

Article original

Imagerie des artérioles rétiniennes par optique adaptative, faisabilité et reproductibilité

Retinal arteries imaging by adaptive optics, feasibility and reproducibility

D. Rosenbaum^{a,*}, E. Koch^b, X. Girerd^a, F. Rossant^c, M. Pâques^b

^a Unité de prévention des maladies cardiovasculaire, hôpital Pitié-Salpêtrière, AP-HP, 47-83, boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris, France

^b Centre d'investigation clinique 503, Centre hospitalier national des Quinze-Vingts, université Pierre-et-Marie-Curie-Paris 6, 75571 Paris, France

^c Institut supérieur d'électronique, 75006 Paris, France

Reçu le 25 avril 2013 ; accepté le 27 avril 2013

Disponible sur Internet le 29 mai 2013

Résumé

Objectifs. – L'optique adaptative est une nouvelle technique non invasive permettant d'obtenir une imagerie des vaisseaux rétiniens dont la résolution de deux microns autorise la mesure du diamètre et de l'épaisseur des artérioles. L'objectif de cette étude a été d'évaluer la faisabilité et la reproductibilité de la méthode en clinique chez l'homme.

Méthodes. – Chez 23 sujets avec une hypertension artérielle non traitée et chez 14 sujets sains, les artères rétiniennes ont été visualisées par optique adaptative et l'analyse des images a été automatisée permettant la mesure du diamètre interne et de l'épaisseur pariétale sur un segment artériolaire de l'artère rétinienne temporale. À partir de ces paramètres, le rapport paroi/lumière (*wall to lumen ratio* [WLR]) et la surface cross-sectionnelle de la paroi du vaisseau (*wall cross sectional area* [WCSA]) sont calculés. La reproductibilité intra-observateur a été évaluée en réalisant trois acquisitions consécutives chez 14 sujets. La reproductibilité inter-observateur a été évaluée en réalisant deux lectures indépendantes chez 17 sujets. Le coefficient de variation (CV) a été calculé comme SD/moyenne. Une comparaison des paramètres de l'artériole rétinienne entre les sujets hypertendus et les sujets sains a été réalisée.

Résultats. – Chez les 14 sujets sains, pour un diamètre interne de $56,1 \pm 9,6 \mu\text{m}$ le WLR est à $0,259 \pm 0,035$. La reproductibilité inter-observateur indique un CV à 1,3 % pour le diamètre interne, à 3,7 % pour le WCSA et à 3,2 % pour le WLR. La reproductibilité intra-observateur indique un CV à 3,2 % pour le WLR. Chez les hypertendus le WLR est significativement plus élevé ($0,348 \pm 0,071$; $p < 0,05$) alors que le diamètre interne est comparable.

Conclusion. – L'évaluation de la morphologie des artérioles rétiniennes est faisable par l'optique adaptative. La reproductibilité inter- et intra-observateur est satisfaisante et compatible avec la réalisation d'études prospectives dans des pathologies comme l'HTA au cours de laquelle des propriétés structurales des vaisseaux rétiniens sont connus.

© 2013 Publié par Elsevier Masson SAS.

Mots clés : Optique adaptative ; Artérioles ; Rétine ; Hypertension artérielle ; Rapport paroi-lumière

Abstract

Objective. – Adaptive optic is a new non-invasive imaging technique that allows to measure arterioles wall thickness and diameter with a resolution near two microns. Our objectives were to evaluate the feasibility and the reproducibility of this technique in untreated hypertensive patients.

Design and methods. – In 23 naive hypertensive patients and in 14 normotensives, the internal diameter (ID) and the wall thickness of the superior temporal artery were automatically measured. Those measurements were made on a temporal artery segment and led to determine a whole vessel cross sectional area (WCSA) and a wall to lumen ratio (WLR). Intra-observer reproducibility was evaluated by realizing three consecutive measurements in 14 subjects. Inter-observer reproducibility was assessed by two independent readers in 17 patients. Variation coefficient was calculated as SD/mean values. A comparison of retinal parameters was made between normal and hypertensive subjects.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : david.rosenbaum@psl.aphp.fr (D. Rosenbaum).

Results. – Inter-observer reproducibility indicated a variation coefficient of 1.3% for ID, 3.7% for the WCSA and 3.2% for the WLR. Intra-observer reproducibility indicated a variation coefficient of 3.2% for the WLR. Arterial remodeling was present in hypertensive patients at baseline with a significantly increased WLR as compared to normal subjects (0.32 ± 0.04 vs. 0.26 ± 0.04 ; $P < 0.05$), both population having the same ID.

Conclusion. – Adaptive optics is feasible and reproducible technique. The possibility of a direct and non-invasive assessment of retinal arterioles must assess the attractions in this technique in hypertensive patients' care.

© 2013 Published by Elsevier Masson SAS.

