtenons une réduction à J7 de 52,1% ; à M1 de 41,7% ; à M2 de 32,3% ; à M3 de 26,8% ; à M6 de 25,7% et à M12 de 32,5%.

Chez ceux ayant une efficacité partielle, nous obtenons 55,5% à J7; 49,8% à M1; 50% à M2; 46,1% à M3; 40,8% à M6 et 47,3% à M12 de baisse pressionnelle.

Chez ceux ayant une efficacité complète, nous obtenons 56,7% à J7; 53,4% à M1; 54,3% à M2; 49,8% à M3; 42,3% à M6; 46,9% à M12 de baisse pressionnelle.



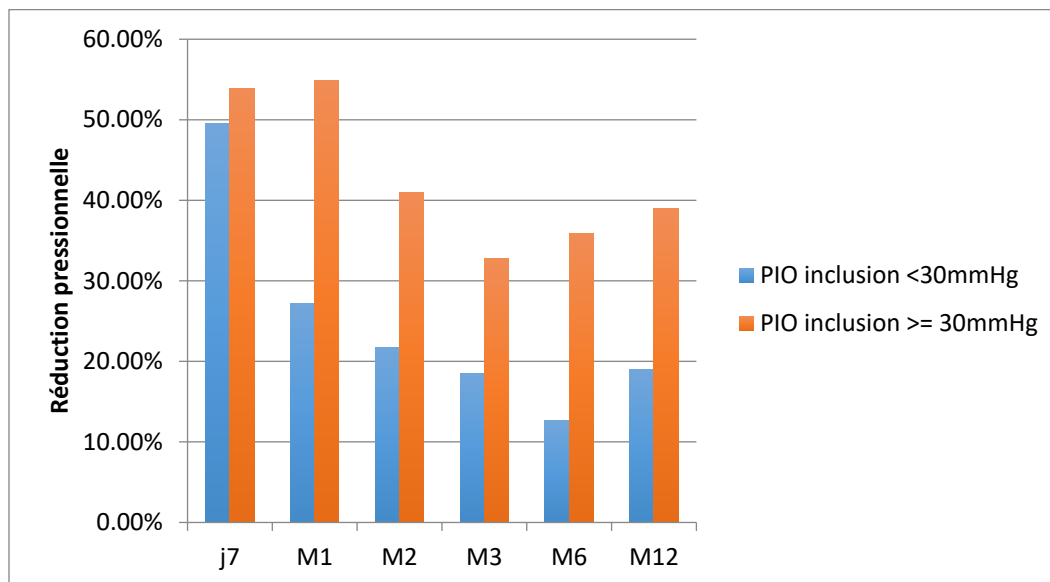
Graphique n°1 : résultats de la réduction pressionnelle avec l'UCP 8 secteurs.

4.4.1.1 En fonction de la PIO à l'inclusion

19 personnes ont une PIO inférieure à 30 mmHg. Nous remarquons que la baisse pressionnelle chez les personnes avec une PIO à l'inclusion supérieure ou égale à 30 mmHg est significativement ($p=0,01$) plus importante que chez les patients avec une PIO à l'inclusion inférieure à 30 mmHg.

Chez ceux ayant une PIO supérieure à 30 mmHg, nous obtenons 53,8% à J7; 54,9% à M1; 40,9% à M2; 32,7% à M3; 35,9% à M6 et 40% à M12 de baisse pressionnelle.

Chez ceux ayant une PIO inférieure à 30 mmHg, nous obtenons 49,5% à J7; 27,2% à M1; 21,7% à M2; 18,5% à M3; 12,6% à M6; 18,9% à M12 de baisse pressionnelle.



Graphique n°2 : résultats de la réduction pressionnelle en fonction de la PIO pré-traitement.

4.4.1.2 En fonction du type de glaucome

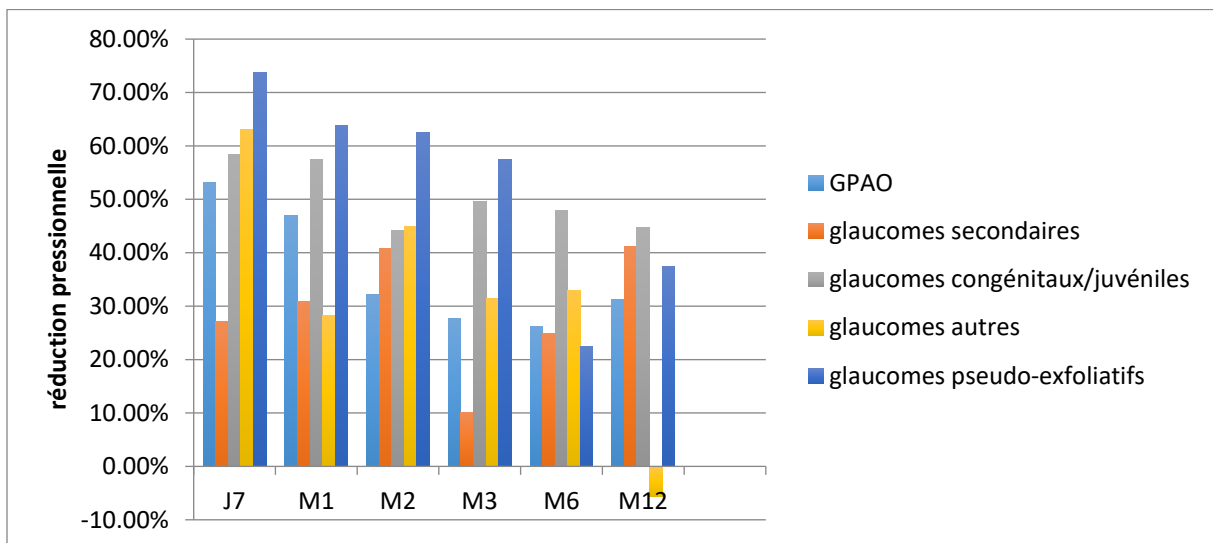
Nous retrouvons de façon significative une réduction pressionnelle plus importante chez le groupe des glaucomes congénitaux/juvéniles par rapport aux GPAO ($p=0,021$) et aux glaucomes secondaires ($p= 0,0026$).

Avec dans le groupe glaucome congénitaux/juvéniles, une réduction pressionnelle de 58,4% à J7 ; 57,5% à M1 ; 44,3% à M2 ; 49,5% à M3 ; 48 % à M6 et de 44,8% à M12.

Dans le groupe GPAO, une réduction pressionnelle de 53% à J7 ; 47% à M1 ; 32,2% à M2 ; 27,8% à M3 ; 26,3% à M6 et 31,3% à M12.

Dans le groupe des glaucomes secondaires une réduction pressionnelle de 27% à J7 ; 30,8% à M1 ; 40,7% à M2 ; 10,1% à M3 ; 24,8% à M6 et 41,2% à M12

Ainsi qu'une différence en faveur des glaucomes pseudo-exfoliatifs par rapport aux glaucomes secondaires ($p=0,026$). Avec dans le groupe des glaucomes pseudo-exfoliatifs une réduction pressionnelle de 73,7% à J7 ; 63,8% à M1 ; 62,5% à M2 ; 57,5% à M3 ; 22,5% à M6 et 37,5% à M12. Nous ne retrouvons pas de différence entre les autres groupes. ($p>0,05$).



Graphique n°3 : résultats de la réduction pressionnelle avec une UCP 8 secteurs en fonction du glaucomes. La rubrique « glaucomes autres » : regroupe les glaucomes des myopes forts, ICE syndromes et des iris plateaux.

Aucune corrélation n'était retrouvée entre âge, le genre, les antécédents de traitement et la PIO aux différentes visites de suivi.

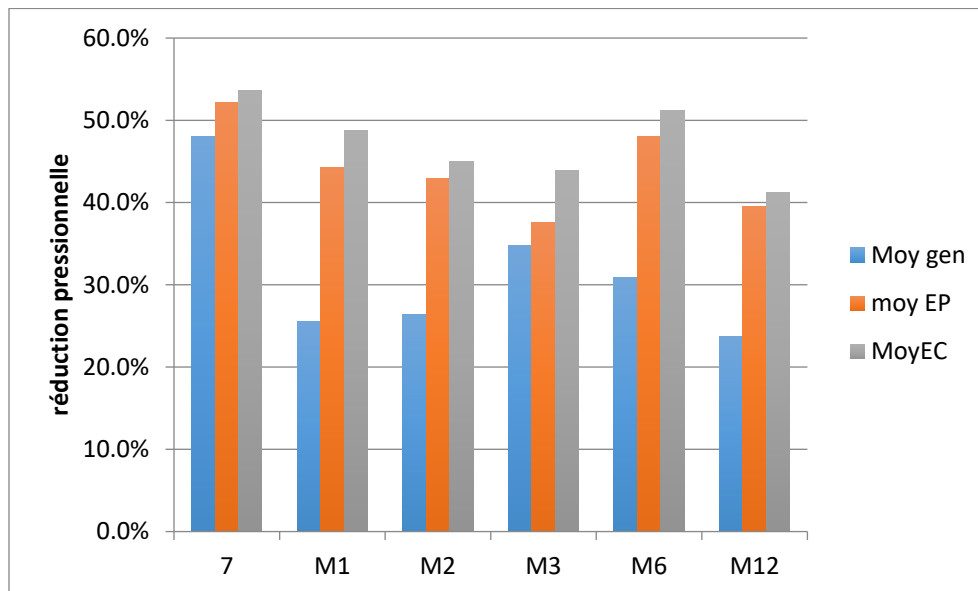
4.4.2 Chez le groupe 6 secteurs

Dans le groupe général, nous retrouvons une baisse pressionnelle significative par rapport à l'inclusion à chaque temps de suivi ($p < 0,01$), et dès J7.

Nous obtenons une réduction à J7 de 48,1% ; à M1 de 25,6% ; à M2 de 26,4% ; à M3 de 34,8% ; à M6 de 30,9% et à de M12 23,8%.

Chez ceux ayant une efficacité partielle, nous obtenons à J7 52,5% ; à M1 44,3% ; à M2 42,9% ; à M3 37,6% ; à M6 48,0% et à M12 39,6% de baisse pressionnelle.

Chez ceux ayant une efficacité complète, nous obtenons à J7 53,6% ; à M1 48,8% ; à M2 45% ; à M3 43,9% ; à M6 51,2% ; à M12 41,2% de baisse pressionnelle.



