

第63回日本白内障学会総会

The 63rd Annual Meetings of the Japanese Society for Cataract Research

第50回水晶体研究会

講演抄録集 後援/日本白内障学会

The 50th Annual Meetings of the Japanese Society for Crystallin lens Research

第63回日本白内障学会総会 会長: 小早川信一郎 (日本医科大学武蔵小杉病院)

第50回水晶体研究会 会長: 岡 美佳子 (横浜薬科大学)

会期

2024年 8月23日(金)・24日(土)

会場

日本医科大学武蔵小杉病院 5階大講堂

水晶体
lens
lentille
linse
lente

...

水晶体を語ろう

© 2022 American Academy of Ophthalmology

第63回日本白内障学会・第50回水晶体研究会運営委員会

日本医科大学武蔵小杉病院

〒211-8533 神奈川県川崎市中原区小杉町1-383

【連絡先】 代表 044-733-5181

特別講演

8月24日（土）

座長

小早川 信一郎（日本医科大学武蔵小杉病院）

白内障研究の魅力-Attraction of Cataract Research-

松島 博之（獨協医科大学）

特別講演

白内障研究の魅力-Attraction of Cataract Research-

松島 博之

獨協医科大学



経歴 1991 年 獨協医科大学医学部卒業
1991 年 獨協医科大学眼科学教室
1993 年 熊谷総合病院
1995 年 Biological Structure, University of Washington
1997 年 獨協医科大学眼科学教室助手
2003 年 獨協医科大学眼科学教室講師
2006 年 獨協医科大学眼科学教室准教授

水晶体は生体のダイヤモンドと呼ばれるように、その透明な美しさは魅力と謎で満たされている。老化や外的ストレスによりその透明性が失われることも儚い魅力なのかも知れない。私は幸運にも留学の機会を得て、初めての研究は水晶体蛋白質、特に細胞骨格蛋白質の解析が中心であった。研究を進めることで、細胞骨格蛋白質の構造変化も水晶体混濁に深く関与していることに惹きつけられた。

留学から帰国し臨床研究を開始すると、白内障手術、眼内レンズ、術後成績、術後合併症に興味を持った。年間 190 万件以上も行われ、良好な術後成績が当たり前と思われる白内障治療の障害となる様々な要因に対峙し、解決方法をみつけ患者さんの視機能向上に携わることも魅力的な研究分野であると感じている。

25 年以上に渡るこの分野での研究を通し、いくつか重要なことを学んだ。研究は流行に流されるのではなく、地道に継続することが肝心であるということだ。迷う時は止まらず、進んだ方が良い結果が得られると思う。新しい発見はそういった地道な努力の積み重ねから生まれる。本講演は、これまでの経験から得た成果を開示し、若手研究者の糧になるような内容にしたい。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

8月23日（金）

水晶体の等価線量限度って何？

放射線被曝についてのトピックスなど

蜂須賀 暁子（国立医薬品食品衛生研究所）

座長

岡 美佳子（横浜薬科大学）

■ 座長の言葉

今回の教育講演でご講演いただくのは国立医薬品食品衛生研究所の蜂須賀暁子先生です。教育講演ということなので、普段白内障学会、水晶体研究会で触れることのできない分野の先生をお招きして、勉強させていただきたいと思い蜂須賀瀬先生に講演をお願いしたところご快諾いただきました。

蜂須賀先生は、福島第一原発の事故に起因する食品中の放射性物質に関するご研究や、治療用放射性医薬品の品質・安全性評価に関するご研究など放射線に関して幅広い研究を第一線で行なっていらっしゃいます。

水晶体は放射線感受性が最も高い臓器であり、短期間に大量の放射線被ばくを受けた場合に白内障の発症リスクがあがることが知られています。また少ない放射線を長期間慢性的に浴びた場合も、水晶体への影響は同様であることが懸念されています。2011年に起こった福島第一原発の事故対応にあたった作業従事者に対しては、日本白内障学会が中心となって調査が進められているところでもあります。

今回のご講演では水晶体と放射線に限局せず、放射線についての基礎的な事から臨床での診断、医療そして医薬品への応用まで多角的にお話いただく予定です。

我々が普段持たない観点からの放射線についてご講演いただくことで水晶体、白内障研究に新しい視点が生まれ我々の研究の幅が広がることを願っております。

教育講演

水晶体の等価線量限度って何？ 放射線被曝についてのトピックスなど

蜂須賀 暁子

国立医薬品食品衛生研究所



経歴 昭和59年3月 千葉大学薬学部卒
昭和61年3月 千葉大学薬学研究科博士前期課程修了（薬品分析化学専攻）
昭和61年4月 国立衛生試験所（現国立医薬品食品衛生研究所）入所
薬品部、生化学部等を経て現在は有機化学部に所属
平成13年より令和4年まで、研究所の選任放射線取扱主任者
平成23年より、福島原子力発電所事故後の、食品中放射性物質の検査法、被曝低減などの業務に従事
平成23年より、放射性医薬品基準改正等、放射性医薬品に関する業務に従事し、現在に至る。

国際放射線防護委員会（ICRP）の2011年の「組織反応に関する声明」において、眼の水晶体の吸収線量のしきい値が0.5 Gyと一桁低くなったことを受け、我が国でも2021年に眼の水晶体の等価線量限度が1年間150 mSvから50 mSvに引き下げられ、新たに5年間で100 mSvの規格も設けられた。講演ではこの経緯について、放射線の基礎やICRPが提唱する放射線防護の3原則（行為の正当化、防護の最適化、個人の線量限度）も含めて解説する。

また、放射線についての話題として、食品中の放射性物質と医薬品利用について紹介する。食品中放射性物質は、福島第一原子力発電所事故直後の2011年3月に放射性セシウムとして一般食品では500 Bq/kgの暫定規制値、翌年4月からは一般食品では100 Bq/kg基準値が設けられたが、その経緯や、食品検査結果、及び食品からの推定被曝線量について、人工だけでなく天然放射線も含めて紹介する。もう一つの話題として、放射線の特性を利用した放射性医薬品を取り上げる。従来は放射線の透過性を利用した診断薬が主流であったが、近年ではその細胞毒性を利用した悪性腫瘍治療薬の開発が活発化しており、診断と治療が融合したセラノスティクスとして注目されている領域を紹介する。

放射線は大量に浴びれば致死であるものの、自然界には普遍的に存在し、私達自身も放射線を放出している。そして、放射線は有害であるだけでなく、人間にとって有益な道具にもなり得る。このような事情から、実は放射線分野はリスク管理の先駆者である。本講演が、俯瞰的な視点に基づくリスク管理の再認識に役立てば幸いである。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

酸化、糖化の抑制による白内障予防に関する研究

石田 秀俊

金沢医科大学



経歴 2016 年 4 月 金沢医科大学眼科学講座 医員
2018 年 4 月 金沢医科大学眼科学講座 助教
2020 年 10 月 釜石のぞみ病院眼科
2021 年 3 月 金沢医科大学大学院 卒業
2021 年 10 月 真生会富山病院 アイセンター
2024 年 1 月 金沢医科大学眼科学講座 学内講師(現在に至る)

加齢白内障の機序には様々あるが、その詳細は未だに明らかになっていない。紫外線、喫煙、薬物等により生じる酸化ストレス・糖化ストレスなどが原因としては重要と言われており、それらによって起こる翻訳後修飾により水晶体タンパクであるクリスタリンの凝集および不溶化、細胞の DNA 損傷、細胞死が生じ、加齢白内障の発症につながると考えられている。よって、われわれは、水晶体における過剰な酸化ストレス・糖化ストレスを抑制する薬物、化合物を探索する研究を行ってきた。

まず、遺伝性白内障ラットである Shumiya Cataract Rat(SCR)を白内障のモデル動物として使用し、抗糖化作用のあるヒシと抗酸化作用のあるルテインを含有するサプリメントを投与することで白内障の予防効果を報告(Biomed Res Int, 2020)した。週齢の早い時期でのヒシ・ルテインサプリメントの投与が SCR 白内障を抑制した。また、水晶体内で糖酸化マーカーであるカルボキシメチルリジンの発現が抑制されており、ヒシ・ルテインが酸化と糖化を同時に抑制することを示した。さらに in vivo で、ヒシ・ルテインサプリメントを投与した水晶体の上皮細胞(LEC)においては、水晶体内の主要な抗酸化酵素タンパクである Peroxiredoxin6 や Catalase の mRNA 発現が上昇されており、ヒシ・ルテインは直接的な酸化ストレス抑制効果だけではなく、間接的に内因性の抗酸化能上昇に寄与していることが明らかになった。次に、これまで SCR の水晶体混濁の発症に関する分子イベントや遺伝子発現の変化については、ほとんど理解されていなかったため、SCR 水晶体上皮細胞のマイクロアレイ解析を行い、その分子機構の一部を解明した (Biomed Res Int, 2020)

現在は、抗酸化作用、蛋白のジスルフィド結合の離開作用などをもつ N-acetylcysteine(NAC)に注目して局所点眼による白内障予防に関する研究も進めている。これらの研究により、加齢白内障の分子メカニズムの解明、白内障発症予防に関する創薬研究への応用を目指している。

【利益相反公表基準】 無
【倫理審査】 有

水晶体研究会シンポジウム

8月23日（金）

水晶体の創薬を語ろう

座長

岡 美佳子（横浜薬科大学）

山本 直樹（藤田医科大学）

■ 座長の言葉

日本における白内障は、早期発見による点眼治療を行うことで進行を遅らせ、さらに根本的な治療法であり安全な術式として確立された白内障手術にバイオマテリアルのIOLを使用することで、術後の患者 QOV の向上に貢献している。他方、世界に視野を広げると容易に白内障手術を受けることが困難な地域もあり、その結果として白内障は未だ失明原因の約半数を占めている。現在市販されている抗白内障薬は、水晶体混濁の進行を遅延させることを目的としており、水晶体の混濁を改善する抗白内障薬の開発が長年期待されている。さらに点眼液が角膜を透過して房水（水晶体）に移行する量は、薬物主剤や添加物によって異なるが点眼時の1/1,000～1/10,000程度しか送達されないことから、主剤の粒径や添加物についてもさまざまな研究が行われている。本シンポジウムでは、「水晶体の創薬を語ろう」と題して、4名の先生方にご講演をお願いした。まず、近畿大学の長井紀章先生には、新たな抗白内障薬の候補薬剤と製剤工夫による薬物送達システムについてご講演いただく。次に、帝京大学の宮田佳樹先生には、環境温度を含む外因に対する水晶体の環境ストレス応答機構を概説していただき、環境ストレス応答機構の観点からみた創薬標的についてご講演いただく。さらに東京都立大学の三好洋美先生には、イメージングベースの培養評価系を活用した細胞運動制御機構についてご紹介いただき、白内障術後に発生する細胞を起点とした後囊混濁（PCO）に対するイメージングベースの培養評価系における光ばく露のリスクレベル、化合物スクリーニング、毒性試験、薬剤作用機序の検証に関する創薬展開についてご講演いただく。最後に福井大学の沖昌也先生には、DNA 配列非依存のエピジェネティックな発現制御の変化が白内障発症に関与するという観点から、ラットガラクトース ex vivo モデルを用いた治療効果の見られた化合物の選出、その化合物を用いたICR白内障モデルラットを用いた点眼実験の結果をご紹介いただき、さらにラットおよびヒトサンプルを用いたマイクロアレイ解析結果から、白内障発症に関与する共通のメカニズムについてご講演いただく。新たな抗白内障薬の候補、細胞評価系や遺伝子解析の観点からの創薬ターゲットニングについて、皆様と活発なディスカッションができることを期待している。

演題 LE-1

点眼製剤研究からみた白内障治療薬実現の可能性

長井 紀章

近畿大学薬学部



経歴 2005 年 近畿大学薬学部 助手
 2009 年 博士（薬学）（岐阜薬科大学）
 2010 年 近畿大学薬学部 助教
 2013 年 近畿大学薬学部 講師
 2017 年 近畿大学薬学部 准教授
 2023 年 近畿大学薬学部 教授 現在に至る