Keywords: Adaptive optics; Arterial hypertension; Small arteries; Retina; Wall to lumen ratio

1. Introduction

L'hypertension entraîne un remodelage précoce des artérioles. Ce remodelage est secondaire à différents facteurs : pression transmurale, facteurs neurohormonaux, facteurs métaboliques. Il consiste en un épaississement de la paroi artériolaire et en une diminution du diamètre de la lumière. Ce remodelage est associé à une altération de la vasoréactivité artériolaires. Cela a pour conséquences la normalisation de la contrainte pariétale mais aussi l'augmentation réciproque de la pression artérielle en amont. Le meilleur paramètre témoignant du remodelage est l'augmentation du rapport paroi/lumière (*wall to lumen ratio* [WLR]). Chez l'homme, ce phénomène a été uniquement visualisé en utilisant des artérioles issues de biopsies sous-cutanées et étudiées *in vitro* dans des myographes [1–6].

L'optique adaptative est une nouvelle technique d'imagerie non invasive, issue du champ de l'astronomie et récemment appliquée à l'imagerie médicale. Elle permet de visualiser des structures anatomiques avec une résolution de l'ordre de deux microns.

Les objectifs de notre étude étaient d'évaluer la reproductibilité et la faisabilité de cette nouvelle technique pour visualiser les artérioles rétiniennes et étudier les conséquences de l'hypertension artérielle sur le remodelage des artérioles.

2. Méthodes

2.1. Imagerie par optique adaptative

Au sein du centre d'investigation clinique (CIC) du Centre hospitalier national d'ophtalmologie des Quinze-Vingts, a été développée depuis 2008 en partenariat avec Imagine Eyes (Orsay, France), l'Office national de recherches aéronautiques (ONERA) et l'observatoire de Meudon, une collaboration multidisciplinaire autour de l'imagerie par optique adaptative (OA). Cette technique, largement développée en astronomie, consiste à mesurer et corriger en temps réel les aberrations liées à la traversée de la cornée et du cristallin par la lumière émise et rétrodiffusée. L'optique adaptative a pour principe l'utilisation d'un miroir déformable, d'un analyseur de surface d'onde mesurant le front d'onde et d'un calculateur en temps réel chargé de calculer la correction nécessaire pour obtenir un front d'onde plan. La caméra rtx1 illumine le fond d'œil à 850 nm, et utilise une caméra CCD (Imagine Eye, Orsay, France). Cette caméra permet l'acquisition d'une image avec un champ de $4^\circ \times 4^\circ$ ($1,2 \text{ mm} \times 1,2 \text{ mm}$) sur la rétine avec une résolution de l'ordre de $1,6 \mu\text{m}$. Le changement de focalisation se fait par déplacement

longitudinal de la caméra. Une imagerie en temps réel permet une focalisation fine. Pour chaque couche imagée, plusieurs flashes de quelques millisecondes sont envoyés sur la rétine et la lumière rétrodiffusée, après être passée sur le miroir déformable, est captée par la caméra d'imagerie.

Pour l'analyse de la paroi artérielle rétinienne, une image a été prise de l'artère temporale supérieure de l'œil droit à une distance d'un diamètre papillaire de la bordure de l'anneau neurorétinien soit environ 1,5 mm. Cette zone est celle retenue dans la plupart des études cliniques sur la circulation rétinienne. La caméra étant initialement configurée pour l'exploration de la partie centrale de la rétine, l'utilisation de la cible de fixation centrale ne permettait pas d'excentrer le champ d'observation jusqu'à la zone d'intérêt. Cependant, comme l'œil gauche est dégagé lors de l'examen de l'œil droit, la fixation de l'œil gauche a été utilisée pour orienter le regard (et donc l'œil droit) vers la zone d'intérêt. Pour les mêmes raisons techniques, nous n'avons pas pu effectuer les mesures du côté gauche. Chaque image correspond à un champ de vision de $1,2 \times 1,2 \text{ mm}$ avec une résolution transverse de 250 lignes/mm. L'acquisition d'une image prend environ 4 secondes. Selon la qualité de l'image en OA, une dilatation était réalisée à l'œil droit avec une goutte de tropicamide 1 % et une goutte de phényléphrine 2,5 %. Cependant, la plupart des acquisitions ont pu être faites sans dilatation pupillaire car réalisé dans une pièce sombre pour permettre une meilleure dilatation spontanée. Des images successives des vaisseaux rétiens temporaux supérieurs de l'œil droit sont réalisées. Chaque image réalisée était enregistrée sous format PNG puis analysée par un logiciel développé à cet effet (AOV, institut supérieur d'électronique de Paris, France – F. Rossant). Le rapport paroi-lumière (WLR), la surface de section pariétale artérielle (*wall cross sectional area* [WCSA]) et le diamètre de la lumière artérielle (*inner diameter* [ID]) étaient ensuite calculés.

2.2. Population

Cette étude faisait partie d'un protocole de recherche clinique (étude iPhot) ayant reçu l'avis favorable du comité de protection des personnes, Paris, Île-de-France VI. Tous les patients ont signé un formulaire de consentement.

Vingt-trois patients hypertendus naïfs de traitement et sans autre facteur de risque cardiovasculaire ont été recrutés de façon prospective à l'unité de prévention des maladies cardiovasculaires de la Pitié-Salpêtrière entre janvier et décembre 2012. Par ailleurs, des sujets sains et normotendus, non traités par des médicaments cardiovasculaires ont été recrutés par le CIC des 15/20 durant la même période.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/2869029>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/2869029>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)