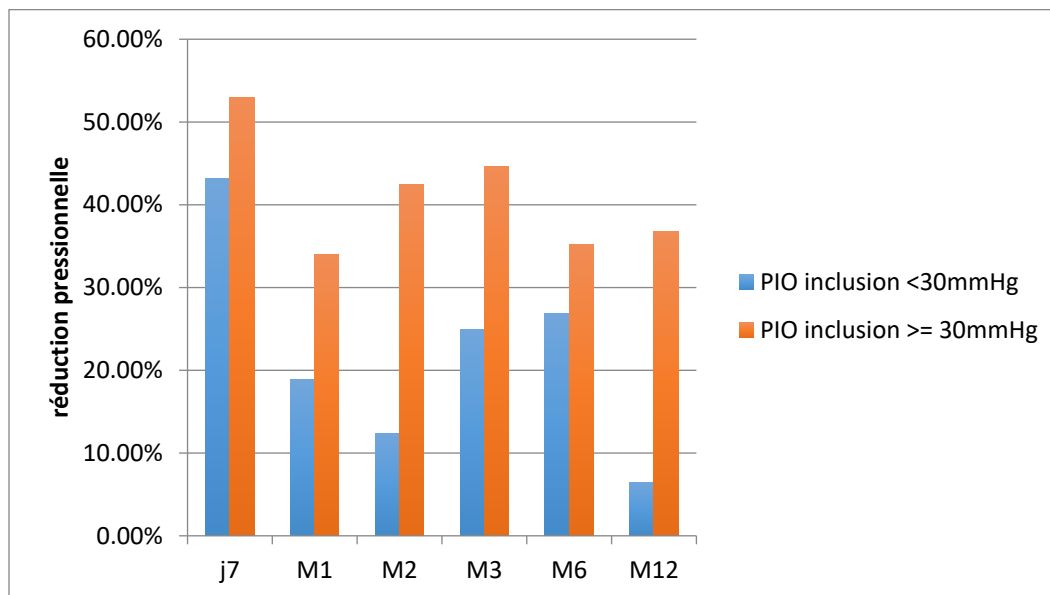
Graphique n°4 : résultats de la réduction pressionnelle avec UCP 6 secteurs.

4.4.2.1 En fonction de la PIO à l'inclusion

22 personnes ont une PIO inférieure à 30 mmHg. Nous remarquons que la baisse pressionnelle chez les personnes avec une PIO à l'inclusion supérieure ou égale à 30 mmHg est significativement ($p=0,02$) plus importante que chez les patients avec un PIO à l'inclusion inférieure à 30 mmHg.

Chez ceux ayant une PIO supérieure à 30 mmHg, nous obtenons 53% à J7; 33,9% à M1; 42,5% à M2; 44,6% à M3; 35,2% à M6 et 36,7% à M12 de baisse pressionnelle.

Chez ceux ayant une PIO inférieure à 30 mmHg, nous obtenons 43,2% à J7; 18,9% à M1; 12,3% à M2; 25% à M3; 27% à M6; 6,5% à M12 de baisse pressionnelle.



Graphique n°5: résultats de la réduction pressionnelle en fonction de la PIO pré-traitement.

4.4.2.2 En fonction du type de glaucome

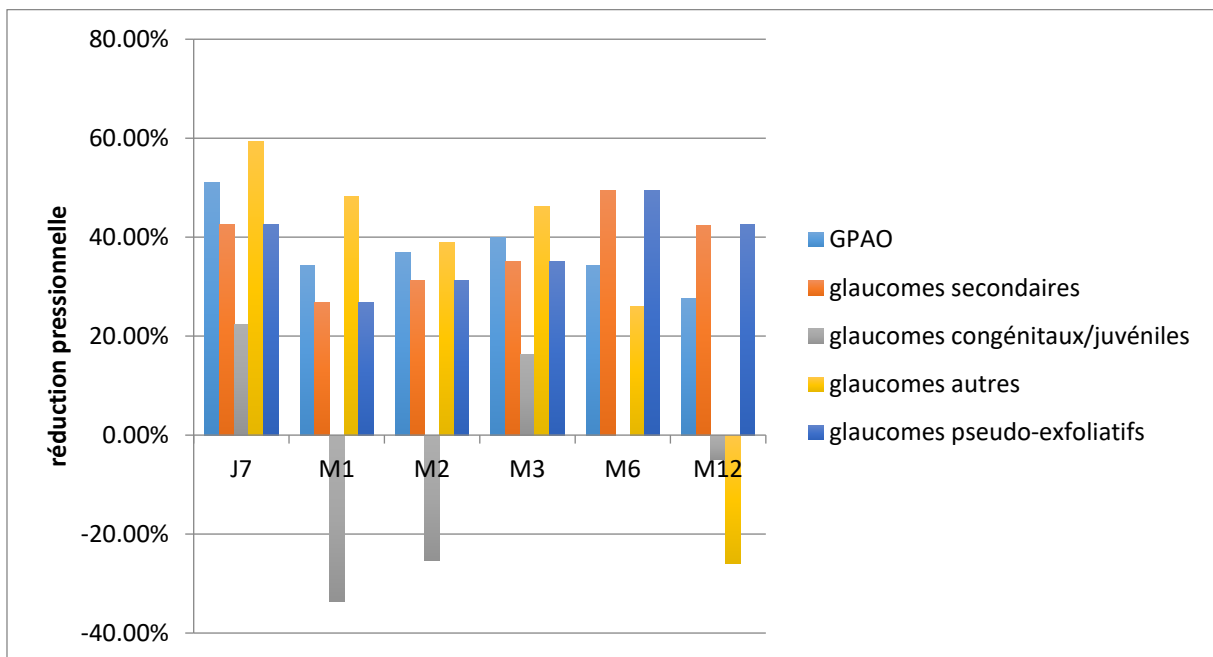
Nous retrouvons une différence significative entre le groupes des glaucomes congénitaux/juvéniles face aux GPAO ($p= 0,0030$), aux glaucomes pseudo-exfoliatifs ($p=0,0029$) et aux secondaires ($p= 0,0029$) en défaveur du groupes congénitales/juvéniles.

Avec dans le groupe glaucome congénitaux/juvéniles, une réduction pressionnelle de 22,3% à J7 ; -33,6% à M1 ; -25,2% à M2 ; 16,3% à M3 et de -4,9% à M12.

Dans le groupe GPAO, une réduction pressionnelle de 51,1% à J7 ; 34,4% à M1 ; 36,9% à M2 ; 40% à M3 ; 34,2% à M6 et 27,6% à M12.

Dans le groupe des glaucomes pseudo-exfoliatifs, une réduction pressionnelle de 42,6% à J7 ; 26,7% à M1 ; 31,3% à M2 ; 35% à M3 ; 49,4% à M6 et 42,6% à M12.

Nous ne retrouvons pas de différence dans les baisses de pression entre les autres groupes de glaucome



Graphique n°6 : résultats de la réduction pressionnelle avec une UCP 6 secteurs en fonction du type de glaucome. La rubrique « glaucomes autres » : regroupe les glaucomes des myopes forts, ICE syndromes et des iris plateaux.

4.4.3 Entre les 2 groupes :

Nous mettons en évidence une différence significative sur la baisse de pression à M1, avec une baisse plus importante pour le groupe 8 secteurs ($p=0,022$).

Après le premier mois, il n'existe plus de différence significative entre les 2 groupes sur la baisse pressionnelle.

Chez les patients ayant une efficacité complète ou partielle, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les 2 groupes en terme de réduction pressionnelle. ($p=0,18$ et $0,28$).

4.4.3.1 En fonction de la PIO

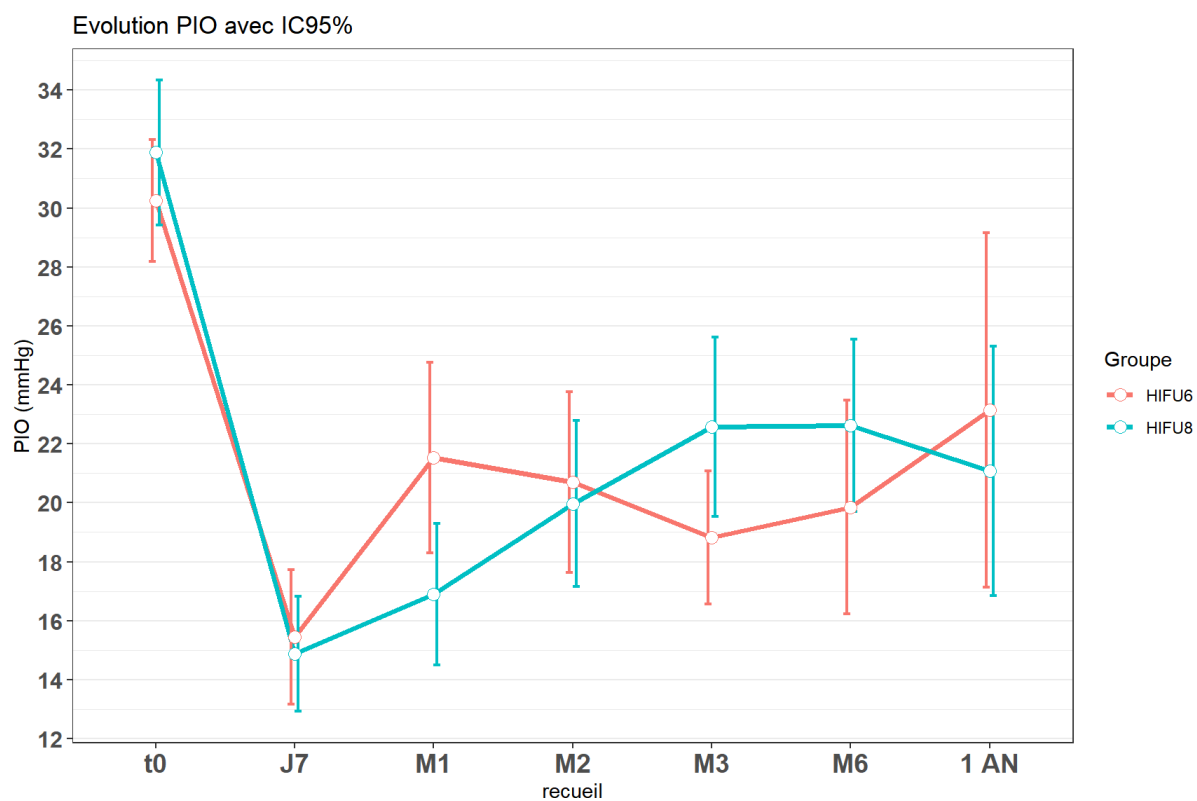
A l'inclusion nous ne retrouvons pas de différence significative sur la réduction pressionnelle entre 2 mêmes sous-groupes. ($p= 0,73$ et $p=0,70$)

4.4.3.2 En fonction du type de glaucome

La réduction pressionnelle paraît significativement plus efficace chez les congénitaux et juvéniles dans le groupe 8 secteurs que dans le 6 secteurs ($p=0,0005$)