点眼剤は安全性や利便性の面から広く受け入れられている剤形であり、眼疾患治療においての第一選択とされる。これら点眼による水晶体混濁遅延または再透明化のためには、主薬となる薬物の選択がキーとなる。一方で、点眼剤は主成分となる薬物（主薬）のみでは製剤として成り立たず、これに製剤設計上必要な薬物（添加物）が加えられ初めて製剤となる。一般的な添加物の種類としては保存剤、等張化剤、緩衝剤、また必要であれば、可溶化剤、安定化剤、粘稠化剤などが含まれる。本添加物は差し心地だけでなく、薬物の眼内移行に関与していることから、抗白内障治療を目的とした点眼剤開発にも当然密接に関わっている。この様に、白内障治療薬の実現のためには、“有効な主薬の発見”と“水晶体へ十分量の薬物送達可能な処方設計”が重要である。しかしながら、現在市販されている抗白内障薬は、「水晶体混濁の進行」を遅延させることを目的とした作用機序のもののみであり、「水晶体再透明化」を標的とした“主薬”は存在しないのが現状である。また、点眼により水晶体へ薬物を到達させるためには、①涙液による希釈、②バリアの機能を果たす角膜の透過、③流動性を有する房水での滞留、そして④水晶体内への薬物供給といった複数の過程を達成しなくてはならない。この様に水晶体は点眼による薬物送達が難しい組織である。本講演では、「水晶体再透明化」が期待されるステロール化合物が抗白内障薬としての“主薬”になりうるのかを議論するとともに、水晶体を始めとする眼組織へ薬物を送達するための製剤工夫について、我々の研究成果をふまえて紹介する。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

演題 LE-2 水晶体の環境ストレス応答機構と創薬応用の可能性

宮田 佳樹

帝京大学薬学部 薬物治療学研究室



経歴 2006 年 東京薬科大学大学院 博士後期課程修了（薬学博士）
 2006 年 帝京大学 薬学部 助手
 2007 年 帝京大学 薬学部 助教
 2013 年 帝京大学 薬学部 講師
 2018 年 帝京大学 薬学部 准教授 現在にいたる

水晶体は無血管組織であり、グルコースなどの栄養と酸素は、水晶体と虹彩との間を満たす房水から補給される。水晶体上皮は活発なエネルギー代謝を営み、その主要なエネルギー代謝は酸素を必要としない嫌氣的解糖系が基本である上に水晶体には抗酸化物質であるグルタチオンやアスコルビン酸などが高濃度で保持される優れた抗酸化機構が備わっている。

白内障は紫外線や空気汚染などの環境リスクと密接に関連している。白内障と関連する外的環境因子として近年では環境温度が指摘され、疫学調査研究では、核白内障の有病率は熱帯および亜熱帯地域の居住者で高いことが報告されている。これには、環境温度の上昇による水晶体の抗酸化機構への影響などが関与する可能性が考えられるが、環境温度を含む環境因子によるその詳細な白内障発症メカニズムは不明である。様々な外的環境因子によって引き起こされる水晶体温度や酸素環境の変化に対する水晶体の環境ストレス応答機構の解明は、新たな創薬標的の同定につながる可能性がある。本講演では、環境温度を含む環境因子に対する水晶体の環境ストレス応答機構を概説し、創薬応用の可能性を検証したい。

【利益相反公表基準】	無
【倫理審査】	有

演題 LE-3 水晶体上皮細胞の運動特性に着目する培養評価系の創薬応用の可能性

三好 洋美

東京都立大学



経歴 2006年 東京工業大学大学院生命理工学研究科博士後期課程修了 博士（工学）
2006年 新エネルギー・産業技術開発機構 NEDO フェロー
2007年 理化学研究所研究員
2016年 理化学研究所上級研究員
2017年 首都大学東京システムデザイン学部准教授
2020年 東京都立大学システムデザイン学部准教授
2024年～ 東京都立大学システムデザイン学部教授
2015年～ Series Editor, Springer Book Series: Frontiers of Biomechanics
(兼任)

細胞の移動運動は基本的な生命現象の一つとして、胚発生、免疫応用、創傷治癒などの生理機能の他、がん転移の病態の進展にも関与する。そのため外的因子による細胞運動の制御機構を理解することは疾患の治療戦略を考える上で不可欠な要素である。わたしたちは、イメージングベースの培養評価系を活用し、外的因子、特に物理的・機械的因子による細胞運動制御機構の理解を進めてきた。

水晶体関連で細胞運動に関わる代表的病態としては、後囊混濁（PCO）が挙げられるだろう。PCO 進展プロセスの一つとして、白内障手術後に囊内に残存した水晶体上皮細胞（LEC）が増殖し、囊 - 眼内レンズ（IOL）間の間隙に侵入（浸潤）し、遊走して広がるなどが知られる。これらのうち、浸潤と遊走に対する外的因子の作用は、培養面に施した微細間隙に対する LEC の浸潤性、及び、線状の疑似創傷を形成した単層培養細胞集団の遊走性を指標とすることで、ハイスループットに評価することができる。この評価系を用い、水晶体の光暴露による PCO のリスクレベルの亢進、抑制について波長-放射照度との関係で評価した。細胞の運動特性を正確かつ迅速に把握、識別することができる培養評価系は、光暴露のリスクレベルのみならず、化合物スクリーニング、毒性試験、薬剤の作用機序の検証にも有用であることが期待される。

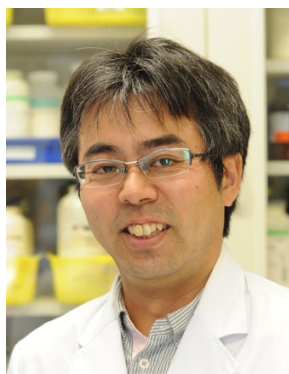
本講演では細胞の運動特性に着目する培養評価系を用いて得た知見について紹介するとともに、イメージングベースの培養評価系の創薬への展開可能性についても議論したい。

【利益相反公表基準】	有
【倫理審査】	無

演題 LE-4 エピジェネティックな発現を制御することによる白内障治療薬の開発は可能なのか？

沖 昌也

福井大学



経歴 1999 年 3 月 九州大学大学院医学系研究科 博士後期課程修了
 1999 年 4 月 日本学術振興会特別研究員(PD) 九州大学
 2001 年 4 月 米国立衛生研究所 (NIH) 研究員
 2005 年 7 月 長崎大学医学部 助手
 2006 年 7 月 理化学研究所 神戸研究所 研究員
 2007 年 4 月 福井大学大学院工学研究科 准教授
 2009 年 10 月 JST さきがけ研究員兼任 (2012 年 3 月終了)
 2018 年 1 月 福井大学大学院工学研究科 教授
 2018 年 4 月 福井大学ライフサイエンスイノベーションセンター 副センター長兼任
 2023 年 10 月 日本学術会議連携会員兼任

DNA はヒストンに巻き付いてクロマチン構造を形成し核内に収納されている。クロマチン構造は均一ではなく凝集したヘテロクロマチンと緩んだ状態のユークロマチン構造があり、エピジェネティックな発現制御は DNA 配列には依存せず、このクロマチン構造の変化によって起こる。同じ臓器にも関わらず進行度に左右差が見られることのある白内障は、DNA 配列非依存のエピジェネティックな発現制御の変化が発症に関与することが想定された。そこで、我々はラットガラクトース *ex vivo* モデルを用い、治療効果の見られる化合物を見出すためのスクリーニングを行った。その結果、エピジェネティックな発現を制御するヒストン修飾酵素阻害剤に 1 度形成した混濁を減少させる効果があることを見出した。次に、白内障の動物モデルである ICR ラットを用い、*ex vivo* モデルを使って見出した化合物を用い点眼実験を行なった。その結果、明らかな進行抑制、僅かな混濁減少が確認された。

ラットガラクトース *ex vivo* モデルと ICR ラットを用いた解析からエピジェネティックな発現制御の関与が強く示唆されたため、次に白内障の発症メカニズムの解明を目指し研究を行った。エピジェネティックな発現制御が関与する場合、最終的にはクロマチン構造の変化により遺伝子の発現状態が変化するため、ラットガラクトース *ex vivo* モデル、ICR ラット、ヒト患者サンプルを用い、全遺伝子の発現変動状態が分かるマイクロアレイ解析を行った。その結果、全てにおいて共通のメカニズムが白内障の発症に関与していることが明らかとなった。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

白内障学会シンポジウム

8月24日（土）

水晶体の臨床を語ろう

座長

小早川 信一郎（日本医科大学武蔵小杉病院 眼科）

久保 江理（金沢医科大学眼科学教室）

■ 座長の言葉

本学会のテーマは水晶体を語ろう、です。各種クリスタリン研究に邁進する研究者、光学組織、水晶体を生体内凸レンズとしてその光学性能を追求する研究者、人体の一臓器として治療する視点の研究者、など水晶体をさまざまな視点から調べ尽くしている研究者が一同に集い語り合うのが本総会の主旨であります。さて、時代と共に我々を取り巻く環境は変化しています。検査機器や疾患概念、治療法は日々アップデートされ、かつての禁忌は推奨項目に変化致しました。本総会に集う研究者も同様にアップデートが必要ではないでしょうか。

本セッションでは、臨床面から見た水晶体研究のアップデートを語り合うことにしました。小児白内障を根岸貴志先生に、超高齢者の白内障事情を高山明子先生に、水晶体の光透過性について鳥居秀成先生に、白内障術前後の明視距離及び視環境について渋谷恵里先生にご解説頂きます。日常とは違った視点からもう一度水晶体を観察して理解を深めたいと思います。

演題 CA-1

小児白内障と視機能

根岸 貴志

順天堂大学眼科学教室



経歴

2001 年 信州大学医学部医学科卒業
 2001 年 順天堂大学医学部眼科
 2005 年 埼玉県立小児医療センター眼科
 2008 年 浜松医科大学眼科学教室
 2011 年 米国 Indiana 大学・英国・シンガポール臨床留学
 2011 年 10 月 順天堂大学医学部眼科学講座 助教
 2015 年 3 月～ 順天堂大学医学部眼科学講座 准教授～現職
 2016 年 6 月～日本弱視斜視学会 理事 ～現職
 2023 年 4 月～日本小児眼科学会 理事 ～現職

小児期の白内障は、視力発達の臨界期に視覚入力を遮断するため、重度の弱視や斜視などの合併症を引き起こしやすい。新生児期には小児科医を中心としたスクリーニングにより発見されることが多く、迅速な手術介入に繋げることが不可欠である。

手術時期については、両眼性より片眼性の方がより早期に手術介入が必要とされる。術式の選択については、考慮すべき問題点が3つある。すなわち、眼内レンズを挿入するか、その場合術後の目標屈折値をどこに置くか、また後嚢を維持するかという点である。眼内レンズ挿入による合併症はいくつか報告があるが、近年では術式の洗練に伴ってコントロールが可能になってきている。成長により近視化する眼軸長を考慮して、遠視側に目標屈折値を設定する場合、術後の矯正は近視側に置く必要があり、強度遠視眼鏡が必要となる。3歳以降では据置型 YAG LASER で後嚢切開が可能であるが、それ以前では早期に後嚢混濁を来すことを考慮して後嚢切開を行う必要がある。

白内障手術後も、弱視や斜視などの合併症が残存する可能性がある。また、小児白内障術後の緑内障はよく知られた合併症であり、長期的な経過観察と視機能管理が必須である。定期的な視力検査と眼位検査を行い、弱視が疑われる場合には、健眼遮閉などを検討する。斜視が残存すれば、プリズム眼鏡や手術による矯正を検討する。

小児白内障では早期発見と長期的な視機能管理が不可欠である。

【利益相反公表基準】

無

【倫理審査】

無

演題 CA-2

超高齢社会における白内障手術の現状と展望

高山 朋子

獨協医科大学病院



経歴 2017年3月 獨協医科大学 卒業
2019年4月 獨協医科大学病院 眼科学教室 入局
2021年4月 石橋総合病院 勤務
2023年4月 獨協医科大学病院 助教

