

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 8 月 19 日現在

機関番号：32651

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870606

研究課題名(和文) チン小帯脆弱の他覚的非侵襲診断法の確立

研究課題名(英文) Establishment of objective noninvasive diagnostic method of fragile Zinn's zonule

研究代表者

小川 智一郎(Ogawa, Tomoichiro)

東京慈恵会医科大学・医学部・講師

研究者番号：30385306

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：チン小帯脆弱を客観的に定量化するために、ビームスプリッター付きの細隙灯顕微鏡のCマウントに1000fps以上で撮影できる高速度カメラMEMRECAM Q1m白黒を接続し、白内障患者および白内障術後患者に眼球運動を指示して、その際の虹彩と水晶体および眼内レンズの挙動を撮影した映像の解析を行った。虹彩と水晶体および眼内レンズが異なる挙動が撮影でき、この虹彩と水晶体および眼内レンズの2次元画像における重心をそれぞれ画像処理で求めようと試みた。その映像にノイズが含まれていたため、ノイズの処理をし、重心の挙動の違いを解析しようとしたが、ノイズなどの影響で解析に至っていない。

研究成果の概要(英文)：In order to objectively quantify the vulnerability of the Chin Zone, a high speed camera MEMRECAM Q1m monochrome capable of photographing at 1000 fps or more can be connected to a C mount of a slit lamp microscope with a beam splitter, and the cataract patients or postoperative patients move their eyes and we analyzed the images of the iris, the lens and the intraocular lens at that time. Different movement can be taken between the iris and the crystalline lens and the intraocular lens, and attempts were made to find the center of gravity in the two-dimensional image of the iris and the crystalline lens and the intraocular lens by image processing, respectively. Since the image contained noise, we tried to analyze the noise and analyze the difference in the movement of the center of gravity, but we have not analyzed it due to the influence of noise or the like.

研究分野：医学

キーワード：チン小帯脆弱

### 1. 研究開始当初の背景

高い医療水準を誇る日本では、平均寿命 80 歳程度と多くの方が長寿である。白内障は加齢に強く影響を受けるため、全ての方が白内障に罹患すると言っても過言ではない。ここ数十年の手術技術の進歩によって、数ある手術の中で白内障手術は、非常に安定した患者にとって負担の少ない完成された手術になった。しかし、現在の白内障手術においても、解決できていない問題がいくつか存在する。その一つにチン小帯の脆弱による合併症がある。白内障手術は、混濁した水晶体を人工レンズに置換する手術である。水晶体はチン小帯という細い多数の線維によりハンモックのように吊された状態で眼内に存在する。手術では水晶体嚢という水晶体の外側の袋のみを残して、その中にレンズを挿入する。チン小帯が脆弱な場合、水晶体嚢内に眼内レンズを挿入して安定した位置に保つことが不可能となる。

また、チン小帯脆弱の結果として、白内障手術後の経過観察中に、手術時に眼内に挿入した眼内レンズ(IOL)が眼内で偏位や脱臼し、最悪の場合には硝子体中に落下することがある。著明な視力を来たし、患者のQOVに大きな影響をもたらす。手術後しばらく大きな問題が無かったにも関わらず、チン小帯が徐々に脆弱化し、水晶体嚢ごとIOLが偏位・脱臼することもある。

このような場合、IOLを整復するために再度手術を行わなくてはならない。われわれは、白内障手術やIOL縫着術を行う際に、切開を小さくすることで、患者の早期社会復帰や術後に生じる惹起乱視などを軽減し、縫着術後の視機能をできる限り確保して、QOVを高めるための研究を行ってきた。

現在、極度のチン小帯の脆弱であれば、細隙灯顕微鏡検査で水晶体の動揺や偏位を直接確認することが可能である。しかし、軽度の場合は、手術を開始して水晶体の挙動を観察

して初めてチン小帯脆弱を確認できるのが現状である。もし、事前に細隙灯検査で検出できないチン小帯脆弱を、客観的に定量することができれば、初回の白内障手術時の手技・準備に反映ができるため、非常に有用である。