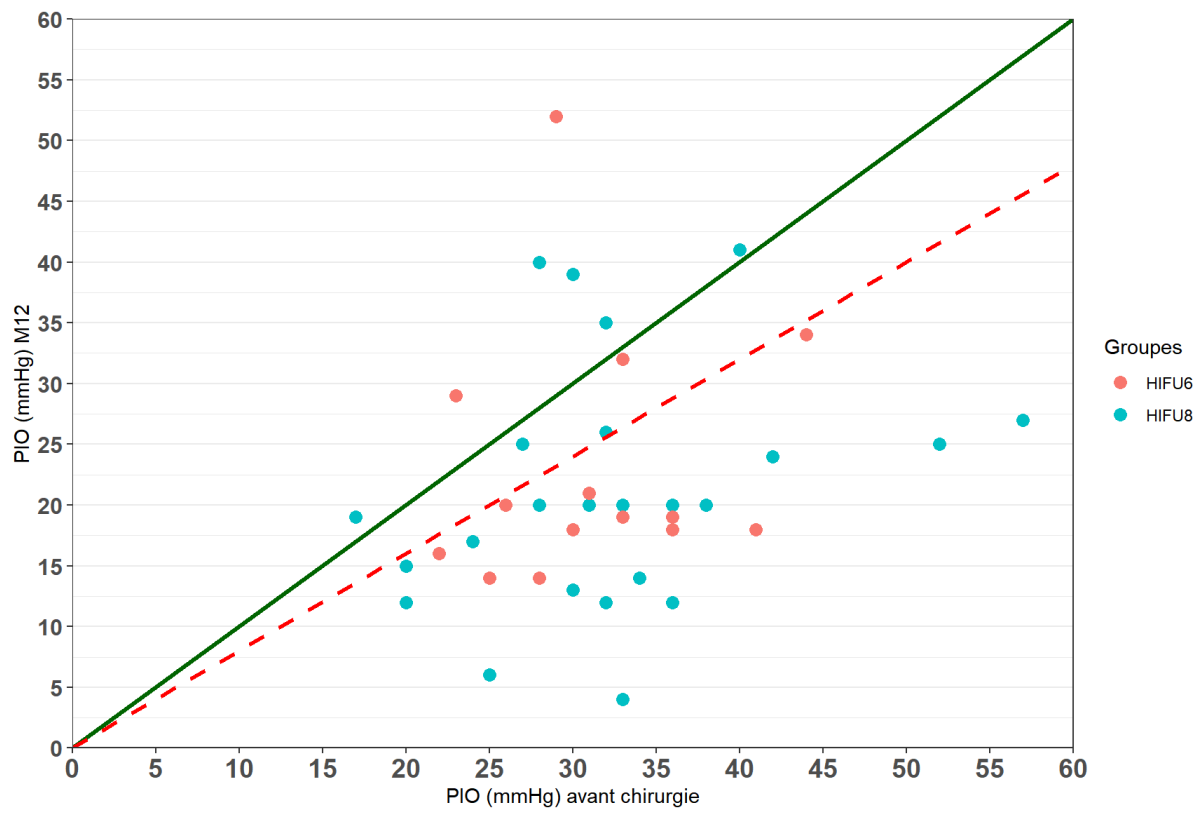
Nous ne retenons pas de différence significative entre les autres groupes.

Figure 5 : courbe des variations de pression aux cours du temps après traitement en 6 et 8 secteurs.



Nous pouvons visualiser la différence pressionnelle à M1 post traitement entre les 2 groupes, mais celle ci disparaît dans le temps.

Figure 6 : Scatter sur réduction PIO à 12 mois sur UCP 6 et UCP 8



Sur le graphique de scatters, les points sous la ligne en point-tillé, représentent une réduction de la pression d'au moins 20%.

Nous observons une majorité de point en dessous de la ligne transverse signant une réduction de la pression par rapport à l'inclusion et qu'il y a moins de personne ne présentant pas de réduction pressionnelle lorsque la PIO de départ est supérieure à 30 mmHg.

4.5 Efficacité de la procédure:

4.5.1 Efficacité partielle

4.5.1.1 Chez le groupe 8 secteurs

Elle est obtenue chez 93,3% des patients à j7, chez 85% à M1, chez 64,5% à M2, chez 63,9% à M3 chez 57,9% à M6 et chez 44,4 % à M12.

Nous ne constatons pas de différence significative en fonction de la PIO d'inclusion supérieure ou égale et inférieure à 30mmHg ($p=0,25$)

4.5.1.2 Chez le groupe 6 secteurs

A j7, elle est obtenue chez 90,6% des patients, chez 66,7% à M1, chez 69,7% à M2, chez 71,8% à M3, chez 50% à M6 et chez 36,7% à M12.

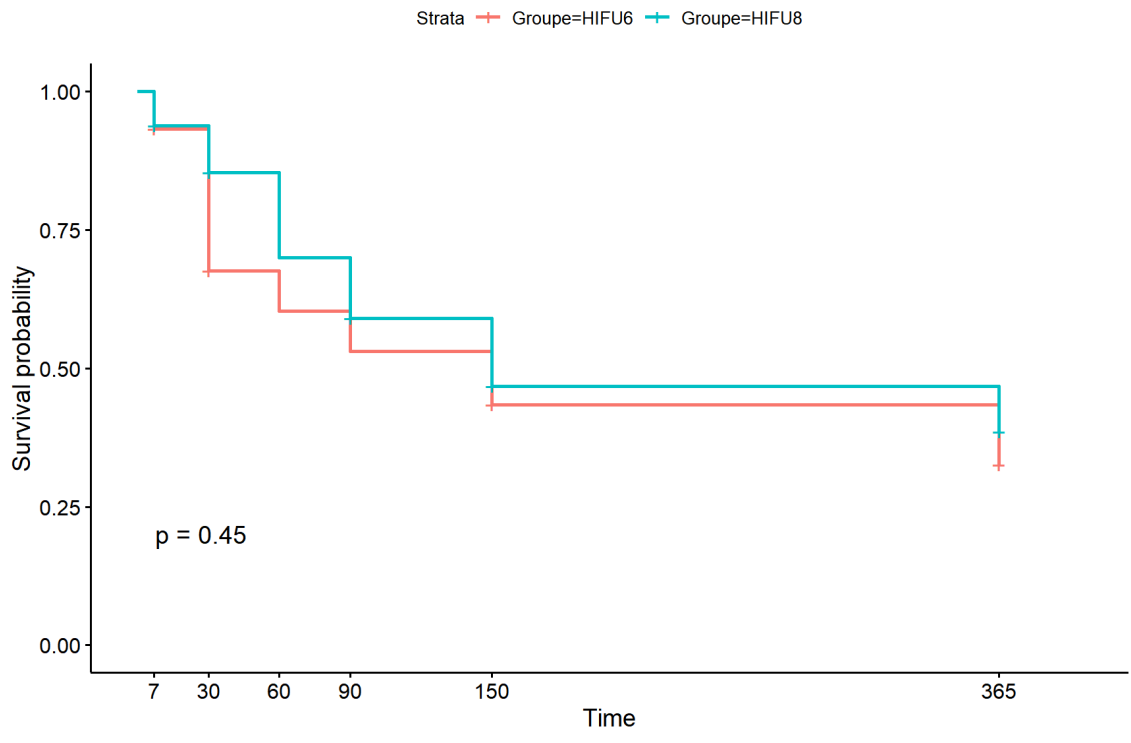
Nous ne constatons pas de différence significative en fonction de la PIO d'inclusion supérieure ou égale et inférieure à 30mmHg ($p=0,42$)

4.5.1.3 Entre les 2 groupes :

Sur l'efficacité partielle aux autres temps de mesure, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les 2 groupes. ($p=0,45$). Mais nous observons une tendance à plus d'efficacité surtout lors des 6 premiers mois en faveur du groupe 8 secteurs.

Nous ne remarquons pas de différence significative entre les efficacités partielles chez les patients avec une PIO supérieure à 30 et ceux inférieurs à 30 mmHg dans le groupe 8 secteurs et 6 secteurs.

Figure 7 : courbe de survie Kaplan Meier sur l'efficacité partielle entre le 6 et le 8 secteurs.



4.5.2 Efficacité complète :

4.5.2.1 Chez le groupe 8 secteurs

Elle est atteinte chez 86,7% des patients à j7, chez 75% à M1, chez 54,8% à M2, chez 50% à M3, chez 44,7% à M6 et chez 36,1 % à M12.

Nous ne constatons pas de différence significative en fonction de la PIO d'inclusion supérieure ou égale et inférieure à 30mmHg ($p=0,99$)

4.5.2.2 Chez le groupe 6 secteurs

Elle est atteinte chez 84,4% des patients à j7, chez 50% à M1, chez 60,6% à M2, chez 46,8% à M3, chez 41,7% à M6 et chez 33,3 % à M12.

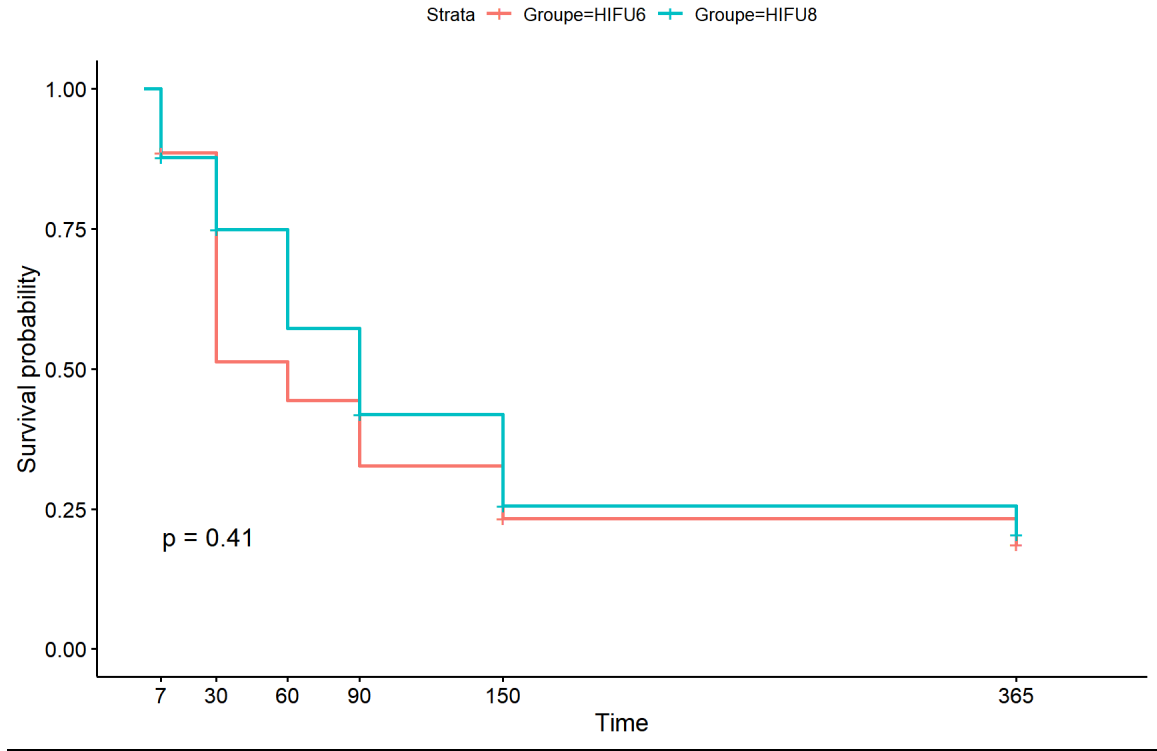
Nous ne constatons pas de différence significative en fonction de la PIO d'inclusion supérieure ou égale et inférieure à 30mmHg ($p=0,49$)

4.5.2.3 Entre les 2 groupes :

Sur l'efficacité complète, nous retrouvons une différence significative entre les 2 groupes, à M1 où le 8 secteurs est plus efficace, ($p=0,03$), qui garde une tendance à plus d'efficacité lors des 6 premiers mois mais perd sa significativité ($p=0,41$).