超高齢社会とは、65歳以上の高齢者人口が全体の21%以上を占める社会のことであり、日本は2007年に突入した。2025年には高齢者人口は3653万人（総人口の29.6%）となり、2040年には3929万人（34.8%）と予測されている。2022年の平均寿命は、男性81.05年、女性87.09年でありここ2年間では減少しているが、男女合わせての平均寿命は世界一位である。平均寿命の延伸に伴い、白内障手術症例は増加傾向にあり、2020年には年間150万件以上の手術が行われている。したがって、白内障は超高齢社会に生きる私たちにとって避けられない疾患であり、眼科領域においても、治療の重要性が高まることが考えられる。

現在行われている白内障手術は、安全で短時間な手術であると一般的に認識されており、その術後成績への期待も大きい。また、多焦点眼内レンズや乱視矯正眼内レンズなどの発展により、術後の質の高い視機能回復が期待できるようになっている。しかし、患者の白内障の状態、年齢や既往歴によって、術中術後の合併症や、術後成績は異なってくる。我々の研究で、90歳以上の超高齢者では術前・術後視力はともに低い傾向にあり、手術による角膜内皮細胞減少率は高い傾向にあることがわかっている。また、患者背景として術前リスク（散瞳不良、浅前房、核硬度が高いなど）が多いことが、超高齢者の白内障手術に難症例が多い原因であることを報告した。

今後の展望として、さらなる手術の低侵襲化や安全性の向上が求められる。また、我々は超高齢者の認知機能についても着目している。過去の報告では、白内障手術により認知機能が改善すると報告されており、術後の「見える」ことが、認知機能を改善させる可能性がある。一方で入院や手術に関する心因によるせん妄も問題視されている。

本講演では自験例や過去の報告も踏まえて、超高齢社会における白内障手術の注意点や術後成績、さらに術後の認知機能への影響について検討したい。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

演題 CA-3

水晶体の光の透過を考える

鳥居 秀成

慶應義塾大学医学部眼科学教室



経歴 2004 年 慶應義塾大学医学部卒業、横浜市立市民病院臨床研修医
2006 年 慶應義塾大学医学部眼科学教室入局
2007 年 けいゆう病院眼科
2009 年 慶應義塾大学病院眼科学教室 助教
2014 年 学位（医学博士）取得
2020 年 同教室 専任講師
2021 年 北海道大学医学部非常勤講師（兼任）

近年世界的に近視人口が増加し、我々は東京においても学童の近視有病率が高いことを報告（Yotsukura, Torii et al. JAMA Ophthalmology. 2019, Maruyama, Yotsukura, Torii et al. J Clin Med. 2022）してきた。一方、屋外活動が近視進行を抑制することはコンセンサスが得られ、近年は屋外の光環境に注目が集まっており、以前から言われてきた照度だけではなく、動物種によって違いはあるものの光の波長ごとに異なる作用がある可能性が報告されており、短波長側の光は近視進行を抑制する方向に作用することが報告（Thakur et al. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2021）されている。

可視光線の短波長側のバイオレットライト（波長 360～400 nm）は、2017 年に我々がバイオレットライトが近視進行抑制に関係する可能性を報告（Torii et al. EBioMedicine, 2017, Torii et al. Sci Rep, 2017）して以来、臨床研究と並行してそのメカニズムを追求する研究も行われてきた。その結果、バイオレットライトによる近視進行抑制のメカニズムは、網膜神経節細胞に発現する非視覚光受容体 Opn5（380 nm を最大吸収波長）を介することが、Opn5 遺伝子を欠損させた遺伝子改変動物（OPN5 ノックアウトマウス）を用いた研究により、明らかになった（Jiang et al. Proc Natl Acad Sci USA, 2021）。

また、バイオレットライトの臨床的な効果は症例報告（Ofuji, Torii et al. Am J Ophthalmol Case Rep 2020）だけでなく、バイオレットライト透過眼鏡の 2 年間の前向きランダム化比較試験（特定臨床研究）の結果（Mori, Torii et al. J Clin Med, 2021）や、バイオレットライト照射眼鏡の探索治験の結果も報告（Torii et al. J Clin Med, 2022）され、バイオレットライトの臨床的有用性がさらに報告されてきている。

そもそも太陽光に豊富に含まれるバイオレットライトが網膜神経節細胞に発現する非視覚光受容体 OPN5 に入力するには水晶体を透過することが必須であるため、本講演ではバイオレットライトの水晶体透過を中心に最新の研究内容をご紹介します。

【利益相反公表基準】

無

【倫理審査】

無

演題 CA-4

白内障術前後の明視距離および視環境（照度）

渋谷 恵理

金沢医科大学眼科学講座



経歴	2004 年	新潟医療技術専門学校 視能訓練士科 卒業
	2004 年	金沢医科大学 眼科学講座 入職
	2015 年	金沢医科大学病院 医療技術部 心身機能回復技術部門 主任
	2024 年	金沢医科大学病院 医療技術部 心身機能回復技術部門 副技師長

近年の白内障手術では単焦点眼内レンズに加え明視域拡大効果のある眼内レンズが増え、選択できる眼内レンズの種類が急増しているが、眼内レンズにより焦点距離やコントラスト感度、不快光視現象などに特徴があり、患者にとって最適な眼内レンズの選択がより複雑になってきている。眼内レンズの選択には術前の作業距離と合致する焦点距離をもつ眼内レンズモデルを選択することはもちろん、環境照度も重要である。老視矯正眼内レンズではコントラスト感度が低下するものがあり、特に高齢者では顕著に低下するため、環境照度に関する情報も考慮したうえで眼内レンズを選択できれば、高い術後満足度が得られる可能性が高い。

新しい装置のウェアラブルデバイス Vivior Monitor system(以下 Vivior)は患者の日常視生活に関する情報を収集でき、一日の中でどのくらいの時間、どの距離でも物を見ているか、照明状況はどのようなものか、どのような姿勢・頭位で見ているか、紫外線はどれくらい浴びているかを調査できる。当院では Vivior を用いて、白内障手術前患者の日常作業距離および照度を詳細に調査し、その結果を眼内レンズ選択の参考にしている。本講演では VIVIOR を活用した白内障手術前の明視距離・視環境（照度）の測定結果および眼内レンズ選択における VIVIOR の有用性について紹介する。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

8月24日(土)

水晶体の新しい知見を語ろう

座長

佐々木 洋(金沢医科大学)

長井 紀章(近畿大学薬学部)

■ 座長の言葉

白内障は80代までにはほぼ100%発症し、調節・屈折変化に加え水晶体混濁にともなう視機能低下を生じる。超高齢者社会を進む我が国において目の健康寿命を延ばすうえでこの白内障予防や治療は欠かせないものであり、その実現には基礎研究から得られた成果を中心に十分に理解し、その知見を臨床で活かすことが重要と考えられる。

白内障の手術治療は屈折・老視矯正眼内レンズの急速な進歩により患者の術後満足度は大きく向上しているが、一方で長期経過症例では眼内レンズ亜脱臼が増加しており、後発白内障の予防も達成できていない。また、白内障発症のメカニズム解明に関する基礎研究は多いが、未だ臨床で第一選択になるような点眼薬は登場していない。

このような背景から、本合同シンポジウムでは水晶体研究のエキスパートである5名の先生方にお願いし、水晶体の器質的、機能的な異常発生とそれに伴う眼機能の低下について詳しく解説いただく。はじめに、日本医科大学 有馬先生には水晶体の機能に関わるZinn小帯に関する知見として、前眼部炎症によるZinn小帯の構造変化などを紹介していただく。次いで林眼科病院 平田先生に水晶体嚢の形態変化と眼内レンズ脱臼のメカニズムについて解説いただく。さらに、慶應義塾大学 中澤先生に、水晶体の恒常性維持に重要なチャネルタンパク質と水晶体疾患への寄与についてご講演いただき、藤田医科大学 山本先生には、水晶体嚢の発生と病態との関係を多角的な視点から解説していただく。そして最後に、岩手医科大学 黒坂先生に水晶体上皮細胞の上皮間葉系移行における細胞内シグナル伝達機構について最新の知見をご紹介いただく。

臨床、基礎に携わる先生方に水晶体の特性と混濁の要因を語っていただくことで、水晶体の新しい知見について理解を深め、病態把握や治療方針を考えるうえで役立つ機会になれば幸いである。

演題 JO-1

Zinn 小帯に関する新しい知見

有馬 武志

日本医科大学付属病院



経歴 2011 年 日本医科大学医学部卒業
2018 年 日本医科大学大学院医学研究科博士課程修了
日本医科大学付属病院 眼科学教室 助教
2021 年 日本医科大学付属病院 眼科学教室 講師
2024 年 広尾ありま眼科 院長

白内障手術の際に Zinn 小帯の解剖学的特徴を理解することは重要である一方、Zinn 小帯に関する研究は、その組織の脆弱性により解明が難しかった。

近年の走査型電子顕微鏡の進歩により Zinn 小帯に関する基礎研究は急速に進んできており、本講演では Zinn 小帯に関する新しい知見に関してまとめていく。具体的には水晶体嚢、Zinn 小帯の解剖学的特徴（前部 Zinn 小帯、赤道部 Zinn 小帯、後部 Zinn 小帯、ウィーガー靱帯、ベルガー腔の詳細）を理解し、前眼部炎症による Zinn 小帯の構造変化を確認する。

また Zinn 小帯が脆弱になるメカニズムに関して、マクロファージの Zinn 小帯遊走の可能性に関して考察していく。さらに近年の研究で明らかになった Zinn 小帯水晶体嚢付着部に存在する Fibrillar girdle に関しても、Zinn 小帯脆弱への影響に関して考察する。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

白内障学会・水晶体研究会 合同シンポジウム 水晶体の新しい知見を語ろう

演題 JO-2 水晶体囊の形態変化から考える眼内レンズ脱臼のメカニズム

平田 憲

林眼科病院



経歴

1990 年	熊本大学医学部卒業、同大学医学部眼科入局
1992 年	熊本大学大学院医学研究科入学
1993-1995 年	カリフォルニア大学サンフランシスコ校 研究員
1997 年	熊本大学大学院医学研究科終了 医学博士
1997 年	同大学医学部眼科, 助手
2001 年	同大学医学部眼科, 講師
2006 年	佐賀大学医学部眼科, 准教授
2014 年-現在	研英会 林眼科病院
2014-2017 年	久留米大学医学部解剖学講座, 客員准教授
2018 年-現在	久留米大学医学部解剖学講座, 客員教授

白内障手術の進歩は、患者の QOL の向上をもたらしたが、難症例への手術適応の拡大、患者年齢の若年化、術後平均余命の長期化は、囊内固定眼内レンズ脱臼に代表される晩期合併症の増加も招いている。白内障手術後の水晶体囊-眼内レンズの長期安定性は、眼内レンズ周辺組織である Zinn 小帯-水晶体囊の構造維持に依存する。水晶体囊は水晶体上皮の基底膜であり、無数の層板が密着した構造をしており、この構造は成長とともに不明瞭になる。本講演では水晶体囊の加齢変化、囊内固定眼内レンズ脱臼例の水晶体囊の構造変化に関する知見を紹介する。

加齢に伴う水晶体囊の形態変化を明らかにするために、高齢患者群（80 歳以上）25 例と若年患者群（65 歳未満）25 例を対象に、CCC によって採取した前囊の切削面を、走査電顕による反射電子像で観察した。若年患者群では、80%で水晶体囊内部が均一であったが、20%で囊内に層状構造が認められた。高齢患者群では、20%のみが均一な内部構造で、80%で層状構造が認められた。加齢に伴う水晶体囊の層状構造の出現は水晶体囊の脆弱性を示唆していた。