### 2. 研究の目的

白内障は加齢と共に罹患率が大きく上昇する、ほぼ全ての高齢者が罹患する病気である。近年、手術は非常に安全性が高くなってきたが、時に重篤な合併症が発生して、患者のQOV(Quality of Vision)を大きく損なう。代表的な合併症の一つにチン小帯断裂があり、人工レンズ挿入が不可能になる。極度のチン小帯の脆弱性は一般診療の範囲で観察できることもあるが、手術を開始して初めてその存在が明らかになる場合も多く、術中に術式の変更を迫られることがある。しかし現在、術前にチン小帯脆弱を他覚的定量的評価する方法は存在していない。そこで、画像解析を用いてチン小帯脆弱の有無およびその程度を定量化し検出する新たな非侵襲的検査法の確立を目的として本研究を計画する。

### 3. 研究の方法

ビームスプリッター付きの細隙灯顕微鏡のCマウントに1000fps以上で撮影できる高速度カメラ(MEMRECAM GX-5F HR-cam, nac image technology®)を接続する。白内障患者に眼球運動を指示して、その際の虹彩と水晶体を撮影する。虹彩と水晶体の2次元画像における重心をそれぞれ画像処理で求める。重心の移動が虹彩と水晶体で異なる時系列変化が存在するか確認して、チン小帯脆弱の有無を推定する。チン小帯脆弱が疑われるときは、フーリエ変換により虹彩及び水晶体重心移動の特定周波数成分、位相成分を計算して、どの部位のチン小帯脆弱性が考えられるかを定量化する。

正面から眼球を観察すると、虹彩と水晶体を画像として明瞭にとらえることが可能である。

虹彩は表面上にひだがあり、虹彩紋理というパターンを形成しているため、画像的な同定は容易である。水晶体は通常は透明、つまり可視光の透過率が非常に高いため、計測するのは困難である。しかし、白内障に罹患すると混濁を生じるため、その画像的なパターンから水晶体の同定は容易になる。

本研究の最初のステップとして重要なのは、

1) 何 fps の撮影であれば、チン小帯脆弱による水晶体動揺が捉えることができるか、そして、2) 信頼度の高い解析を行うことができるか、この2点を同定することである。

計測ではまず、白内障を持つボランティアに、上方/下方/左方/右方の限界まで眼球を向ける様に指示をする次に高速度カメラおよび細隙灯からの光源を設置している正面に、できるだけ速く戻す様に指示する。被験者は、ある程度角度をつけた固視状態から、正面視に戻す行為を行うだけであるため、日常生活で行なっている眼球運動と大きく変わらず、この撮影は完全に非侵襲であると言える。正面視に戻ってくる寸前から眼球運動を計測して、その際の虹彩および水晶体を 2 次元画像上で画像的に検出する。検出された虹彩・水晶体の重心を各フレーム毎に決定する。得られた虹彩および水晶体の重心の経時的変化から、虹彩と水晶体の移動速度を求めることができる。上下左右視からの眼球運動の4条件に対して、虹彩と水晶体の移動速度をフーリエ変換して、その特定周波数成分、方向成分からチン小帯脆弱の程度を定量化する方法を構築する。この際、フレーム数を減少させて、何 fps であれば信頼度の高い定量が可能かを検討する。フレーム数を減少させても信頼度の高い定量が可能であれば、高性能の高速度カメラは不要となる。よって、安価な機器による撮影で費用を大幅に減少することが可能となり、多くの施設で容易に定量が可能になる。対象被験者としては、特にチン小帯脆弱が多く認められる落屑症候群<sup>3)</sup>の患者

と、その対照群として明らかな眼疾患を認めない白内障患者の2群、各20名を被験者として想定している。

#### 4. 研究成果

チン小帯脆弱を客観的に定量化するために、ビームスプリッター付きの細隙灯顕微鏡の C マウントに 1000fps 以上で撮影できる高速度カメラ MEMRECAM Q1m 白黒を接続し、白内障患者および白内障術後患者に眼球運動を指示して、その際の虹彩と水晶体および眼内レンズの挙動を撮影した映像の解析を行った。虹彩と水晶体および眼内レンズが異なる挙動が撮影でき、この虹彩と水晶体および眼内レンズの2次元画像における重心をそれぞれ画像処理で求めようと試みた。その映像にノイズが含まれていたため、ノイズの処理をし、重心の挙動の違いを解析しようとしたが、ノイズなどの影響で解析に至っていない。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小川 智一郎 (Ogawa, Tomoichiro)  
東京慈恵会医科大学・医学部・講師  
研究者番号：30385306

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：

(4) 研究協力者

常岡 寛 (Tsuneoka, Hiroshi)  
柴 琢也 (Shiba, Takuya)  
堀口 浩史 (Horiguchi, Hiroshi)