Nous ne remarquons pas de différence significative entre les efficacités complètes chez les patients avec une PIO supérieure à 30 et ceux inférieurs à 30 mmHg dans le groupe 8 secteurs et 6 secteurs.

Figure 8 : courbe de survie Kaplan Meier sur l'efficacité complète entre le 6 et le 8 secteurs



4.6 Modification des traitements ou ré-interventions :

4.6.1 Chez le groupe 8 secteurs

Nous retrouvons 15 yeux qui ont présenté un échec au premier traitement et ont nécessité un 2nd traitement, 2 ont bénéficié d'une trabéculéctomie, 3 ont eu un traitement topique augmenté, un patient a eu un SLT et 9 personnes ont bénéficié d'un 2nd UCP (7 en 8 secteurs, 2 en 6 secteurs).

4.6.2 Chez le groupe 6 secteurs :

16 patients se sont retrouvés en échec thérapeutique après la première intervention et ont bénéficié d'un nouveau traitement, il a été réalisé un SLT chez un patient, une nouvelle session UCP chez 6 patients, une trabéculéctomie chez 2 patients, une SPNP chez 3 patients et un patient a été opéré de la cataracte.

Tableau 3 et 4: Résultats du groupe 8 secteurs et 6 secteurs.

	HIFU 8		Efficacité complète			Efficacité partielle		
	PIO moyenne mmHg (n),	Réduction pression (%)	PIO moyenne (mmHg), (n)	Taux efficacité (%) (n)	Réduction pression (%)	PIO moyenne (mmHg)	Taux efficacité (%)	Réduction pression (%)
	traitement local/ per os							
Inclusion	31,9 ± 6,7 (49)							
	3,8 ± 0,9/15							
Jour 7	14,9 ± 5,2 (45)	52,1% ± 19,7%	13,0 ± 4,5	86,7% (39)	56,7% ± 15,04%	13,8 ± 5,2	93,30%	55,5% ± 15,2%
	3,4 ± 1,2/ 14		3,4 ± 1,2 /11			3,4 ± 1,2/ 11	(42)	
1er mois	16,9 ± 5,6 (40)	41,7% ± 28,2%	13,4 ± 3,7	75,0% (30)	53,4%±17,84%	14,7 ± 5,1	85,00%	49,8% ± 19,4%
	3,5 ± 1,2/ 14		3,4 ± 1,2 / 9			3,5 ± 1,1 /11	(34)	
2ème mois	20,0 ± 6,2 (31)	32,3% ± 28,6%	14,6 ± 3,5	54,8% (17)	54,3%±12,13%	15,9 ± 4,5	64,50%	50,0% ± 15,3%
	3,4 ± 1,3/ 8		3,2 ± 1,4 / 4			3,2 ± 1,4 /5	(20)	
3ème mois	22,2 ± 7,4 (36)	26,8% ± 31,5%	16,1 ± 3,3	50% (18)	49,8% ± 13,70%	18,4 ± 5,3	63,90%	46,1% ± 14,1%
	3,6 ± 1,1/11		3,3 ± 1,2 / 5			3,5 ± 1,1 /6	(23)	
6ème mois	22,6 ± 6,6 (32)	25,7% ± 27,1%	16,8 ± 2,2	44,7% (17)	42,3% ±11,59%	19,1 ± 5,0	57,90%	40,8% ± 11,7%
	3,5 ± 1,2/12		3,0 ± 1,4 / 4			3,2 ± 1,3 /8	(22)	
12ème mois	21,8 ± 7,2 (24)	32,5% ± 31,9%	15,5 ± 5,0	36,1% (13)	46,9% ± 16,04%	17,3 ± 5,7	44,40%	47,3% ± 14,5%
	3,4 ± 1,2/10		3,1 ± 1,6 / 5			3,2 ± 1,4 /7	(16)	

	HIFU 6		Efficacité complète			Efficacité partielle		
	PIO moyenne mmHg (n),	Réduction pression (%)	PIO moyenne (mmHg), (n)	Taux efficacité (%) (n)	Réduction pression (%)	PIO moyenne (mmHg)	Taux efficacité (%)	Réduction pression (%)
	traitement local/ per os							
Inclusion	30,3 ± 5,5 (44)							
	3,2 ± 0,3/6							
Jour 7	15,4 ± 4,8 (32)	48,1%±21,4%	13,5±4,3	84,40%	53,6%±17,4%	14,3±5,3	90,60%	52,2%±18,3%
	3,2 ± 1/4		3,3±0,8/1,0	(27)		3,4±0,8/2,0	(29)	
1er mois	21,5± 7,5 (36)	25,6%±33,4%	14,2±3,9	50,00%	48,8%±15,5%	16,4±5,2	66,70%	44,3%±15,9%
	3,1± 1/5		3,2±0,6/1,0	(18)		3,3±0,6/1,0	(24)	
2ème mois	20,7±6,1 (30)	26,4%±34,0%	16,3±3,3	60,60%	45,0%±12,3%	17,5±4,6	69,70%	42,9%±12,7%
	3,1±0,9/4		3,5±0,6/0,0	(20)		3,5±0,6/0,0	(23)	
3ème mois	18,8±4,7 (28)	34,8%±21,5%	16,1±3,4	46,80%	43,9%±14,3%	19,2±5,4	71,80%	37,6%±14,7%
	3,2±0,8/6		3,2±0,8/0,0	(15)		3,3±0,7/0,0	(23)	
6ème mois	20,0±6,7 (28)	30,9%±30,5%	14,1±4,9	41,70%	51,2%±18,6%	16,2±6,6	50,00%	48,0%±18,5%
	3,1±0,9/5		3,5±0,7/0,0	(15)		3,4±0,7/0,0	(18)	
12ème mois	23,1±7,8 (14)	23,8%±36,8%	17,7±2,4	33,30%	41,2%±10,7%	19,2±5,4	36,70%	39,6%±11,6%
	3,1±0,9/5		3,6±0,5/0,0	(10)		3,5±0,4/0,0	(11)	

4.7 Complication :

4.7.1 Chez le groupe 8 secteurs :

4.7.1.1 Complications mineures :

Les hyperhémies conjonctivales et majorations de blépharite sont présentes à hauteur de 18,3%.

Les atteintes de surface, la kératite ponctuée superficielle étaient présentes à 38% et résolutive avec un traitement topique, (larme artificielle, pommade vitamine A).

35% des patients présentent une semi-mydriase post intervention s'étendant dans le temps, inférieure à 3 mois.

Nous ne notons pas d'inflammation oculaire majeur ayant nécessité une injection de corticoïde, mais dans 24,5% une inflammation post traitement immédiat résolutive avec un traitement topique.

4.7.1.2 Complications majeures :

Nous ne retrouvons qu'un patient présentant un oedème cystoïde en post opératoire, (2,27%)

Nous remarquons une baisse d'acuité visuelle significative ($p < 0,01$) après la réalisation du traitement chez 34,7% des patients.

Ainsi qu'une perte de fixation chez 26,5% des cas traités.

3 patients ayant fait une hypertonie post intervention dans le premier mois de suivi, un à plus de 10mmhg et 2 inférieures à 10 mmHg. ($p=1$)

Nous pouvons noter toutefois une perforation cornéenne, à 3 mois de suivi ayant nécessité une greffe de membrane amniotique.

Nous retrouvons également 2 épisodes d'OVCR (4%),

Nous retrouvons un décollement choroïdien (2,07%) chez un patient ayant régressé avec la diminution du traitement hypotonisant local.

Nous pouvons noter qu'à la fin du suivi, après 12 mois, un patient a présenté une phtyse de l'œil traité. (2,07%)

Une différence significative dans la présence des complications globales et majeures ($p < 0,001$) chez le sous groupe 8 secteurs ayant une PIO à l'inclusion inférieure à 30 mmHg par rapport aux patients avec une PIO à l'inclusion supérieure ou égale à 30mmHg.

4.7.2 Chez le groupe 6 secteurs

4.7.2.1 Complications mineures :

Nous retrouvons une kératite ponctuée chez 56,8% des patients, 9,09% d'opacités cornéennes, 20,45% d'autres complications comprenant les blépharites, irritations oculaires.

11,3% présentent une semi-mydriase post intervention.

Nous ne notons pas d'inflammation oculaire majeur ayant nécessité une injection de corticoïde, et 18,3% inflammation post traitement immédiat résolutive avec un traitement topique.

La présence de synéchies irido-cornéennes postérieures chez 20,45%.

4.7.2.2 Complications majeures :

Un ulcère cornéen résolutif avec un traitement topique

Nous remarquons une baisse d'acuité visuelle significative ($p < 0,01$) après la réalisation du traitement chez 26,53% des patients. Avec une perte du point de fixation dans 9,09% des cas.

Nous retrouvons 1 patient ayant eu une hypotonie majeure inférieure à 5 mmHg (2,27%) et un patient ayant fait un pic post opératoire d'hypertonie (2,27%).

Nous ne retrouvons pas d'occlusions veineuses centrales de la rétine, de décollement choroïdien ou de phtyose.

Nous ne constatons pas de différence en fonction de la PIO d'inclusion chez les 6 secteurs sur le nombre de complication. ($p = 0,25$)

4.7.3 Entre les 2 groupes :

4.7.3.1 Complications mineures :

Nous retrouvons uniquement une différence significative sur le nombre de semi mydriase ($p = 0,013$), avec un nombre plus élevé dans le 8 secteurs.

4.7.3.2 Complications majeures :

Nous ne remarquons pas de différence entre l'acuité visuelle initiale du groupe 8 et celle de groupe 6 , ainsi qu'entre l'acuité visuelle en fin de suivi entre le groupe 8 et le groupe 6, respectivement ($p = 0,59$) et ($p = 0,69$)

Cependant nous constatons une perte du point de fixation significativement plus présente ($p = 0,034$) dans le groupe 8 secteurs. De plus, nous retrouvons statistiquement plus de complication dans le groupe 8 secteurs. ($p = 0,0017$).

4.7.3.3 En fonction de la PIO pré traitement.

Nous retrouvons une différence significative ($p < 0,001$) en défaveur des patients ayant une PIO inférieure à 30mmHg dans le groupe 8 secteurs par rapport aux patients ayant une PIO inférieure à 30mmHg à l'inclusion dans le groupe 6 secteurs.