脱臼した“in-the-bag IOLs”の水晶体囊を走査電顕にて表面観察を行った。対象は 19 眼（落屑症候群（XFS）7 眼、高度近視 3 眼、外傷の既往と硝子体手術の既往 各 2 眼、網膜色素変性症とぶどう膜炎 各 1 眼）で、XFS では、前囊収縮、囊径縮小、Zinn 小帯の断裂が認められた。残りの 12 眼では、囊の収縮はなく、囊の層状剥離が認められた。層状剥離部位では、Zinn 小帯が完全に消失していた。さらに別の 14 眼（XFS 5 眼、高度近視、外傷の既往、硝子体手術の既往 各 3 眼）を対象に、水晶体囊の断面を反射電子像で観察した。XFS では Zinn 小帯の断裂、高度近視では水晶体囊の層状分離、外傷の既往と硝子体手術の既往では zonular lamella の剥離が主たる所見であった。

水晶体囊は、加齢変化に加え、患者背景によりさらなる構造変化が加わる。眼内レンズ脱臼のメカニズムは多岐にわたり、個別の対応が望まれる。

【利益相反公表基準】 無

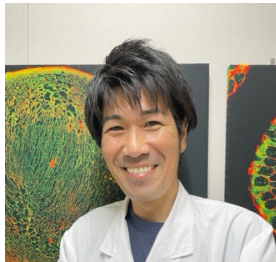
【倫理審査】 有

演題 JO-3

チャネルタンパク質と疾患

中澤 洋介

慶應義塾大学薬学部



経歴 2005 年 共立薬科大学大学院薬学研究科（現 慶應義塾大学大学院） 修了
2005 年 摂南大学薬学部 助手
2009 年 慶應義塾大学薬学部 助手
2012 年 慶應義塾大学薬学部 助教
2016 年 The University of Auckland, Visiting Researcher
2019 年 慶應義塾大学薬学部 専任講師 現在に至る
2020 年-2023 年 JSPS-RSNZ 二国間国際共同研究プロジェクト プロジェクトリーダー

水晶体は細胞外領域をほとんどなくすることで、光の散乱を防ぎ透明性を維持している。そのため細胞膜同士が密に接着する必要がある、特有の細胞膜プロファイルを持ち、さらにアクアポリン 0 (AQP0) などの組織特異的タンパク質多く存在する特徴を持つ。近年、我々はこの AQP0 や他の水チャネルである AQP5 が糖尿病性白内障の vacuole (液胞) 周辺に多く集積していることを見出した。糖尿病発症により浸透圧の上昇によって水の微小循環と静水圧制御の不全を起こしアクアポリンが集積し vacuole を形成することが推察された 1)。

正常時、水晶体の静水圧は、TRPV1 と TRPV4 に制御されていることが報告されており、我々は水晶体上皮細胞で強く発現することを報告している 2)。TRPV チャネルは圧力のほか、熱などで活性化する機械受容チャネルである。本学会会員の先生方にとって高温地域居住者では老視や核白内障発症年齢が早いことは広く知られていることではあるが、我々は高温環境が TRPV1 チャネルを活性化して核白内障や老視を誘導する可能性を明らかにした 3)。さらに TRPV1 は後発白内障に対して抑制的に働くことも明らかにした 4)。また、TRPV チャネルと同様に、機械受容チャネルとして Piezo1 が知られており、この Piezo1 を刺激するとこちらは水晶体硬化を誘導することも見出し老視発症に寄与する可能性が明らかにした 5)。本講演では、水晶体の新しい知見に関して、主にチャネルタンパク質の水晶体疾患への寄与について、我々のデータをもとに紹介したい。

1) Aihara K, Nakazawa Y, et al., Mol Med Morphol (2023)

2) Nakazawa Y, Donaldson P. et al., Exp Eye Res (2019)

3) Nakazawa Y, Kuno Y, et al., Mol Med Morphol (2024)

4) Sugiyama Y, Nakazawa Y, et al., Exp Eye Res (2021)

5) Doki Y, Nakazawa Y, et al., Exp Eye Res (2023)

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

演題 JO-4

水晶体嚢（カプセル）の発生と病態との関係

山本 直樹

藤田医科大学 研究推進本部 産官学連携推進センター／国際再生医療センター



経歴

1994 年 藤田保健衛生大学（現 藤田医科大学）卒業
1994 年 藤田保健衛生大学 総合医科学研究所（研究技術員）
2000 年 藤田保健衛生大学病院 救命救急センター
2002 年 博士（医学） 藤田保健衛生大学大学院
2004 年 同大学 共同利用研究施設（助手、講師、准教授）
2018 年 同大学再生医療支援推進施設（准教授）
2020 年 金沢医科大学 医学部 眼科学講座
2021 年 藤田医科大学 研究支援推進本部 バイオリソース室（特任教授）
2023 年 藤田医科大学大学院 保健学研究科（兼任教授・再生医療）
2024 年 藤田医科大学 研究推進本部 産官学連携推進センター／国際再生医療センター 特任教授

水晶体嚢（カプセル）は、type-4 collagen を多く含む生体内では最も厚い基底膜の 1 つといわれている。基底膜とは、上皮細胞や内皮細胞が他の組織との境界に構成される層状構造物であり、皮膚の表皮最深部と真皮との境界、腎糸球体、肺胞壁、血管内皮の周囲に存在する。カプセルは、水晶体の発生初期においてレンズプラコードが形成された時点で観察されており、ヒトの場合では水晶体の成熟後も生涯にわたり、特に前嚢側は合成・肥厚していく。

カプセルが主にコラーゲンから構成されていることは 1951 年に報告されているが、その詳細や病態についてはまだまだ不明な点が多いといえる。カプセルの病態として、遺伝性疾患であるアルポート症候群では、COL4A5 が原因遺伝子であることから、type-4 collagen の異常をみとめる。アルポート症候群では、カプセルが非常に脆弱であり、カプセルに対して縦方向に多数の亀裂がみられ、厚みも不均一である。また、さまざまな発症病因が報告されているアトピー性皮膚炎を合併して発症する白内障（アトピー白内障）のカプセルでは、縦方向のみならず層状の亀裂も観察されている。他方、カプセルが破れていない外傷後長期放置されていた症例では、水晶体上皮細胞（LEC）とカプセルの間にカプセルの構造とは異なる伸長した LEC と新たな膜様構造物が観察された。

一方、近年水晶体嚢内挿入された眼内レンズ（IOL）の脱臼症例が増加していることが報告されており、特にアトピー性皮膚炎を合併する IOL 脱臼症例においてカプセルが裂ける（splitting）ことが報告（Komatsu, Masuda et al. JCRS 2024）されており、これも IOL 脱臼の 1 要因になっていると推察される。

残念ながら水晶体再生研究において、厚みのあるカプセルを再生誘導できる条件は見い出されていない。水晶体・白内障領域における再生医療の未来的実装としては、十分確立されたバイオマテリアルである IOL および手術技法と、細胞を由来とするカプセルの再生やピント調整機能の改善といったハイブリッド形式ではないだろうか。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

白内障学会・水晶体研究会 合同シンポジウム 水晶体の新しい知見を語ろう

演題 JO-5 水晶体上皮細胞の上皮間葉系移行における細胞内シグナル伝達機構についての 1 考察

黒坂 大次郎

岩手医科大学眼科



経歴	昭和 62 年 5 月 1 日	慶應義塾大学眼科入局
	平成 4 年 1 月 1 日	慶應義塾大学助手
	平成 9 年 10 月 1 日	慶應義塾大学専任講師(医学部眼科学)
	平成 17 年 5 月 1 日	岩手医科大学医学部眼科学教授

前嚢下白内障や白内障術後の前嚢混濁では、水晶体上皮細胞が上皮間葉系移行 (EMT) を生じ、 α 平滑筋線維アクチン (α -SMA) を発現するとともに I 型コラーゲンを産生することで生じる。EMT は、TGF- β が主要な因子となって生じる。TGF- β の細胞内シグナル伝達機構としては、SMAD 系が有名であるが、これ以外にも様々な系が関与することが知られている。我々は、Rho/Rock/MRTF 系が関与することを報告してきた。Rock 阻害剤の投与で、TGF- β による水晶体上皮細胞での α -SMA や I 型コラーゲンの産生は抑制される。さらには、FGF-2 によってもこれらの発現は抑制されるが、これにも MRTF の系が関与することもわかってきた。さらに最近では、YAP/TAZ の系もこれに関与するデータが得られてきている。これらのデータを合わせて水晶体上皮細胞の EMT における細胞内シグナル伝達機構について考えてみたい。

【利益相反公表基準】	無
【倫理審査】	無

一般演題

8 月 23 日（金）

一般演題 1 「水晶体と細胞」 O1-1~7

一般演題 2 「水晶体と光学・他」 O2-1~5

一般演題 3 「白内障手術」 O3-1~5

一般演題 4 「眼内レンズ」 O4-1~6

8 月 24 日（土）

一般演題 5 「水晶体・生体計測」 O5-1~6

一般演題 6 「症例検討・他」 O1-1~5

一般講演 1 水晶体と細胞

O1-1

水晶体上皮細胞の老化におけるビタミン D 受容体の役割

○谷津 智史¹⁾, 小山 桃果¹⁾, 宮田 佳樹¹⁾

1) 帝京大学薬学部

【目的】これまでに加齢白内障の原因の一つとして水晶体上皮細胞の老化が報告されている。一般的に細胞が老化すると増殖能の低下および細胞周期の停止が認められ、その後、老化関連ベータガラクトシダーゼ (SA- β -GAL) の陽性化や老化関連分泌表現型 (SASP) と呼ばれる炎症性サイトカインなどの発現増加が引き起こされる。しかしながら、水晶体上皮細胞における老化およびその抑制機構については未解明な点が多い。近年、細胞の恒常性維持にビタミン D 受容体 (VDR) が重要であることが明らかにされている。一方で、VDR の水晶体上皮細胞における役割は不明である。そこで本研究では、水晶体上皮細胞の老化における VDR の役割を明らかにすることを目的とした。

【対象と方法】ヒト水晶体上皮細胞株 SRA01/04 細胞を播種し、翌日に VDR を標的とした siRNA を用いて VDR をノックダウンした。qPCR 法により SASP 因子である Monocyte chemotactic protein 1 (MCP1)、interleukin 1 beta (IL1B) の遺伝子発現を評価した。また SA- β -GAL 染色により細胞の老化を評価した。

【結果】siNegative control に比べて siVDR では SASP 因子である MCP1、IL1B の遺伝子発現が上昇していた。また、siVDR により SA- β -GAL の陽性化が認められた。

【考察】これらの結果から VDR は水晶体上皮細胞において細胞老化を抑制する因子であることが示唆された。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

O1-2

水晶体上皮細胞において、TRPV1 は Calpain-PTP を介して EMT を抑制する

○西澤 楓子¹⁾, 杉山 裕紀¹⁾, 河田 沙礼¹⁾, 長井 紀章²⁾, 山本 直樹³⁾, 多胡 めぐみ¹⁾, 中澤 洋介¹⁾

1) 慶應義塾大学薬学部衛生化学講座 2) 近畿大学薬学部製剤学研究室 3) 藤田医科大学研究推進本部産官学連携推進センター

【目的】TRPV1 チャネルは全身に広く発現しており、種々の外部刺激に反応し生体の恒常性を維持している。本講座ではこれまで、水晶体上皮細胞において TRPV1 チャネルの活性化が EGFR のリン酸化抑制を介して TGF β 2 誘導 EMT を抑制することを明らかにした。しかし、EGFR リン酸化抑制機構は解明されていない。そこで本研究では、TRPV1 チャネル活性化による EGFR の脱リン酸化機構を検討するため、ホスファターゼとその制御分子に着目し検証した。

【対象と方法】ヒト水晶体上皮細胞株 (iHLEC-NY2) を Capsaicin (TRPV1 agonist) で前処理し、TGF β 2 誘導 EMT を抑制した。TRPV1 活性化による EGFR リン酸化抑制に Calpain-PTP 経路が関与するか明らかにするため、PD150606 (Calpain inhibitor) および NaF (PTP inhibitor) を前処理し、経時的に細胞を回収した。回収後、mRNA 発現を RT-PCR 法で、タンパク質発現をイムノブロット法により検討した。

