

## I JIFRO – Presbytie



**F. CABOT**  
Bascom Palmer Eye  
Institute  
University of Miami Miller  
School of Medicine  
Miami, FL, USA.

L'accommodation est un phénomène naturel permettant à l'œil humain d'adapter et de modifier la structure de différents composants anatomiques (cristallin, muscle ciliaire, zonule...) afin d'obtenir une image nette quelle que soit la distance de l'objet observé (vision de près, vision intermédiaire, vision de loin). Les mécanismes de l'accommodation ainsi que sa perte physiologique progressive liée à l'âge, appelée presbytie, sont encore mal compris et une multitude de théories scientifiques s'affrontent depuis plus de deux siècles pour expliquer ce phénomène. Les progrès technologiques, en matière d'imagerie, ont peu à peu permis d'étoffer nos connaissances scientifiques des mécanismes de l'accommodation, en particulier au niveau de la description anatomique, mais de nombreuses questions persistent toujours au niveau du rôle fonctionnel de chaque structure oculaire impliquée.

Comment l'œil humain passe-t-il d'un état accommodé permettant une vision de près à un état désaccommodé permettant une vision de loin ? Telle est la question que les scientifiques se posent depuis plusieurs siècles. De nombreux efforts ont été faits cette dernière décennie pour imager le système accommodatif afin de mieux comprendre le rôle de chaque élément intraoculaire impliqué dans l'accommodation. La compréhension de l'accommodation se heurte aujourd'hui à deux problèmes majeurs : tout d'abord au fait qu'il n'existe actuellement pas d'appareils capables d'imager tous les acteurs de l'accommodation en même temps pour étudier leurs étroites interactions *in vivo* ; ensuite, car les systèmes d'imagerie actuels fournissent une étude statique

## L'exploration moderne de l'accommodation

(photographies) de l'accommodation qui est en réalité un phénomène dynamique durant en moyenne entre 0,2 et 0,6 seconde et nécessitant par conséquent une imagerie dynamique à grande vitesse.

### ■ L'imagerie statique

Pour essayer de mieux comprendre le rôle des différents acteurs de l'accommodation, de nombreux outils d'imagerie sont à notre disposition. La microscopie électronique, confocale ou à force atomique permet une description anatomique précise (structure), *ex vivo* ou *in vitro*. La microscopie confocale avec marquage immunohistochimique a pu révéler l'étendue insoupçonnée de la zonule recouvrant les procès ciliaires et allant s'ancrer postérieurement au niveau de l'*ora serrata*. La microscopie électronique à balayage a, par exemple, permis de montrer l'ancrage de certaines fibres zonulaires à la membrane hyaloïde antérieure du vitré avant de rejoindre la capsule postérieure du cristallin [1]. Ces détails anatomiques étaient inconnus auparavant et doivent donc maintenant être pris en compte dans l'explication de l'accommodation. Les techniques de microscopie précédemment citées sont des techniques permettant une description anatomique précise de fines structures telles que la zonule ou la capsule mais ne peuvent être réalisées qu'*ex vivo* (analyse *post mortem*) ou *in vitro*. L'information recueillie sera donc limitée à une description sur tissu plus ou moins dénaturé et à une description qui sera purement structurale (anatomie) et non fonctionnelle.

### ■ L'imagerie dynamique

Le muscle ciliaire ou le cristallin sont plus facilement imagés, de part leur

taille et localisation, en tomographie en cohérence optique (OCT) ou échographie (UBM) qui ont une bien moindre résolution que la microscopie confocale ou électronique (autour de 5-10 microns pour l'OCT et autour de 30-50 microns pour l'UBM). Ils ont en revanche l'avantage de permettre une étude *in vivo* et donc fonctionnelle du rôle de ces 2 éléments dans le phénomène d'accommodation.

L'équipe d'ingénieurs dirigée par Dr Jean-Marie Parel et Dr Fabrice Manns à l'*Ophthalmic Biophysics Center du Bascom Palmer Eye Institute* de Miami, après plus de 8 ans de travail, ont mis au point un système OCT complexe permettant d'avoir une imagerie dynamique (vidéo en temps réel) du segment antérieur et du muscle ciliaire de façon synchrone *in vivo* [2]. Ce système comprend un OCT de segment antérieur (840 nm) pouvant changer son plan de focus (cornée, cristallin, rétine) couplé à un autre OCT, qui est lui transcléral (1325 nm), permettant de capturer les mouvements du muscle ciliaire. Le stimulus accommodatif, émergeant d'une unité montée sur une lampe à fente, consiste à projeter en face du patient une cible noire sur fond blanc à des distances variées, et à lui demander de faire la mise au point de façon naturelle sur cette cible.

Les deux OCT ont une résolution d'environ 8 microns (air) avec une acquisition d'image rapide (40 000 A-lines/sec et 91 000 A-lines/sec) et synchronisée. Les premières vidéos enregistrées avec ce système ont permis de visualiser la contraction du muscle ciliaire avec myosis et bombement antérieur du cristallin en réponse à un stimulus accommodatif naturel.

Les phases d'essais cliniques utilisant ce système sont en cours et permet-

tront, dans un futur proche, d'apporter des éléments supplémentaires dans la compréhension du système accommodatif. L'OCT ne permet évidemment pas la visualisation de la zonule qui est un élément déterminant dans le phénomène accommodatif, mais il représente, pour l'instant, le moyen d'imagerie le plus précis (meilleure résolution) permettant une imagerie dynamique *in vivo* de l'accommodation.

## ■ Conclusion

Même si aujourd'hui il reste toujours beaucoup d'incertitude, l'évolution technologique des divers systèmes

d'imagerie appliqués à l'ophtalmologie a permis de progresser sur l'analyse structurale des acteurs de l'accommodation sans pouvoir néanmoins affirmer le rôle fonctionnel exact de chacun lorsque le mécanisme d'accommodation est mis en jeu. Un investissement scientifique et financier plus important sera nécessaire, dans le futur, pour mieux comprendre le phénomène accommodatif et pour palier à sa perte physiologique, la presbytie, de façon efficace et durable (restauration complète de l'accommodation).

hyaloid membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2006;47:4708-4713.

2. RUGGERI M *et al.* Quantification of the ciliary muscle and crystalline lens interaction during accommodation with synchronous OCT imaging. *Biomed Opt Express*, 2016;7: 1351-1364.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BERNAL A *et al.* Evidence for posterior zonular fiber attachment on the anterior

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

# réalités

## OPHTALMOLOGIQUES

☐ **oui**, je m'abonne à *Réalités Ophtalmologiques*

Médecin : ☐ 1 an : 60 € ☐ 2 ans : 95 €

Étudiant/Interne : ☐ 1 an : 50 € ☐ 2 ans : 70 €  
(joindre un justificatif)

Étranger : ☐ 1 an : 80 € ☐ 2 ans : 120 €  
(DOM-TOM compris)

Bulletin à retourner à :  
Performances Médicales  
91, avenue de la République – 75011 Paris  
Déductible des frais professionnels

## Bulletin d'abonnement

Nom : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

Ville/Code postal : .....

E-mail : .....

### ■ Règlement

☐ Par chèque (à l'ordre de Performances Médicales)

☐ Par carte bancaire n° .....  
(à l'exception d'American Express)

Date d'expiration : ..... Cryptogramme : .....

Signature : .....