Tableau 5 : résultats des complications observées dans les 2 groupes

	HIFU 8 n (%)	HIFU 6 n (%)	p
Kératite ponctuée superficielle	19 (38,77)	25 (56,81)	0,14
Ulcère cornéen	5 (10,20)	1 (2,27)	0,2
Opacité cornéenne	1 (2,04)	4 (9,09)	0,18
Semi mydriase temporaire (<3 mois)	17 (34,69)	5 (11,30)	0,013
Baisse acuité visuelle (> 2 lignes de Snellen)	17 (34,69)	13 (26,53)	0,8
Perte du point de fixation	13 (26,50)	4 (9,09)	0,034
Inflammation	12 (24,48)	9 (18,36)	0,4
Synéchie irido-cristallinienne	12 (8,16)	10 (20,45)	0,07
Cataracte	1 (2,04)	0 (0)	1
Oedème maculaire cystoïde	1 (2,04)	0 (0)	1
Occlusion veine centrale de la rétine	2 (4,08)	0 (0)	0,49
Perforation cornéenne	1 (2,04)	0 (0)	1
Décollement choroïdien	1 (2,04)	0 (0)	1
Phtyse	1 (2,04)	0 (0)	1
Hypotonie < ou = 5 temporaire	1 (2,04)	1 (2,27)	1
Pic hypertonie >10mmHg	2 (4,08)	1 (2,27)	1
Autre	9 (18,36)	10 (20,45)	0,6

4.8 Nombre de Médicament :

Le nombre d'hypotonisant n'était pas significativement ($p= 0,06$) diminué au cours du suivi et était similaire entre les 2 groupes ($p= 0,5$)

4.8.1 Les retraitements :

4.8.1.1 Groupe UCP 8 secteurs

Chaque procédure, de ceux qui ont bénéficié de 2 traitements, a été intégrée indépendamment pour évaluer l'efficacité de celle ci.

Parmi les 7 personnes retraitées, 3 ont été réalisées à 6 mois et 4 à 12 mois, les PIO à l'inclusion, J7, M1, M2, M3 M6, de la deuxième procédure ne sont pas significativement différentes de celles retrouvées lors de la première procédure.

Nous remarquons une tendance à une PIO moins élevée chez ceux ayant eu une 2nd procédure.

La comparaison de l'efficacité partielle retrouve une différence significative chez les personnes ayant eu une 2eme intervention ($p=0,03$)

Pour l'efficacité complète, la différence n'est pas statistiquement significative ($p=0,23$) entre le premier et le second traitement. Mais on s'aperçoit que (60%) des patients ont maintenu une efficacité complète à 1 an après le second traitement.

4.8.1.2 Entre les 2 groupes :

Nous remarquons que les patients ayant eu un 6 secteurs ont été retraité plus rapidement que les 8 secteurs, à partir de 3 mois ($p= 0,03$).

5 DISCUSSION

Le glaucome est une maladie fréquente avec une augmentation de sa prévalence. Face à cette maladie chronique et difficile à prendre en charge, tout un arsenal thérapeutique est à disposition mais lorsque que celui-ci n'est pas suffisant de nouvelles procédures doivent être entreprises.

Notre travail se base sur la prise en charge de ses patients en résistance thérapeutique, grâce à l'utilisation des ultrasons dans la pratique courante.

Nous avons réalisé une étude de vraie vie, le suivi des patients se faisait à l'appréciation du médecin référent, des aléas du service et ne suivait pas un protocole de mesure strict.

2 groupes comparables de patients soignés au CHRU de Lille ont été obtenus. L'examen sur une même population, un suivi dans un même centre avec la même équipe, a permis d'augmenter la comparabilité des groupes étudiés.

Nous n'observons que 4 patients perdus de vue dans chaque groupe, le manque d'information provient surtout du fait que le suivi des patients n'était pas complètement uniformisé, et de plus, dans le contexte actuel, les rendez vous médicaux annulés ou décalés ont favorisé la perte d'information.

Dans la composition du groupe contrôle, il existe un biais sur la sélection des données car on remarque que les patients n'ont pas eu de contrôle à 1 an, mais un contrôle à 9 et à 15 mois. Pour limiter cette perte de donnée nous aurions pu cumuler les données de différentes dates rapprochées comme autorisé dans les recommandations (40) Guidelines on Design and Reporting of Glaucoma Surgical

Trials, cependant pour être plus précis, nous n'avons relevé que les données aux temps précis des suivis.

Comparaison de l'efficacité de l'UCP 8 secteurs versus 6 secteurs

La nouveauté dans notre travail est de montrer l'efficacité de UCP 8 secteurs.

Celle-ci est réservée selon les recommandations du laboratoire aux patients avec une PIO supérieure à 30 mmHg, en augmentant la zone de traitement pour atteindre 55% de corps ciliaire.

Tableau 6 : Comparaison des résultats de notre étude à ceux retrouvés dans la littérature

	UCP 8 secteurs	UCP 6 secteurs	Données littéraires
6 mois			
réduction pressionnelle	25,70%	30,90%	21% et 45%.
efficacité partielle	57,90%	50%	46,5 à 67%
efficacité complète	44,70%	41,70%	23,3 à 49,5%
12 mois			
réduction pressionnelle	32,50%	23,80%	29 à 59%
efficacité partielle	44,40%	36,70%	55 à 79%
efficacité complète	36,10%	33,30%	42 et 71%

Avec cette procédure nous avons prouvé une efficacité dans la réduction pressionnelle avec la plastie 8 secteurs, en effet nous retrouvons une réduction pressionnelle dès J7, de 25,7% à 6 mois et de 32,5% à 12 mois. Avec à 6 et 12 mois, une efficacité partielle de 57,90% et 44,40% et une efficacité complète de 44,7 % et 36,1%.

Ainsi que dans le groupe 6 secteurs, l'efficacité sur la réduction pressionnelle est de 30,9 % à 6 mois et de 23,8 % à 12 mois avec une efficacité partielle à 50 % et 36,7% et une efficacité complète de 41,7% et 33,3% respectivement à 6 et 12 mois.

Entre les 2 procédures nous retrouvons une différence significative dans la baisse pressionnelle à M1 mais celle-ci ne perdure pas dans le temps. De même, nous ne retrouvons pas de réduction pressionnelle significativement différente dans les différents groupes des efficacités.

En regardant les courbes de survie, nous ne mettons pas en évidence significativement de plus d'efficacité dans un groupe par rapport à l'autre mais nous remarquons une tendance non significative à plus d'échec avec le 6 secteurs que dans le 8 secteurs .

Les procédures 6 et 8 secteurs sont efficaces dans la gestion de la PIO chez des patients glaucomateux, bien que dans nos 2 groupes l'efficacité semble inférieure à celle de la littérature à 1 an.

Comparaison de l'UCP 6 secteurs à la littérature

En Comparant les résultats de la littérature des équipes ayant utilisé la procédure UCP 6 secteurs de seconde génération avec un temps de tirs de 8 secondes. Tableau 2(39-57). Nous retrouvons en générale à 6 mois une réduction pressionnelle *comprise entre 21% et 45% avec une efficacité partielle de 46,5 à 67%* et une efficacité complète entre 23,3 à 49,5% et à 1 an, une réduction de pression *de 29 à 59%*, une efficacité partielle de 55 à 79% et une efficacité complète entre 42 et 71%.

Ce qui concorde avec nos résultats à 6 mois.

Cependant à 1 an, dans notre groupe 6 secteurs, nous retrouvons des résultats inférieurs à ce qui a est publié.

Une méta-analyse réalisée sur 251 yeux a montré que la sonde de seconde génération avait de meilleur résultat que celle de première génération sans complication supplémentaire (41).

A 24 mois, 3 études (Rouland 46, Leshno 56, et Melamed 50.) retrouvent une réduction pressionnelle de 31 à 38%. Les différentes études ont montré, qu'un temps d'exposition de 8 secondes entraînait de meilleurs résultats. Trois études (De Gregorio 43, Aptel 55, Rouland 46) ont étudié la répétition d'UCP lors de l'échec d'un premier traitement, et ont montré qu'il s'opérait une nouvelle baisse de PIO sans augmentation des complications.

Comparaison l'UCP 8 secteurs à la littérature

De plus pour notre groupe 8 secteurs : une étude menée par HU (59), relate des résultats à 3 mois, en retrouvant une réduction de 28,5% et une efficacité partielle de 52,9%

Comparativement nous retrouvons à 3 mois une efficacité partielle de 63,90% et une réduction pressionnelle de 26,8%.

HU retrouve une baisse de la PIO significative à 1 mois et non à 3 mois, ce que nous retrouvons dans notre étude. Et en comparant ses 2 groupes, il constate aussi que le contrôle de la PIO semble plus efficace avec la procédure 8 secteurs mais sans persistance significative dans le temps.

Et dans notre groupe 8 secteurs, seul le taux de réduction pressionnelle concorde avec les études existantes.

Tableau 7 : revue de la littérature des études sur l'UCP 6 secteurs seconde génération.

Publication	Nombre yeux	Types de glaucome	Génération/modelé	Nb pré-op/post-op	Suivi (mois)	réduction PIO	EP	EC
Denis 2016 (41)	110	Réfractaires ou Naïfs	2eme 8secondes	3,3/1,2	6	35%	64%	
Giannacre, 2016 (42)	30	Naïfs ou réfractaires	4 vs 6 vs 8 secondes	3,5/ 2,3	6	33%	46,70%	23,30%
De Gregorio, 2017(43)	40	Naïfs ou réfractaires	2eme 8secondes	3,6/2,4	4	27,80%		45%
			1er HIFU					
			2eme HIFU		8	20%,		40%
			3eme HIFU		12	34%		84%
Deb-Jobarda (44)	73	Naïfs ou réfractaires	2nd 8 vs 10 secondes		12	32,60%	79%	
Giannacre, 2019(45)	49	Réfractaires	2eme 8secondes	3,2/2,3	12	à 12 mois : 35%	51%	42,9
				acétazolamide : 0,5/ 0,2		à 6 mois : 41%		
Rouland, 2018(46)	169	Réfractaires	2eme 8secondes	3,1/3,2	24	31%		
Sousa, 2017(47)	41		2eme 8secondes	2,8/ 2,4	12	34%	80%	
				acétazolamide : 0,3/ 0,04				
Vandewalle, 2016(48)	60	Naïfs et réfractaires	2eme 8secondes	2,6/2,2	6	35%		
		test pilocarpine						
Figus 2018(49)	67	Naïfs	2eme 8secondes	2,3/ 2,2	12	32%	65%	
Melamed 2017(50)	52	Naïfs	2eme 8secondes	2,5 / 2,2	24	38%		
Chamard, 2020(51)	100	Naïfs et réfractaires	2eme 8secondes	3,1/ 3 ,2	6	45,70%		49,50%
				acétazolamide : 57%/31%				
Torky 2019(52)	62	Naïfs et réfractaires	2eme 8secondes	3,2/2,1	12	42%	77,40%	
Graber 2018(53)	70	réfractaires	2eme 8secondes		6	21%		25%
Sousa 2018(54)	16	Réfractaires	2eme 8secondes	2,4/2,1	6	35%		87%
Aptel 2020(55)	31	2eme HIFU	2eme 8secondes	3,3/3,5	12	34%	52,60%	
		échec rapide						
		échec lent						
Leshno 2020(56)	15	Glaucome modéré	2eme 8secondes	2,5/2	24	31%	87%	
Hugo 2019(57)	15	Réfractaires	2eme 8secondes		6	42%	67%	
Marques 2020(58)	49		2eme 8secondes		6	62,10%		73,40%
					12	59%		71,40%
HU 2018(59)	G1 :43	réfractaires	2eme 6 secteurs		3	23%	48.6%	
	G2 :18		2eme 8secondes				52,9%	

Résultats pressionnels en fonction de la PIO pré-traitement

Dans le groupe 8 secteurs, nous remarquons que 19 patients ont bénéficié de la procédure alors qu'ils avaient une PIO comprise entre 20 et 30mmhg et 22 patients dans le groupe 6 secteurs.