【結果】PD150606 の前処理は、Capsaicin の TGF β 2 誘導 EMT 抑制効果を減弱した。また iHLEC-NY2 に発現している Calpain サブタイプのうち、CalpainS1 を過剰発現させることで Capsaicin の効果が増強された。同様に、NaF の前処理は、Capsaicin の効果を減弱し、PTPN9 を過剰発現させることで EMT 抑制効果が増強された。

【結論】Capsaicin の EGFR リン酸化抑制機構には、Calpain、PTP が関与することが示唆された。またそれぞれのサブタイプのうち、CalpainS1、PTPN9 が EMT 抑制機構に大きく寄与することが示唆された。今後 CalpainS1、PTPN9 のダブル KD により Capsaicin の EMT 抑制効果が消失されるか解析し、後発白内障の新規標的タンパク質としての可能性を検討する。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

一般講演 1 水晶体と細胞

01-3

水晶体温度上昇による白内障進行要因の解明を目指して：ヒト由来細胞 iHLEC-NY2 のプロテオミクス解析

○門脇 玲太¹⁾、大竹 裕子¹⁾、山本 哲志¹⁾、山本 直樹²⁾、中澤 洋介³⁾、宮田 佳樹⁴⁾、多賀 淳¹⁾、佐々木 洋⁵⁾、長井 紀章¹⁾

1) 近畿大学薬学部、2) 藤田医科大学、3) 慶應大学薬学部、4) 帝京大学薬学部、5) 金沢医科大学眼科学講座

【目的】近年の疫学研究において、高温環境下では核白内障の有病率が高まることが示された。これら要因を明らかにすべく、本研究ではヒト水晶体上皮細胞株 iHLEC-NY2 を用いたプロテオーム解析を実施し、温度変化に伴うタンパク量の変動について検討した。

【対象と方法】培養温度条件はシミュレーション解析により算出した熱帯・亜熱帯地域下の水晶体温度変化に基づき、35.5℃と 37.0℃に設定した。タンパク質発現は LC-MS/MS によるショットガンプロテオミクスにより判定量解析し、各条件下でタンパク発現量が 2 以上の因子を差ありとした。

【結果】プロテオーム解析により 35.5℃、37.0℃培養群でのみ特異的に発現したタンパク質はそれぞれ 130 種、178 種であった。次に、両培養群で発現量に差が認められるタンパク質を求めたところ、37.0℃条件下で発現が低下したタンパク質は、組織の構成や細胞分裂に関わる要素であるアクチン、アクチン関連タンパク質 2、チューブリン様タンパク質 α -4B に加え、タンパクの合成・分解、細胞シグナル伝達や細胞周期の制御を担うユビキチン C 末端加水分解酵素 17 タンパク質 1、ユビキチン-リボソームタンパク質 eL40 融合タンパク質、リボソーム生合成タンパク質 BMS1 ホモログであった。

【結論】37.0℃条件下では 35.5℃条件下に比べ水晶体の構造維持及び細胞機能制御を担うタンパク質発現が低下していることを示した。37.0℃条件下では細胞増殖が促進するという以前の結果と本成果を加味すると、構造や恒常性維持機能が不十分な細胞の割合が増え、結果として水晶体恒常性の異常と透明度低下に繋がる可能性が示唆された。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

01-4

温度環境と培養水晶体上皮細胞の挙動

○綿引 聡¹⁾、向井 公一郎¹⁾、松島 博之¹⁾、永田 万由美¹⁾、妹尾 正¹⁾

1) 獨協医科大学眼科学教室

【目的】近年、環境温度が及ぼす水晶体への影響が注目されている。我々は培養水晶体上皮細胞 (LECs) の培養温度を高温にすることで LEC 中の熱感応蛋白質の上昇と、形態に不整が生じることを報告した。今回培養観察装置を用いて、温度の異なる環境下における LECs 挙動を経時的に観察解析した。

【方法】白色家兔 LECs (4~8 継代) を MEM 培地 (10%FBS) で細胞数約 5×10^4 個/ml となるよう培養用ディッシュに播種し、5 時間後にディッシュに LECs が静着したことを確認した。培養環境を通常群 (37℃) と高温 (40℃) 群の 2 群 (ともに CO₂/SUB>2</SUB>5%) に別け、培養中の各群の LECs を細胞観察装置 CytoSMART Lux2 (Axion Biosystems) で 48 時間タイムラプス撮影した。画像解析ソフト (StarStax^{OR}および SiriusComp64^{OR}) を使用して 1 時間毎の観察画像から任意の LECs をマーキングして合成することにより細胞の移動距離を計測し、移動速度を算出して比較検討を行った (細胞の速度 = 移動距離/時間)。

【結果】細胞観察装置により各群 48 時間までの細胞を経時的に観察することができた。通常培養群は平均移動距離 $760.7 \pm 18.9 \mu\text{m}$ で速度 $16.4 \mu\text{m/h}$ であった。一方高温群は平均移動距離 $615.1 \pm 7.7 \mu\text{m}$ で速度 $13.0 \mu\text{m/h}$ と低下していた。

【結論】LECs の培養温度を上昇させることで細胞の運動は低下した。環境温度の上昇は細胞運動の変化が水晶体混濁の発生に関与している可能性がある。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

一般講演 1 水晶体と細胞

O1-5

X線小角散乱法を用いた β B2-クリスタリン酸化モデルフォールディング経路の解析

○SUN JIAYUE¹⁾, 守島 健²⁾, 井上 倫太郎²⁾, 杉山 正明²⁾, 高田 匠²⁾

1)京都大学, 2) 京都大学複合原子力科学研究所

【目的】水晶体構成蛋白質、 β B2-クリスタリン（野生型）は結晶中で四量体構造を有するが、その溶液内構造、とくに濃度に応じた会合体数の変化機構は未知であり、これまで低濃度環境下「ドメインスワップ型」もしくは、よりコンパクトな「face-en-face」として存在する可能性が示されていた。本研究では、野生型に加え、二量体状態もしくは四量体状態を維持することができる β B2-クリスタリン酸化モデル変異体を作出し、各段階構造の詳細解明へと取り組んだ。

【方法】大腸菌を用いて作出したリコンビナントヒト β B2-クリスタリンの酸化モデル（トリプトファン残基：W をフェニルアラニン残基：F に置換したもの：W59F と W151F）を用いて、溶液中で β B2-クリスタリンの二量体と四量体の両方を作出した。これらを、各々分離精製し、野生型とともに超遠心分析（AUC 法）およびサイズ排除カラムへと連結した X 線小角散乱分析（SEC-SAXS 法）へと用い、二量体および四量体の構造を解析した。

【結果と考察】 β B2-クリスタリンの溶液内における四量体構造を解明した。また、二量体に関しては、やはり「face-en-face」型の二量体を形成していることが示された。以上の結果は、二量体から四量体へと変化する過程で、二量体が解離・再合体し、ややリラックスした "domain-swapped" 四量体を形成する過程があることを示した。また、迅速に四量体を經由して凝集する W59F は野生型の四量体と同じ形状を經由し凝集すること、二量体のみを形成する W151F に関しても、野生型のものと同じ二量体構造を有することが判明した。すなわち、今回着目した部位における酸化修飾に関しては、野生型類似のフォールディング経路を經由しつつも異常凝集を誘導し、白内障発症の原因となる可能性が示された。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

O1-6

正常水晶体に存在するペプチダーゼ

○小松 えれな¹⁾, 吉門 崇¹⁾, 飯田 理文¹⁾, 千葉 康司¹⁾, 岡 美佳子¹⁾

1) 横浜薬科大学

【目的】水晶体の恒常性維持には、タンパク質の合成と分解のバランスが保たれることが不可欠である。水晶体線維細胞にはリソソームは含まれないため、主なタンパク質分解の場はプロテアソームと推察される。プロテアソームはタンパク質を 3 から 30 アミノ酸のペプチドにまで分解し、その後ペプチダーゼがアミノ酸まで分解する。本研究ではラット水晶体を用いて水晶体に含まれるペプチダーゼの性質及び局在について検討することを目的とした。

【方法】ラット水晶体はホモジナイズし、遠心上清をサンプルとした。各種ペプチジルメチルクマリン(MCA)をプローブとして用い、分解活性を測定した。また、阻害剤を用いて測定することで含まれるペプチダーゼの種類を推察した。ピューロマイシン感受性アミノペプチダーゼ (PSA) の存在はウエスタンブロッティングにより確認し、免疫蛍光染色により細胞内の局在を検討した。

【結果】水晶体水溶性画分にはロイシン-, リジン-, アラニン-MCA を分解するペプチダーゼが存在していた。ペプチダーゼ阻害剤である、*o*-フェナンスロリン、ベスタチン、ピューロマイシンによりペプチジル MCA 分解活性は阻害された。ウエスタンブロッティングによりラット水晶体に PSA の存在が確認された。また、PSA のタンパク質量あたりの存在量は水晶体上皮細胞、線維細胞皮質、線維細胞中心部の順に高く、PSA は細胞の細胞質に存在していた。

【考察】水晶体水溶性画分に PSA をはじめ複数のペプチダーゼが存在することが示唆された。今後、PSA 以外のペプチダーゼに関しても検討し、水晶体でのタンパク質分解について詳細を明らかにして行きたい。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

一般講演 1 水晶体と細胞

O1-7

ラット前眼部炎症モデルによる Zinn 小帯形態変化と炎症性浸潤細胞の観察

○高橋 慶¹⁾, 有馬 武志¹⁾²⁾, 小早川 信一郎³⁾, 岡本 史樹¹⁾

1)日本医科大学付属病院眼科, 2)日本医科大学解析人体病理学教室, 3)日本医科大学武蔵小杉病院眼科

【目的】近年白内障手術や硝子体手術後の眼内レンズ落下が問題となっている。原因として Zinn 小帯の脆弱性が考えられており、一部は炎症の関与が指摘されている。しかしながら Zinn 小帯の構造が微細な為、詳細な病態解明は困難であった。我々は低真空走査型顕微鏡 (LV-SEM)、蛍光免疫染色 (IF) を用いて、Zinn 小帯構造の微細な観察を行った。今回、ラット角膜アルカリ外傷による前眼部炎症モデルを作成し、Zinn 小帯の変化と遊走細胞を観察した。

【対象と方法】ラット角膜にアルカリ外傷を作成 (傷害群)、7 日目に病理学的、生化学的検討を行い正常群と比較した。摘出眼球を前眼部のみにトリミングしゼラチンに包埋し、IF 観察を行った。その後パラフィン置換し、薄切した検体を IF、LV-SEM、real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) でそれぞれ観察した。冷凍凍結切片観察は同様のモデルで検体作成し、IF で観察した。

【結果】ゼラチン包埋観察では傷害群で Zinn 小帯の蛍光密度が有意に低下していた。また LV-SEM 観察では発色強度に有意差を認める一方で、面積比に有意差を認めなかった。また、Zinn 小帯は全部位で狭小化を認めていた。加えて Zinn 小帯水晶体嚢付着部に Fibrillar girdle が確認され、傷害群では有意に剥離していた。IF 観察では、傷害群での浸潤細胞のほとんどはマクロファージ (Mφ) であり、MMP (Matrix metalloproteinase) 2 を発現していた。RT-PCR では MMP2 の発現量が傷害群で有意に上昇していた。冷凍凍結切片での IF 観察において、Fibrillar girdle 下に Mφ の浸潤が観察された。

【結論】前眼部炎症により Zinn 小帯は狭小化した。水晶体嚢付着部では Fibrillar girdle 下に Mφ の浸潤を認め、傷害群で有意に剥離が確認された。形態変化の原因として MMP2 陽性 Mφ の関与が考えられた。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

一般講演 2 水晶体と光学・他

O2-1

核白内障混濁形状の高次収差への影響

○白山 匠郎¹⁾, 関 祐介¹⁾, 川守田 拓志²⁾, 佐々木 優¹⁾, 鶴飼 祐輝¹⁾, 三田 哲大¹⁾, 山崎 舞¹⁾, 水戸 毅¹⁾, 久保 江理¹⁾, 佐々木 洋¹⁾

1)金沢医科大学眼科学講座, 2)北里大学医療衛生学部視覚機能療法学専攻

【目的】核白内障混濁形状の高次収差への影響について光学シミュレーションソフト(Code V)により検討した。

【方法】Modified Liou & Brennan model eye に基づく眼光学モデルを用いて、Code V で高次収差を評価した。核前面曲率半径 8.95mm、核後面曲率半径 5.84mm、核直径 6mm、核厚 2mm、皮質前面厚 1mm 皮質後面厚 1.02mm、皮質屈折率 1.37、核屈折率 1.42、非球面係数であるコーニック係数は皮質前面-3、核-2、皮質後面-1、眼軸長 24mm とし、この時の全高次収差 $0.92\mu\text{m}$ 、コマ収差 $0.61\mu\text{m}$ 、球面収差 $0.70\mu\text{m}$ を基準モデル眼として、核の屈折率、コーニック係数、前後面曲率半径、核厚、眼軸長を変化させ、高次収差への影響について評価した。

【結果】核屈折率、核前後面曲率半径、コーニック係数の変化により高次収差は増減した。眼軸長、核厚の変化では高次収差に影響はみられなかった。基準モデル眼での屈折率 1.42 から 1.44 に上昇した際の高次収差の変化量として、全高次収差 ($0.21\mu\text{m}$)、コマ収差 ($0.18\mu\text{m}$)、正の球面収差 ($0.11\mu\text{m}$) の増加を生じた。基準モデル眼より核前面曲率半径を 5.72mm(0.64 倍)、核後面曲率半径を 8.76mm(1.5 倍)、コーニック係数を-8(4 倍)に変化させたモデル眼では、屈折率を 1.42 から 1.44 に上昇させた際の高次収差の変化量として、全高次収差 ($0.15\mu\text{m}$)、コマ収差 ($0.12\mu\text{m}$)、負の球面収差 ($-0.12\mu\text{m}$) となった。

【結論】核白内障眼の高次収差は核屈折率、コーニック係数、核前後面曲率半径により変化することが明らかになった。高次収差は核前面曲率半径が急峻、核後面曲率半径が平坦、非球面化により増加する。

【利益相反公表基準】 有 【倫理審査】 無

O2-2

遮光眼鏡による老視矯正眼内レンズ挿入眼の不快光視現象低減効果

○鶴飼 祐輝¹⁾, 中津川 宥衣¹⁾, 渋谷 恵理¹⁾, 清田 優希也¹⁾, 白山 匠郎¹⁾, 中村 美月¹⁾, 伏江 真奈¹⁾, 水戸 毅¹⁾, 久保 江理¹⁾, 佐々木 洋¹⁾

1) 金沢医科大学眼科学講座

【目的】夜間運転用の遮光眼鏡の不快光視現象低減効果を評価する。

【対象・方法】2022 年 6 月から 2023 年 8 月に金沢医科大学病院で白内障手術を施行し術後 Photic Phenomena Test (PPT) が可能であった AcrySof®IQ PanOptix®Trifocal (Alcon) 挿入眼 23 例 23 眼 (67.0±8.3 歳) および TECNIS Synergy® (J&J) 挿入眼 14 例 14 眼 (59.4±14.1 歳) を対象とした。PPT はグレア (GL)、ハロー (HL)、スターバースト (SB) のサイズおよび明度を測定した。クリアレンズあるいは約 450nm 以下の短波長をカット (視感透過率 79%) する夜間運転適合 (JIS 規格: T7333) 遮光眼鏡のメニールナ ND (ハート光学) 装用下で測定し、両群の測定値を比較した。コントラスト感度は CGT2000 (TAKAGI) を用い、明所および薄暮 (グレア off/on) 環境で測定し、対数コントラスト感度関数下面積 (area under the log contrast sensitivity function: AULCSF) を算出し比較した。

【結果】PanOptix 挿入眼ではクリアレンズ群に比べメニールナ ND 群の HL 明度が 0.37 から 0.31、SB 明度が 0.49 から 0.44 と有意に低下した ($p<0.05$)。Synergy 挿入眼ではクリアレンズ群に比べメニールナ ND 群の HL 明度が 0.54 から 0.48、SB 明度が 0.61 から 0.55 と有意に低下した ($p<0.01$)。また、両 IOL 挿入眼とも GL、HL、SB のサイズと太さには両群で有意差はなかった。コントラスト感度は、4 視環境いずれにおいても両群で同等であった。

【結論】メニールナ ND の装用により、老視矯正 IOL 挿入眼の不快光視現象の明度を低減させることができる。

【利益相反公表基準】 有 【倫理審査】 有

一般講演 2 水晶体と光学・他

02-3

石垣島小児における屋外での眼鏡使用と4年での近視進行の関係

○河上 帆乃佳¹⁾, 初坂 奈津子¹⁾, 鶴飼 祐輝¹⁾, 清田 優希也¹⁾, 白山 匠郎¹⁾, 生駒 透¹⁾, 初坂 奈津子¹⁾, 武田 峻¹⁾, 佐々木 優¹⁾, 水戸 毅¹⁾, 久保 江理¹⁾, 佐々木 洋¹⁾

1) 金沢医科大学眼科学講座

【目的】屋外活動における太陽光ばく露が小児の近視予防になることが知られているが、眼鏡使用者においては Violet light がカットによる近視進行の影響が懸念されている。今回、眼鏡を使用している小児を対象に4年間での眼軸長および眼屈折の変化と眼鏡使用頻度・屋外活動時間の関係について検討した。

【対象と方法】演者らはUV強度の強い石垣島の小児を対象とした縦断的眼疫学調査を行っており、2019年11月および2024年11月の調査参加者から、眼鏡使用者93名（初回10.1±0.7歳）を対象とした。眼軸長(AL)はIOLmaster(ツァイス)で計測し、等価球面度数(SE)は自覚的屈折値を用いた。両年度とも同じアンケートを用い、戸外活動時間、眼鏡使用の頻度常用（授業中のみ）、使用年数などの項目を聴取した。屋外活動に対するAL・SE増加へのリスクはロジスティック回帰分析により、年齢と性別を考慮して評価した。

【結果】眼鏡常用群は65名でAL増加量（右眼）は1.05±0.43mmであり、授業中群28名の0.95±0.46mmと有意差はなかった。同様にSE変化量も眼鏡常用群（-2.08±1.19D）と授業群（-1.75±1.06D）で有意差はなかった。眼鏡常用者で屋外活動が少ない群42名と多い群23名のAL変化量は1.03±0.43mmと1.09±0.43mm、SE変化量は-2.10±1.25Dと-2.07±1.17Dであり両群で有意差はなかった。また屋外活動に対する近視化へのリスクも認められなかった。

【結論】石垣島在住小児における眼鏡使用者の4年間の近視進行には眼鏡の使用頻度や屋外活動の影響はなかった。眼鏡によるviolet light カットが近視進行に影響しない可能性を示唆する結果と考える。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

02-4

白内障術前術後における優位眼変化に関わる因子

○中村 美月¹⁾, 鶴飼 祐輝¹⁾, 渋谷 恵理¹⁾, 三田 哲大¹⁾, 中津川 有衣¹⁾, 白山 匠郎¹⁾, 伏江 真奈¹⁾, 水戸 毅¹⁾, 久保 江理¹⁾, 佐々木 洋¹⁾

1) 金沢医科大学眼科学講座

【目的】白内障手術前後で、優位眼が変化する症例の特徴について検討する。

【対象と方法】2018年1月～2023年9月までに金沢医科大学眼科で両眼の水晶体再建術を施行し、手術前後で優位眼の判定が可能であった85例170眼（71.0±9.4歳）を対象とした。手術後に優位眼が変化した症例を変化群、変わらなかった症例を不変群とした。手術前術後の優位眼、裸眼・矯正視力、自覚等価球値、眼軸長について両群の測定値を比較した。優位眼はホールインカード法にて測定し、眼軸長はIOLマスター700（ZEISS）で測定した。

【結果】手術後に優位眼が変化した変化群は85例中18例（21.2%）で変化群（68.7±7.8歳）と不変群（72.0±14.0歳）の年齢には差はなく、術前の裸眼・矯正視力、自覚等価球面値、眼軸長の左右差に両群で差はなかった。術前視力左右差が0.2logMAR以上あった症例で、裸眼・矯正視力不良眼が優位眼だった割合は変化群（44%・39%）が不変群（7%、15%）より有意に多かった（ $p<0.01$ ・ $p<0.05$ ）。術前優位眼が非優位眼に比べ0.4logMAR以上不良であった9例では、術後優位眼が変化した症例はなかった。

【結論】両眼手術例の約2割で術後優位眼は変化した。術前の視力差が大きい場合、非優位眼が優位眼に変化することがあるが、術前優位眼が非優位眼より0.4logMAR以上視力不良の場合は優位眼が変化することは少ない。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

単焦点と多焦点眼内レンズ挿入眼の動的瞳孔反応の検討

○宮田 康平¹⁾, 前田 奈津子¹⁾, 渡辺 義浩¹⁾, 中村 千晶¹⁾, 毛利 玲於奈¹⁾, 熊谷 祐一¹⁾,
小早川 信一郎¹⁾

1) 日本医科大学武蔵小杉病院

【目的】日本医科大学武蔵小杉病院眼科における単焦点眼内レンズ挿入眼と多焦点眼内レンズ挿入眼の瞳孔反応に関して、後ろ向きに検討する。

【対象と方法】2024年3月～2024年6月までに当院でXY-1 (HOYA)を挿入した26例46眼（単焦点群）、2021年6月～2023年12月までに当院でSynergy®(J & J)を挿入した60例85眼（多焦点群）を対象とした。白内障手術1ヶ月後に、裸眼視力（遠方、中間、近方）、コントラスト感度（CSV-1000®）、術前と手術1ヶ月後に瞳孔反応のパラメータの測定（PLR-3000; NeurOptics, CA, U.S.A）を行った。裸眼視力（遠方、中間、近方）、コントラスト感度とそれぞれの瞳孔反応のパラメータの間の相関を統計学的に検討した。

【結果】単焦点群の平均年齢は 74.4 ± 7.6 歳（男性6例、女性20例）で中央値は76歳であった。多焦点群の平均年齢は 53.8 ± 14.1 歳（男性31例、女性29例）で中央値は57歳であった。手術前後で、単焦点群、多焦点群共に縮瞳率(Delta)、縮瞳速度(ACV)、最大縮瞳速(MCV)、散瞳速度(ADV)が低下傾向を認めた ($P < 0.01$, Paired t-test)。単焦点群では、各条件下、いくつかの周波数でのコントラスト感度とDelta、ACV、MCV、ADVに正の相関を認めた ($p < 0.05$)。多焦点群では裸眼近方視力とDelta、ACV、およびMCVの瞳孔反応のパラメータの間に負の相関を認めた ($p < 0.05$)。グレア on の条件下で1.6degreeのコントラスト感度と、最大瞳孔径と最小瞳孔径の間に負の相関を認めた ($p < 0.05$)。

【結論】単焦点、多焦点共に手術前後の瞳孔反応のパラメータは、同様の傾向を認めた。単焦点群、多焦点群共に、いくつかの瞳孔反応のパラメータとコントラスト感度の間に相関関係を認めた。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

一般講演 3 白内障手術

03-1

眼内レンズ嚢外固定における組織学的検討

○永田 万由美¹⁾，向井 公一郎¹⁾，綿引 聡¹⁾，松島 博之¹⁾，妹尾 正¹⁾

1) 獨協医科大学眼科学教室

【目的】眼内レンズ (IOL) の嚢外固定が必要な場合、Uveitis-glaucoma-hyphema Syndrome が危惧される。3 ピース IOL およびシングルピース IOL を嚢外固定した場合の眼内炎症の違いについて組織学的に検討した。