Une différence significative est visible sur la baisse pressionnelle dès J7 post-intervention, qui est plus importante dans les sous-groupes où la PIO à l'inclusion est supérieure ou égale à 30mmHg.

Cette différence de résultat en fonction de la PIO de départ a été décrite en 2018 par Giannacre, qui retrouve également une baisse pressionnelle plus importante dans le groupe qui a une pression à l'inclusion plus importante.

Associé à cette baisse de pression, nous remarquons une tendance à plus d'efficacité chez ceux ayant une PIO plus élevée mais sans différence statistiquement significative, que ce soit avec les 6 ou les 8 secteurs.

Résultats pressionnels en fonction du type de glaucome

Tous les types de glaucomes ont été inclus dans l'étude, avec le 8 secteurs nous retrouvons une tendance à de meilleurs résultats sur les glaucomes congénitaux/ juvéniles, les pseudo-exfoliatifs et les glaucomes primitifs à angle ouvert.

Dans le groupe 6 secteurs, la tendance d'un meilleur contrôle est chez les glaucomes primitifs à angle ouvert et nous retrouvons une efficacité significativement plus faible sur les glaucomes congénitaux/juvéniles.

Ce qui a déjà été vu dans la littérature avec Torky (52), qui retrouve plus d'échec dans les glaucomes néovasculaires que les glaucomes primitifs à angle ouvert. Contrairement à Giannacre (45) qui retrouve plus effet sur les glaucomes néovasculaires et secondaires que les glaucomes primitifs à angle ouvert.

Ceci montre que la plastie des corps ciliaires fonctionne sur tous les types de glaucomes.

Et le groupe 8 secteurs retrouve une action plus importante chez les glaucomes congénitales/ juvéniles que le 6 secteurs.

Notre étude montre une efficacité sur les glaucomes difficilement contrôlables avec la plastie 8 secteurs, et ceci jusqu'à 1 an.

Le nombre de traitement avant et après plastie.

Nous ne mettons pas en évidence de changement dans le nombre de thérapeutique avant et après traitement. Lorsque qu'un patient a un allègement de son traitement, c'est qu'il est passé soit en hypotonie sévère ou qu'il était proche de cet état. Nous remarquons que 3 patients ont été mis sous Diamox pour temporiser la hausse de la PIO en attendant la procédure et que ceux sont ont eu un arrêt du Diamox en post chirurgie.

Les complications des UCP 6 secteurs

Bien que le traitement montre une efficacité sur la PIO celui ci se montre aussi plus pourvoyeur de complications

Tableau n° 8: complications retrouvées dans la littérature avec l'UCP 6 secteurs, 8 secondes

complications mineures		complications majeures	
Kératite ponctuée superficielle	4 -45%	ulcère cornéen	5-16%
oedème cornéen	5 -30%	perte du point de fixation	jusqu'à 10%
opacité cornéenne	11-15,5%	Baisse acuité visuelle (> 2 lignes de Snellen)	8 - 25%
Semi mydriase	5-39%	Oedème maculaire cystoïde	1 à 15%
inflammation	20-64%	Occlusion veine centrale de la rétine	1%
Synéchie irido-cristallinienne	0%	Perforation cornéenne	0%
cataracte	0%	Décollement choroïdien	1 -7%
amincissement scléral	8- 25%	Phtyse	0%
Conjonctivite, hémorragie sous conjonctivale	40-71%	Hypotonie < ou = 5	2- 8%
Astigmatisme	12,5%	pic hypertonie >10mmHg	8- 20%
		infection	1%

Jusqu'à 65% des cas se compliquent d'hyperémies conjonctivales, d'inflammations de la chambre antérieure, 20% des cas de kératites ponctuées superficielles, d'œdèmes cornéens et d'hémorragies sous-conjonctivales. Ces complications sont fréquemment et généralement résolutive dans le mois post traitement.

Dans 8 à 25% des cas, une perte d'acuité visuelle (> 2 lignes), pouvant être secondaire au développement d'une cataracte, d'opacités ou ulcérations cornéennes, d'un œdème maculaire cystoïde (jusqu'à 15% des cas), survenait. L'absence de régulation de la pression, avec l'apparition de pic transitoire de PIO (plus de 10 mmHg par rapport à la ligne de base) pouvait toucher jusqu'à 8% des sujets. Des cas d'hypotonie importante (2,5% et 8%), associée ou non à un décollement choroïdien survenaient également chez 7% des patients. Nous pouvons également noter des ulcérations cornéennes chez 5% des patients, et un Astigmatisme chez 12,5% des patients.

Le nombre de Mydriase légère est entre 3% et 8,8%, jusqu'à trouver une atteinte irienne dans 39% des patients chez Chamard (51). Enfin de façon très rare, moins de 1% des cas présentait une occlusion veineuse rétinienne ou une infection cornéenne (<1%).

Dans le groupe 6 secteurs, les atteintes sont comparables à la littérature avec une majorité d'atteinte de surface dans 56,8% des cas.

Les complications des UCP 8 secteurs

Dans le groupe 8 secteurs, la majorité des complications retrouvées correspondent à une atteinte de la surface avec 38% de kératite.

L'atteinte plus sévère était la constitution d'un ulcère cornéen pouvant mener à la perforation cornéenne, comme chez un de nos patients qui a nécessité une greffe de membrane amniotique.

Le taux de complication des kératites et ou des ulcères n'est pas différent de ceux décrits dans la littérature.

Il est noté que les ulcérations cornéennes superficielles et œdèmes cornéens surviennent chez des patients atteints de maladie cornéenne (34, 35, 37, 43, 50).

Une étude récente révèle également une atteinte cornéenne plus profonde avec une perte endothéliale chez 11% des patients. (57)

Donc une attention particulière est à avoir chez les patients avec une surface altérée.

Nous retrouvons un grand nombre d'atteinte irienne par rapport à notre groupe contrôle, 34% vs 11%. ($p=0,013$)

Une étude de SOUSA (54) en 2018, étudie l'atteinte irienne et retrouve une diminution de la réactivité pupillaire à la lumière qui se normalise avec le temps.

Cette atteinte, pouvant être expliquée par une atteinte des nerfs ciliaires courts parasympathiques post-ganglionnaires. La deuxième explication serait que la périphérie irienne soit touchée par les ultrasons, lors de la procédure la mal position engendre une atteinte de la racine de l'iris occasionnant une semi-mydriase. L'augmentation du nombre de secteurs peut amener à plus d'éléments touchés. Il est important de vérifier le centrage de la sonde lors de la procédure pour limiter cette complication.

Nous révélons la présence de complications plus sévères avec une baisse acuité visuelle plus marquée, Nous retrouvons également, une perte de fixation chez plus de personne, passant d'une acuité visuelle chiffrable à une acuité non chiffrable dans 34,7% des cas, ce qui est plus important que dans notre groupe contrôle et également à ce qui se voit dans la littérature.

Les épisodes des occlusions veineuses sont associés dans la pathologie glaucomateuse. Une augmentation de la proportion (4%) d'occlusion de la veine centrale de la rétine, il s'agit de 2 patients, un avec une PIO équilibrée et le 2nd avec un pic hypertonique, ayant pu précipiter l'occlusion.

Il n'est pas mis en évidence, plus oedème maculaire, cependant les OCT maculaires n'ont pas été réalisés de façon systématique chez tous les patients à toutes les consultations de contrôle. Ce qui augmente le risque de sous-diagnostic. Une étude retrouve avec la réalisation des OCT de façon systématique jusqu'à 15 % oedème maculaire (51).

Première citation dans la littérature d'un épisode de phtyze avec une procédure UCP 8 secteurs. Le patient a eu une réduction pressionnelle efficace durant la première année de suivi, après 6 mois une hypotonie de plus en plus marquée est apparue et la phtyze est apparue à plus de 12 mois de surveillance. Il avait déjà bénéficié d'une trabéculéctomie. Le patient présentait une PIO inférieure à 30mmhg, et a eu une majoration de son traitement avec ajout de Diamox en post-traitement.

Le taux de décollement choroïdien, atteinte rétinienne, d'hypotonie, est non supérieure à ce qui est déjà cité dans la littérature.

Même s'il n'est pas mis en évidence de différence sur le nombre total des complications entre les 2 groupes, le groupe 8 secteurs présente un plus grand nombre de complications majeures par rapport aux 6 secteurs.

Chez ceux avec une PIO pré-traitement inférieure à 30 mmHg, le 8 secteurs entraîne une augmentation significative des complications par rapport au sous-groupe de patient avec une PIO pré-traitement supérieure à 30 mmHg.

Nous remarquons que le nombre de complications générales et majeures ne diffère pas entre les patients avec une PIO à l'inclusion inférieure à 30 mmHg, et ceux supérieure à 30 mmHg dans le groupe 6 secteurs.

Réalisation d'une seconde UCP

Lors de notre recueil de donnée, nous avons remarqué que 7 patients avaient bénéficié d'un second traitement UCP après échec du premier, nous avons pu constater chez ces patients une nouvelle baisse pressionnelle.

Cependant il n'y a pas de différence statistique entre les résultats des patients lorsqu'ils sont naïfs ou lorsqu'ils sont en retraitement, sur la réduction pressionnelle comme sur l'efficacité complète.

Nous notons une différence sur l'efficacité partielle, mais celle-ci se mesure sur un petit échantillon. De plus, nous pouvons remarquer que les patients retraités présentent une réduction pressionnelle qui dure plus longtemps et que à 1 an, 3 patients sur 5 obtiennent une efficacité complète (60%) avec une réduction de PIO de 25% alors que lors de la première session, aucun n'avait dépassé les 6 mois. Il existe plusieurs articles qui montrent la répétabilité des procédures UCP pour permettre un contrôle de la PIO. De Gregorio a réalisé jusqu'à 3 traitements pour obtenir une efficacité.

L'explication était que la première procédure ne coagulerait pas suffisamment les corps ciliaires pour obtenir l'action escomptée.

Nous remarquons que la plastie 8 secteurs peut avoir une augmentation de son efficacité avec un retraitement, mais notre étude ne dispose pas d'assez de puissance, il serait intéressant de réaliser une nouvelle étude pour analyser l'effet des retraitements, avec les 8 secteurs.

Ces études ne mettaient pas évidence plus de complications avec le retraitement cependant il est à noter que dans notre groupe, la baisse acuité visuelle était significative à chaque nouvelle procédure.

Nous constatons avec la plastie 8 secteurs une baisse acuité visuelle, mais nous ne savons pas le rôle de l'effet de la procédure, de l'action de l'anneau d'aspiration lors du traitement, et la part du glaucome non contrôlé.

La procédure 8 secteurs est plus délétère surtout avec une PIO de pré-traitement basse. Le respect de la PIO d'inclusion, égale et supérieure à 30 mmHg, est donc un critère important pour l'application du traitement, pour limiter les complications.

Positionnement des ultrasons dans la prise en charge du glaucome

Plusieurs études mettent en avant l'utilisation de l'UCP 6 secteurs chez des glaucomes non contrôlés naïfs d'intervention chirurgicale (60) et plus récemment Leshno 2020 (56) a mené une étude sur 15 yeux retrouvant une efficacité sur des glaucomes modérés, concurrençant la trabéculoplastie en première intention.