【方法】15 週齢の Dutch 有色家兎 12 羽に水晶体再建術を施行した。IOL は PN6AS (3 ピース IOL、興和)、YP2.2 (シングルピース IOL、興和) を使用した。片眼に PN6AS、僚眼に YP2.2 を嚢内固定した群 (嚢内固定群、6 羽 12 眼)、同 IOL を嚢外固定した群 (嚢外固定群、6 羽 12 眼) に分けた。嚢外固定群は光学部を前嚢切開に capture させた。術後 4 週の眼球を迅速固定液スーパーフィックス KY-500 (クラボウ) で固定後、前眼部を切り出して低温包埋樹脂テクノビット 8100® (Kulzer) で包埋し組織切片を作製した。染色はヘマトキシリン・エオジン染色を行い光学顕微鏡にて支持部を中心に観察した。

【結果】YP2.2 嚢外固定群では、支持部が毛様体、虹彩に接触し毛様体が変形し扁平化しており、支持部が接触した部位には顆粒状物質、炎症性細胞を認めた。PN6AS 嚢外固定群および嚢内固定群では炎症所見は認めなかった。

【結論】シングルピースの嚢外固定は支持部が毛様体に接触することで炎症を惹起しやすい。嚢外固定が必要な症例では 3 ピース IOL を選択する必要がある。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 無

03-2

顕微鏡と 2 種の 3 D Head-Up Surgery 機器の白内障手術時間への影響

○市川 慶¹⁾，酒井 幸弘²⁾，常盤 聖司²⁾，宮崎 智行²⁾，市川 玲子²⁾，市川 一夫²⁾

1) 総合青山病院 2) 中京眼科

【目的】白内障手術における顕微鏡と 2 種の 3 D Head-Up System の手術時間への影響について比較検討する

【方法】中京眼科にて同一術者が白内障手術を単独で行い術中に明らかな合併症の無かった 53 例 67 眼を対象とした。顕微鏡 (Zeiss 社) (以下 M 群) 24 例 29 眼と 3 D Head-Up System の ARTEVOTM (Zeiss 社) (以下 A 群) 16 例 22 眼と NENGENUITYTM (Alcon 社) (以下 N 群) 13 例 16 眼をそれぞれ使用した。それぞれの白内障の時間をビデオで確認し CCC 時間、超音波手技時間、皮質吸引時間、総時間を測定し比較検討した。統計学的解析には Kruskal-Wallis 検定を用い 5% 未満を有意水準として検討した。

【結果】白内障の手術時間は M 群と A 群と N 群で 389.3 ± 83.5 秒、 398.1 ± 120.0 秒、 393.1 ± 69.2 秒で 3 群間に有意差は無かった ($P=0.8488$)。M 群と A 群と N 群で CCC 時間ではそれぞれ 48.2 ± 10.9 秒、 49.2 ± 8.4 秒、 42.9 ± 8.4 秒、超音波手技時間ではそれぞれ 158.4 ± 67.4 秒、 161.4 ± 70.2 秒、 176.5 ± 51.9 秒、皮質吸引時間では 61.4 ± 33.1 秒、 63.5 ± 40.4 秒、 48.1 ± 19.2 秒、であった。CCC 時間 ($P=0.1007$)、超音波手技時間 ($P=0.2742$)、皮質吸引時間 ($P=0.2641$) でも 3 群間に有意差は無かった。

【結論】白内障手術時間に対して顕微鏡と 2 種の 3 D Head-Up System のどれを用いても影響は少ない。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 無

一般講演 3 白内障手術

03-3

短眼軸眼における白内障手術時の角膜内皮細胞密度減少率

○小野 喬¹⁾, 向坂 俊裕²⁾, 森 洋斉²⁾, 子島 良平²⁾, 岩崎 琢也²⁾, 宮田 和典²⁾

1)東京大学医学部附属病院, 2)宮田眼科病院

【目的】短眼軸眼の白内障手術における角膜内皮細胞密度減少率を検討すること。

【対象と方法】2011年から2023年の間に、宮田眼科病院で白内障手術（超音波乳化吸引術＋眼内レンズ挿入）を行い、1ピース眼内レンズを挿入した症例を対象とした。眼軸長に基づいて患者を4群（<22、22-24、24-26、26≤mm）に分類し、診療録より後ろ向きに、年齢、前房深度、手術時間、超音波使用時間、術前および術後3ヶ月における角膜内皮細胞密度（ECD）と減少率を検討した。

【結果】6711眼6711人（年齢：73.0±9.1歳）が対象となり、眼軸長が<22、22-24、24-26、26<（mm）の各群は367、4178、1592、574眼であった。<22mmの短眼軸眼における術前のECDは2616.7±286.0 cells/mm²であり、24-26、26mm≤の群よりも有意に低かった（p=0.003、0.011）。短眼軸眼における前房深度は2.58±0.37mmで他の3群よりも有意に浅かった（全てp<0.001）。短眼軸眼における術後3ヶ月の角膜内皮細胞密度減少率は7.8±11.0%であり、他の3群よりも有意に高かった（全てp<0.001）。

【結論】短眼軸眼では前房が浅く、かつ角膜内皮細胞密度が術前から低く、白内障手術によって角膜内皮細胞が減少しやすい。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

03-4

白内障眼における浅前房眼と非浅前房眼の比較

○大森 朋子¹⁾, 鳥居 秀成¹⁾, 橋本 青葉¹⁾³⁾, 藤巻 佐知子¹⁾²⁾, 重野 雄太¹⁾, 金子 歩駒¹⁾, 増井 佐千子¹⁾, 四倉 絵里沙¹⁾²⁾, 根岸 一乃¹⁾

1)慶應義塾大学医学部眼科学教室, 2)慶應義塾大学医学部眼科学教室 JINS 近視学寄付研究講座, 3)国立病院機構埼玉病院

【目的】浅前房眼と非浅前房眼で、白内障手術前後の合併症や術前の生体計測値を比較する。

【対象と方法】慶應義塾大学病院で白内障手術後、1週間以上観察できた209例345眼（男性82例、女性127例、平均年齢71.4歳）を対象とした。角膜前面から水晶体前面までの長さが2.5mm以下を浅前房群（54例83眼）、2.5mmを超えるものを非浅前房群（155例262眼）とし、2群間における術前生体計測値を比較、術前・術中・術後合併症を後方視的に比較した。さらに浅前房群、非浅前房群それぞれにおいて術中チン氏帯断裂の有無で群分けし、術前生体計測値を比較した。

【結果】浅前房群/非浅前房群の術前生体計測平均値に有意差を認めたものは、眼軸長22.67/24.69mm、前房深度2.29/3.19mm、水晶体厚5.06/4.49mm、水晶体前面曲率半径8.39/10.13mm、水晶体後面曲率半径5.66/6.04mmだった（全てP<0.001）。術前合併症では、網膜色素変性、レーザー虹彩切開術後・周辺虹彩切開術施行後、術後合併症では一過性眼圧上昇、角膜浮腫に有意差を認め、いずれも浅前房群でその割合が有意（全てP<0.05）に高かった。浅前房群の中で、術中チン氏帯断裂群（5例5眼）/非チン氏帯断裂群（49例78眼）の術前生体計測値をそれぞれ比較したところ、水晶体後面強主経線曲率半径が5.91/5.43mm、水晶体後面弱主経線曲率半径が6.80/5.88mmで、どちらもチン氏帯断裂群が有意（P<0.05）に大きかった。対して非浅前房群では、チン氏帯断裂群（9例9眼）と非断裂群（167例253眼）との間に有意差を認めなかった。

【結論】浅前房群では術前・術後の合併症頻度が有意に高い。浅前房眼の術中チン氏帯断裂のリスクは白内障術前の生体計測値により判定できる可能性がある。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

一般講演 3 白内障手術

03-5

水晶体後嚢破損に対しての吸引口可変式 I/A ハンドピースの防御効果

○鈴木 久晴¹⁾, 大木 哲太郎²⁾, 大木 孝太郎²⁾

1)善行すずき眼科, 2)大木眼科

【目的】水晶体嚢はIV型コラーゲンであり、全身中で最も厚い基底膜であり眼内レンズは水晶体嚢内へ固定されることが一般的である。しかし後嚢の厚みは $4\mu\text{m}$ であり、超音波白内障手術中に後嚢が破損し眼内レンズを水晶体嚢内へ固定することが困難となることがある。よって、I/Aによる後嚢の誤吸引による破損は、絶対に避けたい合併症である。MoonCycle I/A（ロートニッテン）は吸引口の大きさを可変できるユニークな構造を有している。本器具による後嚢破損の防御効果を実験的に検討した。

【対象と方法】対象は豚眼である（各群 10 眼）。水晶体前嚢切開の後、角膜を除去しオープンスカイとし、水晶体核と皮質を除去した後、各 I/A チップにより後嚢を吸引・閉塞した状態から上方に引っ張り上げた。この操作を一眼につき 3 回施行し後嚢破損の有無を観察した。I/A ハンドピースについては、可変式 I/A ハンドピース MA 群：MoonCycle I/A（全開）、MM 群：MoonCycle I/A（半開）、Q 群：クワイエット I/A（J&J 社）、P 群：フェイコフィット I/A（J&J 社）とし各群で 10 眼検討した。超音波白内障手術機器はステラリス（B&L）を用い、吸引圧設定は 600 mm Hg と統一した。

【結果】後嚢破損は MA 群：0/10 眼、MM 群：0/10 眼、Q 群：9/10 眼、P 群：2/10 眼であった。MA と MM 群は Q 群に比べ有意に後嚢破損が少なかった。

【結論】MoonCycle I/A は後嚢を吸引してしまった場合に、後嚢破損が発症しにくい可能性が示唆された。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

一般講演 4 眼内レンズ

O4-1

2 種 Enhanced Monofocal 眼内レンズ使用症例の満足度特性

○澤野 宗顕¹⁾²⁾, 永田 万由美²⁾, 松島 博之²⁾, 妹尾 正²⁾

1)西大宮病院, 2) 獨協医科大学病院眼科学教室

【目的】近年単焦点よりも明視域が広く、多焦点に見られる不快光視現象も少ない enhanced monofocal 眼内レンズ (以下 IOL) の市場が拡大している。今回、アイハンス (DIB00V,J&J, 以下 DIB) とインプレス (XY1-EM, HOYA, 以下 XY1) の 2 種の enhanced monofocal IOL 挿入症例の満足度を調べ比較した。

【対象と方法】対象は当院で同一術者施行の術後裸眼小数視力 1.2 の DIB 挿入 53 例(平均年齢 75.42±6.24 歳), XY1 挿入 24 例(平均年齢 76.79±6.37 歳)である。実生活に即し、遠方 (景色)、中間 (TV)、近方 (新聞)、夜間 (夜の景色) の満足度を 10 点満点で表示したシートにマークする方法で術後 3 カ月目に患者アンケートをとり、両 IOL の各項目満足度を調べた。

【結果】各項目満足度の平均は遠方・中間・近方・夜間の順に DIB は 9.21, 8.91, 6.02, 8.00, XY1 は 9.38, 9.33, 7.67, 8.75 で近方は有意に XY1 が高かった (p=0.025 : independent t-test) が、それ以外は有意差を認めなかった。

【考察】光学ベンチを用いた報告 1) では瞳孔径 4.5 mm で遠方は DIB、近方は XY1 優位と示されている。今回の検討でも近方はインプレスの満足度が有意に高かった。Enhanced monofocal IOL でも光学設計によって見え方と満足度が異なる可能性がある。今後、夜間運転時の満足度等、日常生活でみられる他の条件も調査することで、患者 QOV にあった IOL を選択することが可能になる。