Aucune étude comparant l'UCP 6 secteurs, à la trabéculoplastie, aux MIGS, ou aux valves n'a été réalisée à ce jour.

Mais l'efficacité de UCP, la tolérance, la reproductibilité pourraient la mettre en avant chez les patients naïfs de traitement surtout dans des cas d'atteinte conjonctivale, de difficulté à la chirurgie, d'inobservance du patient.

Cependant face à l'augmentation des complications rencontrées chez l'UCP 8 secteurs, son utilisation peut se restreindre aux glaucomes plus sévères, contrairement au 6 secteurs.

Une étude comparative sur les résultats entre l'efficacité de UCP et du laser diode transscléral continu a été menée par Graber (53). Celle-ci mettait en évidence une efficacité de l'UCP inférieure à celle du laser, mais au dépend d'un plus grand nombre de complications majeures.

Avec les techniques de cyclophotodestructions, les complications principales sont l'inflammation, une nécrose sclérale, la présence d'hyphéma, la décompensation cornéenne, la baisse acuité visuelle, hypotonie associée ou non à un décollement choroïdien, et la phtyose.

Nous observons classiquement plus de complications chez les personnes atteintes de glaucome néovasculaire et quand nous procédons à un retraitement. Le laser micropulse exercerait moins de dommage que le laser continu mais aurait une efficacité moindre que celui-ci.

Il pourrait constituer une alternative thérapeutique à l'UCP: il montre dans la littérature plus efficacité, mais aucune étude comparative n'a été menée. Il est avantage par sa possibilité d'application sur tous types d'yeux (buphtalmes et nanophthalmes).

Mais la technique n'est pas aussi reproductible que l'UCP et nécessite un geste qui demande un apprentissage pour être correctement fait.

De plus il reste associé à un nombre conséquent de complications. L'atteinte de surface n'est pas isolée qu'à la procédure UCP, il est vu avec les lasers transcléraux des décompensations cornéennes, et des rejets de greffe (2%).

Tableau 9 : Complications majeures des différentes techniques

	HIFU 8	HIFU 6	Micropulse	Transsclerale
Kératite ponctuée superficielle	38,77%	45%	na	na
Ulcère cornéen	10,20%	5-16%	na	na
Opacité cornéenne	2,04%		na	na
Atteinte irienne	34,69%	39%	na	28%
Baisse acuité visuelle	30,61%	20%	17%	5-64%
Inflammation chambre antérieure	24,48%	64-100%	26%	30%
Cataracte	2,04%	0%	na	10%
Oedème maculaire cystoïde	2.04%	3 à 15%	5%	6%
Occlusion veine centrale de la rétine	4,08%	1%	na	na
Perforation cornéenne	2,04%	0%	na	na
Hypotonie < ou = 5	2,04%	8%	4,5-20%	1-17,5%
Décollement choroïdien	2.04%	7%	4%	8%
Phtyse	2.04%	0%	7%	1% à 37,5%
Pic hypertonie	2%	20,00%	15%	10%
Amincissement scléral	Na	25%	4%	17%
Oedème cornéen	0%	30%	5%	na
Hyphéma	0%	0%	18%	18%

Le tableau n°9: ci dessous montre que les procédures HIFU restent moins pourvoyeuses de complications majeures. (7, 22-32, 41-59, 61, 62,63)

Un essai randomisé comparant les 2 techniques serait pertinent afin de pouvoir mieux situer ces deux procédures dans la stratégie thérapeutique des glaucomes sévères ou réfractaires.

Les principales forces de notre étude sont :

La réalisation d'une étude de vraie vie avec un suivi long sur 12 mois, sur une même population et la création d'un groupe comparatif grâce à l'appariement des patients avec d'autres patients suivi aux CHRU de Lille.

La première étude réalisée sur l'efficacité de l'UCP 8 secteurs. Nous remarquons une efficacité du traitement avec une baisse pressionnelle et une efficacité dans la gestion des PIO à 6 et 12 mois. Nous retrouvons une efficacité proche de la littérature. La mise en évidence d'une limite pressionnelle pour la réalisation du traitement en privilégiant les PIO, pré-traitement, supérieures ou égales à 30 mmHg.

Les principaux défauts de notre étude sont son caractère unicentrique et rétrospectif, associés à la petite taille de l'échantillon limitent la puissance des résultats. La réalisation intégrale et le suivi par plusieurs praticiens et un protocole non standardisé impliquant une perte de donnée importante à certains contrôles, limitent également la puissance de comparaison.

L'appariement permet une comparabilité entre les groupe mais le mieux aurait été d'intégrer les patients de façon randomiser au fur et à mesure dans le groupe 8 ou 6 secteurs pour une meilleure comparaison.

Bien qu'il existe une efficacité, celle ci ne diffère pas de ce qui est retrouvé avec la procédure 6 secteurs et une association à une majoration des complications majeures, plus importante dans un groupe avec une pression inférieure à 30 mmHg. La comparaison et l'efficacité des procédures se font sur l'évaluation de la réponse pressionnelle et non de la progression du glaucome.

6 CONCLUSION

La plastie des corps ciliaires aux ultrasons sur 8 secteurs, a montré son efficacité dans la gestion de la PIO chez les patients glaucomateux quelque soit le type de glaucome.

Malgré son efficacité, la plastie 8 secteurs ne montre pas de différence significative dans la baisse pressionnelle par rapport à la plastie 6 secteurs à 1 an, une analyse de son efficacité à 2 et 3 ans s'impose pour évoluer son efficacité sur le long terme.

Cependant s'y ajoute un nombre de complications majeures non négligeables surtout si chez les patients présentant une PIO inférieure à 30 mmHg avant le traitement.

Pour son application, le respect de la limite des 30mmHg pré traitement est un critère qu'il ne faudra pas oublier de prendre en compte lors du choix thérapeutique afin de bénéficier d'un traitement optimal et sécuritaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Chapter 2: Classification and terminology Supported by the EGS Foundation: Part 1: Foreword; Introduction; Glossary; Chapter 2 Classification and Terminology. *Br J Ophthalmol.* 2017;101(5):73–127.
2. Renard JP, Sellem E. Bases Fondamentales. Rapport SFO : Glaucome primitif à angle ouvert. Paris (FR) Elsevier-Masson; 2014.
3. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration. The AGIS Investigators. *Am J Ophthalmol.* 2000 Oct;130(4):429–40.
4. Tham Y-C, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng C-Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2014 Nov;121(11):2081–90.
5. Buffault J, Labbé A, Hamard P, Brignole-Baudouin F, Baudouin C. The trabecular meshwork: Structure, function and clinical implications. A review of the literature. *J Fr Ophtalmol.* 2020 Sep;43(7):e217–30.
6. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, Keltner JL, Miller JP, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2002 Jun;120(6):701-713-830.
7. European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Chapter 3: Treatment principles and options Supported by the EGS Foundation: Part 1: Foreword; Introduction; Glossary; Chapter 3 Treatment principles and options. *Br J Ophthalmol.* 2017;101(6):130–95.

8. Khaw PT, Chiang M, Shah P, Sii F, Lockwood A, Khalili A. Enhanced trabeculectomy: the Moorfields Safer Surgery System. *Dev Ophthalmol*. 2012;50:1–28.
9. Jampel HD, Solus JF, Tracey PA, Gilbert DL, Loyd TL, Jefferys JL, et al. Outcomes and bleb-related complications of trabeculectomy. *Ophthalmology*. 2012 Apr;119(4):712–22.
10. Fontana H, Nouri-Mahdavi K, Lumba J, Ralli M, Caprioli J. Trabeculectomy with mitomycin C: outcomes and risk factors for failure in phakic open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2006 Jun;113(6):930–6.
11. Hondur A, Onol M, Hasanreisoglu B. Nonpenetrating glaucoma surgery: meta-analysis of recent results. *J Glaucoma*. 2008 Mar;17(2):139–46.
12. Roy S, Mermoud A. Deep sclerectomy. *Dev Ophthalmol*. 2012;50:29–36.
13. Harju M, Suominen S, Allinen P, Vesti E. Long-term results of deep sclerectomy in normal-tension glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 2018 Mar;96(2):154–60.
14. Edmunds B, Thompson JR, Salmon JF, Wormald RP. The National Survey of Trabeculectomy. III. Early and late complications. *Eye (Lond)*. 2002 May;16(3):297–303.
15. Eldaly MA, Bunce C, Elsheikha OZ, Wormald R. Non-penetrating filtration surgery versus trabeculectomy for open-angle glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Feb 15;(2):CD007059.
16. Gedde SJ, Feuer WJ, Shi W, Lim KS, Barton K, Goyal S, et al. Treatment Outcomes in the Primary Tube Versus Trabeculectomy Study after 1 Year of Follow-up. *Ophthalmology*. 2018;125(5):650–63.

17. Gedde SJ, Singh K, Schiffman JC, Feuer WJ, Tube Versus Trabeculectomy Study Group. The Tube Versus Trabeculectomy Study: interpretation of results and application to clinical practice. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012 Mar;23(2):118–26.
18. Chaudhary A, Salinas L, Guidotti J, Mermoud A, Mansouri K. XEN Gel Implant: a new surgical approach in glaucoma. *Expert Rev Med Devices*. 2018;15(1):47–59.
19. Hoeh H, Vold SD, Ahmed IK, Anton A, Rau M, Singh K, et al. Initial Clinical Experience With the CyPass Micro-Stent: Safety and Surgical Outcomes of a Novel Supraciliary Microstent. *J Glaucoma*. 2016 Jan;25(1):106–12.
20. Wellik SR, Dale EA. A review of the iStent(®) trabecular micro-bypass stent: safety and efficacy. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:677–84.
21. Kaplowitz K, Bussell II, Honkanen R, Schuman JS, Loewen NA. Review and meta-analysis of ab-interno trabeculectomy outcomes. *Br J Ophthalmol*. 2016 May; 100(5):594–600.
22. Pantcheva MB, Kahook MY, Schuman JS, Rubin MW, Noecker RJ. Comparison of acute structural and histopathological changes of the porcine ciliary processes after endoscopic cyclophotocoagulation and transscleral cyclophotocoagulation. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2007 Apr;35(3):270–4.
23. Dastiridou AI, Katsanos A, Denis P, Francis BA, Mikropoulos DG, Teus MA, et al. Cyclodestructive Procedures in Glaucoma: A Review of Current and Emerging Options. *Adv Ther*. 2018;35(12):2103–27.
24. Yang Y, Zhong J, Dun Z, Liu X, Yu M. Comparison of Efficacy Between Endoscopic Cyclophotocoagulation and Alternative Surgeries in Refractory Glaucoma: A Meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Sep;94(39):e1651.

25. Souissi S, Baudouin C, Labbé A, Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction. *Eur J Ophthalmol*. 2019 Sep 23;1120672119877586.
26. Zaarour K, Abdelmassih Y, Arej N, Cherfan G, Tomey KF, Khoueir Z. Outcomes of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Uncontrolled Glaucoma Patients. *J Glaucoma*. 2019;28(3):270–5.
27. Williams AL, Moster MR, Rahmatnejad K, Resende AF, Horan T, Reynolds M, et al. Clinical Efficacy and Safety Profile of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Refractory Glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27(5):445–9.
28. Aquino MCD, Barton K, Tan AMWT, Sng C, Li X, Loon SC, et al. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2015 Feb;43(1):40–6.
29. Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, Lim ZI-L, See JL-S, Chew PT. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2010 Apr;38(3):266–72.
30. Preda MA, Karancsi OL, Munteanu M, Stanca HT. Clinical outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma- 18 months follow-up. *Lasers Med Sci*. 2020 Sep;35(7):1487–91.
31. Nguyen AT, Maslin J, Noecker RJ. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2020 Jul;30(4):700–5.

32. Jammal AA, Costa DC, Vasconcellos JPC, Costa VP. Prospective evaluation of micropulse transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: 1 year results. *Arq Bras Oftalmol*. 2019 27;82(5):381–8.
33. Dervishi E, Aubry J-F, Delattre J-Y, Boch A-L. Focused ultrasound therapy: current status and potential applications in neurosurgery. *Neurochirurgie*. 2013 Dec;59(6):201–9.
34. Aptel F, Charrel T, Palazzi X, Chapelon J-Y, Denis P, Lafon C. Histologic effects of a new device for high-intensity focused ultrasound cyclocoagulation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010 Oct;51(10):5092–8.
35. Charrel T, Aptel F, Birer A, Chavrier F, Romano F, Chapelon J-Y, et al. Development of a miniaturized HIFU device for glaucoma treatment with conformal coagulation of the ciliary bodies. *Ultrasound Med Biol*. 2011 May;37(5):742–54.
36. Lizzi FL, Driller J, Ostromogilsky M. Thermal model for ultrasonic treatment of glaucoma. *Ultrasound Med Biol*. 1984 Jun;10(3):289–98.
37. Aptel F, Charrel T, Lafon C, Romano F, Chapelon J-Y, Blumen-Ohana E, et al. Miniaturized high-intensity focused ultrasound device in patients with glaucoma: a clinical pilot study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011 Nov 11;52(12):8747–53.
38. Charrel T, Aptel F, Birer A, Chavrier F, Romano F, Chapelon J-Y, et al. Development of a miniaturized HIFU device for glaucoma treatment with conformal coagulation of the ciliary bodies. *Ultrasound Med Biol*. 2011 May;37(5):742–54.
39. Mastropasqua R, Agnifili L, Fasanella V, Toto L, Brescia L, Di Staso S, et al. Uveo-scleral outflow pathways after ultrasonic cyclocoagulation in refractory glaucoma: an anterior segment optical coherence tomography and in vivo

- confocal study. *Br J Ophthalmol*. 2016 Dec;100(12):1668–75.
40. Shaarawy T.M, Sherwood M.B, Grehn F. Guidelines on Design and Reporting of Glaucoma Surgical Trials, Kugler publications, Amsterdam, Pays-Bas, 2009.
 41. Denis P. Clinical Research of Ultrasound Ciliary Plasty and Implications for Clinical Practice. *European Ophthalmic Review*. 2016;10(2):108.
 42. Giannaccare G, Vagge A, Gizzi C, Bagnis A, Sebastiani S, Del Noce C, et al. High-intensity focused ultrasound treatment in patients with refractory glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017 Mar;255(3):599–605.
 43. De Gregorio A, Pedrotti E, Stevan G, Montali M, Morselli S. Safety and efficacy of multiple cyclocoagulation of ciliary bodies by high-intensity focused ultrasound in patients with glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017 Dec;255(12):2429–35.
 44. Deb-Joardar N, Reddy KP. Application of high intensity focused ultrasound for treatment of open-angle glaucoma in Indian patients. *Indian J Ophthalmol*. 2018;66(4):517–23.
 45. Giannaccare G, Vagge A, Sebastiani S, Urbini LE, Corazza P, Pellegrini M, et al. Ultrasound Cyclo-Plasty in Patients with Glaucoma: 1-Year Results from a Multicentre Prospective Study. *Ophthalmic Res*. 2019;61(3):137–42.
 46. Aptel F, Rouland JF. Ultrasound ciliary plasty to treat glaucoma: efficacy and safety results on 152 patients. *Acta Ophthalmologica* [Internet]. 2017 Sep [cited 2020 Sep 18];95
 47. D.C. Sousa, L.A. Pinto UCP clinical series in Lisboa on 46 patients American Academy of Ophthalmology Annual Meeting (AAO), New Orleans, USA (2017)
 48. Vandewalle E, Somers A, Vermorgen K, Stalmans I. High-intensity focused ultrasound cyclocoagulation: a 6-month study. *Acta Ophthalmologica* [Internet].

2016 Oct [cited 2020 Sep 18];94.

49. M. Figus, I. Stalmans, S. Melamed, *et al.* Ultrasound cycloplasty for treatment of surgery naïve open angle glaucoma patients. Interim results at 1 year of a prospective multicenter clinical trial. Poster European Glaucoma Society Meeting (EGS), Florence, Italy (2018)
50. S. Melamed, Ultrasound ciliary plasty for treatment of surgery naïve open angle glaucoma patients. Intermediate results of multicenter clinical trial. page: 838 7th World Glaucoma Congress (WGC), June 28 –July 1, 2017, Helsinki, Finland.
51. Chamard C, Daien V, Han H, Greenfield DS, Villain M. Efficacy and safety of ultrasonic circular cyclocoagulation with second-generation probe in glaucoma: A retrospective study. PLoS ONE. 2020;15(1):e0227389.
52. Torky MA, Al Zafiri YA, Hagrass SM, Khattab AM, Bassiouny RM, Mokbel TH. Safety and efficacy of ultrasound ciliary plasty as a primary intervention in glaucoma patients. Int J Ophthalmol. 2019;12(4):597–602.
53. Graber M, Rothschild P-R, Khoueir Z, Bluwol E, Benhatchi N, Lachkar Y. High intensity focused ultrasound cyclodestruction versus cyclodiode treatment of refractory glaucoma: A retrospective comparative study. J Fr Ophtalmol. 2018 Sep;41(7):611–8.
54. Sousa DC, Ferreira NP, Marques-Neves C, Somers A, Vandewalle E, Stalmans I, *et al.* High-intensity Focused Ultrasound Cycloplasty: Analysis of Pupil Dynamics. J Curr Glaucoma Pract. 2018 Dec;12(3):102–6.
55. Aptel F, Tadjine M, Rouland J-F. Efficacy and Safety of Repeated Ultrasound Cycloplasty Procedures in Patients With Early or Delayed Failure After a First Procedure. J Glaucoma. 2020;29(1):24–30.
56. Leshno A, Rubinstein Y, Singer R, Sher I, Rotenstreich Y, Melamed S, *et al.*

- High-intensity Focused Ultrasound Treatment in Moderate Glaucoma Patients: Results of a 2-Year Prospective Clinical Trial. *J Glaucoma*. 2020 Jul;29(7):556–60.
57. Hugo J, Matonti F, Beylerian M, Zanin E, Aptel F, Denis D. Safety and efficacy of high-intensity focused ultrasound in severe or refractory glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2019 Sep 25; 1120672119874594.
58. Marques RE, Ferreira NP, Sousa DC, Barata AD, Sens P, Marques-Neves C, et al. High intensity focused ultrasound for glaucoma: 1-year results from a prospective pragmatic study. *Eye (Lond)*. 2020 Apr 21;
59. D. Hu, S. Tu, C. Zuo, *et al* .Short-Term Observation of Ultrasonic Cyclocoagulation in Chinese Patients with End-Stage Refractory Glaucoma: A Retrospective Study *J Ophthalmol*, 2018 (2018), p. 4950318
60. Aptel F, Denis P, Rouland J-F, Renard J-P, Bron A. Multicenter clinical trial of high-intensity focused ultrasound treatment in glaucoma patients without previous filtering surgery. *Acta Ophthalmol*. 2016 Aug;94(5):e268-277.
61. Ishida K. Update on results and complications of cyclophotocoagulation. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013 Mar;24(2):102–10.
62. Ma A, Yu SWY, Wong JKW. Micropulse laser for the treatment of glaucoma: A literature review. *Surv Ophthalmol*. 2019 Aug;64(4):486–97.
63. Renard JP, Sellem E. Prise en charge thérapeutique du glaucome primitif à angle ouvert. *Glaucome primitif à angle ouvert*. Paris (FR) Elsevier-Masson; 2014.

AUTEUR : Nom : JARRETT

Prénom : Charles

Date de soutenance : 12 octobre 2020

Titre de la thèse : Plastie des procès ciliaires par ultrasons hautes fréquences :

Résultats à 1 an d'un traitement 8 secteurs

Thèse - Médecine - Lille - 2020

Cadre de classement : Ophtalmologie

DES + spécialité : Ophtalmologie

Mots-clés : glaucome, cycloplastie, ultrasons focalisés hautes fréquences, 8 secteurs

Résumé :

INTRODUCTION

Le glaucome est une maladie fréquente, cécitante. Chez les glaucomes réfractaires où l'équilibre pressionnel n'est pas obtenu, l'utilisation de la cycloplastie aux ultrasons est envisagée. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité et la tolérance de la cycloplastie ultrasonore haute intensité 8 secteurs sur une période de 1 an.

MATERIEL ET METHODE

Cette étude rétrospective unicentrique, incluait des patients atteints de glaucomes réfractaires, avec une PIO > 21 mmHg ayant reçu une cycloplastie sur 8 secteurs. Un groupe contrôle a été composé par appariement avec des patients ayant bénéficié d'une cycloplastie sur 6 secteurs. Le même dispositif d'ultrason était utilisé dans les 2 groupes. Le critère de jugement principal était le taux de réduction pressionnelle après la cycloplastie HIFU 8 secteurs.

RESULTATS

49 personnes ont été traitées par une cycloplastie 8 secteurs. La pression intra-oculaire moyenne était significativement diminuée à toutes les visites de suivi dans les 2 groupes. L'efficacité partielle était atteinte chez 44,4% des patients à 12 mois avec la plastie 8 secteurs. Il n'y a pas de différence significative entre la réduction pressionnelle et l'efficacité partielle entre le groupe 8 et 6 secteurs. La réduction de la pression intra-oculaire était significativement plus élevée après la procédure chez les patients présentant une pression intra-oculaire pré-traitement supérieure ou égale à 30 mmHg. Le nombre de traitement pré et post traitement était de 3,8 / 3,4 molécules. On retrouve un nombre de complications majeures significativement plus important dans le groupe 8 secteurs.

CONCLUSION :

La cycloplastie ultrasonore sur 8 secteurs, a montré son efficacité dans la gestion de la PIO. Pour son application, le respect de la pression intra-oculaire pré-traitement supérieure à 30 mmHg est important afin de bénéficier d'un traitement optimal et sécuritaire.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE

Madame le Professeur Delphine STAUMONT-SALLE

Monsieur le Docteur Thibault ROQUANCOURT

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Thibault ROQUANCOURT