1) Through-Focus Response of Extended Depth of Focus Intraocular Lenses

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

O4-2

含水率を高くした疎水性アクリル眼内レンズ挿入後 3 年における嚢内安定性の評価

○疋田隼也¹⁾, 寺田裕紀子¹⁾²⁾, 南慶一郎²⁾, 高田慶太²⁾, 徳田祥太³⁾, 本坊正人²⁾, 森 洋斉²⁾, 宮田和典²⁾

1)宮田眼科東京, 2)宮田眼科病院, 3) 宮田眼科鹿児島

【目的】高含水率の疎水性アクリル眼内レンズ(IOL) の術後 3 年間の嚢内安定性を評価すること。

【対象と方法】対象は、加齢性白内障により疎水性アクリル IOL Clareon[®]SY60WF (Alcon) を挿入し、術後 3 年まで経過観察が可能であった 47 例 47 眼。術後 3 年間 (1, 6 カ月、1, 2, 3 年) の矯正遠方視力、自覚屈折(等価球面)、IOL の偏心、傾斜、表面散乱、後囊混濁 (EAS-1000, Nidek)、および、コントラスト感度 (Optec 6500, Stereo Optical) を前向きに評価した。コントラスト感度は、明所下、暗所下の area under logarithm contrast sensitivity function (AULCSF) を算出して検討した。

【結果】手術時の平均年齢は 71.1±5.4(56~80)歳で、術後 1,2,3 年時の症例数は 36, 25, 21 眼であった。3 年時の平均値は、logMAR 矯正遠方視力 : -0.09 ± 0.22 (平均小数 : 1.24) 、自覚屈折 : -0.08 ± 0.48 D、IOL の偏心 : 0.10 ± 0.05 mm、傾斜 : 2.0 ± 0.6°、後囊混濁 : 28.0 ± 10.8 CCT、AULCSF (明所下 : 1.86 ± 0.15、暗所下 : 1.69 ± 0.13) であり、各観察時点から変化はみられなかった。一方、表面散乱は 19.4 ± 3.0 CCT と術後 1 カ月時から有意に 2.02 CCT 増加した (P = 0.013)。

【結論】高含水率の疎水性アクリル IOL の嚢内安定性は、術後 3 年間で良好だった。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

一般講演 4 眼内レンズ

04-3

軸マーク位置の異なるトーリック眼内レンズの早期術後成績

○石崎 正道¹⁾, 松島 博之²⁾, 向井 公一郎²⁾, 永田 万由美²⁾, 妹尾 正²⁾

1)那須赤十字病院, 2)獨協医科大学病院眼科学教室

【目的】角膜乱視のある白内障では水晶体再建術後の乱視低減を目的にトーリック眼内レンズが使用される。近年術中視認性向上を目的に軸マーク位置を支持部付着部から光学部に変えたトーリック眼内レンズ (IOL) が発売された。この IOL の術後早期成績を検討する。

【対象と方法】対象は獨協医大にて 2023 年 7 月 1 日～2024 年 1 月 31 日に水晶体再建術を受けた白内障患者で、YP-T3～9 (興和) を選択し、術後 1 か月後まで経過観察が可能であった 15 例 22 眼 (平均年齢 76.7 ± 7.9 歳) を対象とした。白内障手術は熟練した同一術者が角膜切開で行った。IOL の計算是 ARGOS® (アルコン) を、術中マーキングは VERION® (アルコン) を使用した。術前、術後視力、乱視量を算出し、術中写真、術後 1 日目、1 か月目に前眼部写真を撮影し IOL 回旋量を算出した。

【結果】術後 1 日目、1 ヶ月の遠方裸眼視力 (logMAR) は 0.29 ± 0.29 、 0.02 ± 0.09 であった。遠方矯正視力はそれぞれ 0.06 ± 0.15 、 -0.07 ± 0.03 であった。術後残余乱視量は、 $-1.06 \pm 0.71D$ 、 $-0.57 \pm 0.26D$ であった。IOL の回旋量はそれぞれ $1.25 \pm 3.4^\circ$ 、 $0.68 \pm 3.25^\circ$ で、 10° 以上回旋している症例は無かった。

【結論】YP-T3～9 を使用することで、術後早期より乱視量を軽減し、良好な遠方裸眼視力を得ることができた。術後の IOL 回旋は少なく安定性は良好であった。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

04-4

虹彩切除と加温した豚眼を用いた 3 種眼内レンズの嚢内挙動観察

○谷口 紗織¹⁾, 南 慶一郎¹⁾, ビッセン宮島 弘子¹⁾

1)東京歯科大学水道橋病院

【目的】虹彩切除と加温した豚眼を用い、3 種類の眼内レンズ (IOL) 挿入時の水晶体嚢内での挙動を観察した。

【対象と方法】豚眼の虹彩全周を切除し水晶体赤道部まで観察が可能な状態とした。加温装置の上に設置したホルダーに、豚眼を固定し、体温に保温した。前嚢切開、水晶体超音波乳化吸引後に、3 種類の IOL を水晶体嚢内に挿入した。挿入 IOL は、疎水性アクリル素材で 4 か所の支持部 (ダブル C ループ) をもつ PODFGF (BVI), 疎水性アクリル素材で 2 か所の支持部 (オープン C ループ) をもつ XY1-SP (HOYA)、高含水率の疎水性アクリル素材で 2 か所のオープンループを持つ CNL0T0 (Alcon) とした。手術顕微鏡で、通常の上方から水晶体嚢内での IOL 全体の挙動を、顕微鏡を 45 度傾斜して側面から IOL 支持部と水晶体嚢赤道部の観察を行った。

【結果】上方からは、PODFGF 挿入眼は、IOL 射出直後からの速やかな C ループ支持部と光学部の嚢内で広がる様子が観察された。XY1-SP と CNL0T0 挿入眼では、眼内に最初に入る先行ループと光学部の緩徐な広がり、眼内に最後に入る後方ループの広がりが観察された。XY1-SP では、後方ループが広がるために、フックによる補助操作を要した。45 度傾斜下では、IOL の先行ループが水晶体嚢赤道部に向かって伸展後、赤道部に接触して、水晶体嚢内で広がり固定されたことが確認できた。

【結論】IOL 射出直後から水晶体嚢内に固定されるまでの過程を、虹彩切除で水晶体赤道部まで観察可能で臨床での温度環境と近い設定で、観察することができた。各々の IOL 展開の特徴を直接観察することができた。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 無

一般講演 4 眼内レンズ

04-5

非球面眼内レンズの偏心・傾斜が光学特性に与える影響

○佐々木 優¹⁾, 川守田 拓志²⁾, 三田 哲大¹⁾, 山崎 舞¹⁾, 鵜飼 祐輝¹⁾, 佐々木 允¹⁾, 柴田 哲平¹⁾, 水戸 毅¹⁾, 久保 江理¹⁾, 佐々木 洋¹⁾

1) 金沢医科大学眼科学講座, 2) 北里大・医療衛生

【目的】シングルピース眼内レンズ (IOL) を囊内固定した場合、問題なく手術が終了しても 0.2mm 程度の偏心と 5 度程度の傾斜は生じうる。偏心・傾斜それぞれが視機能へ与える影響は検討したが (臨眼 2023)、両者は同時に起きる場合の方が多い。今回のシングルピース非球面 IOL の偏心・傾斜の組み合わせが光学特性に与える影響を光学シミュレーションにより調査した。

【対象と方法】眼球光学シミュレーションは、光学設計ソフト ZEMAX (ZEMAX 社) を使い、眼球モデルは、Liou & Brennan の模型眼 (J Opt Soc Am, 1997) を基準とした。IOL のモデルは、Altman らの報告 (J Cataract Refract Surg 31, 2005) から引用した 22 D の非球面 IOL の疑似モデルとした。0.5mm の上下左右への偏心と 2~10 度の左右上下への傾斜の組み合わせを 555 nm の波長を使用し、波面収差から屈折度ならびに空間周波数特性 (MTF) を算出した。

【結果】0.5mm の偏心で 0.23D の遠視と -0.15D の乱視、10 度の傾斜で -0.16D の近視と -0.35D の乱視を生じた。0.5mm の偏心に傾斜を組み合わせたると遠視は軽減した。乱視は軽減する場合と増強する場合があり、偏心方向と傾斜方向が垂直の場合、傾斜するほど増加し最大で 0.57D の乱視が生じた。周波数 100 c/mm における平均 MTF に関しても同様で、偏心のみの場合よりも組み合わせによっては良好となるものも存在した。

【結論】0.50 mm の偏心に傾斜を組み合わせた場合、傾斜により遠視化は軽減するが、乱視は増強することがあり 0.5D 以上の乱視を生じることがある。IOL の偏心・傾斜は組み合わせにより球面値および乱視への影響が異なることが明らかになった。

【利益相反公表基準】 有 【倫理審査】 無

04-6

眼内レンズの電気泳動によるカルシウム早期沈着試験

○向井 公一郎¹⁾, 岩本 英壽¹⁾, 松島 博之¹⁾, 永田 万由美¹⁾, 妹尾 正¹⁾

1) 獨協医科大学眼科学教室

【目的】親水性眼内レンズ (IOL) の術後合併症としてカルシウム (Ca) 沈着が知られている。Ca 沈着の評価は筋肉埋植のような生体埋植法や疑似体液による浸漬法があるが、結晶の沈着に長期経過を要する。今回、電気泳動を用いて短期間に Ca 沈着を誘発させる実験的手法を評価した。

【対象と方法】泳動装置はミニサブセル GT セル水平電気泳動槽 (Bio-Rad Laboratories Inc.) を使用した。疎水性アクリル IOL (XY1, HOYA) と親水性アクリル IOL (Aspria3P-aVa, Human Optics) を用意し、円形に穴を開けた二重壁構の IOL 専用ホルダーに各種 IOL を装着した (N=5)。泳動槽の+極側に 10 mM の CaCl₂、-極に 10mM の Na₂PO₄ を加え調整した 10mM Tris 緩衝液を充填し、設定条件を 100V、25mA、40W に設定して 20 時間通電した。20 時間後 IOL をホルダーから取り出して光学顕微鏡で観察した。IOL に沈着した Ca の評価には Von Kossa 染色を用いた。

【結果】疎水性アクリルでは混濁が見られなかったが、親水性アクリルでは IOL 表面に結晶化の沈着がみられた。Von Kossa 染色では全ての親水性 IOL に Ca 陽性反応を認めた。

【考察】電気泳動装置を用いて短期間で Ca 沈着誘導が可能であった。本法は簡便に親水性素材の Ca 沈着の程度を評価でき、Ca 沈着メカニズムの解明や予防方法の開発に応用できる可能性がある。

【利益相反公表基準】 有 【倫理審査】 無

一般講演 5 水晶体・生体計測

05-1

術前ピレノキシン点眼の使用有無と術後屈折誤差に関する検討

○伊藤 格¹⁾

1)市立室蘭総合病院

【目的】ピレノキシン点眼は初期加齢性白内障の進行抑制が期待されている。我々は術前ピレノキシン点眼の使用有無による術後屈折誤差への影響について後ろ向きに検討した。

【対象と方法】対象は2017年1月から2018年6月までに当院で施行された水晶体再建術のうち、単焦点シングルピース眼内レンズ(IOL)が囊内固定され、術後3か月までの経過観察が可能であった210眼(うち術前ピレノキシン使用群57眼)。術後屈折値への影響を考慮し、眼軸長21mm未満の短眼軸眼及び25mm以上の長眼軸眼、またIOLマスター500(Carl Zeiss社)での非接触式眼軸長測定が困難であった症例は除外した。術後屈折誤差は術前にSRK/T式にて計算された予測屈折度数と、術後3か月時における散瞳下でのオートレフ測定値より得られた等価球面度数から算出した。前房深度等の副次項目も併せて検討した。

【結果】術前の患者背景や眼軸長、前房深度等は両群間に差を認めなかった。術前ピレノキシン使用群の平均屈折誤差は+0.14Dで、非使用群の平均屈折誤差(-0.12D)と比較して有意に遠視化傾向を認めた(Unpaired t test; $p=0.0006$)。0.3D以上の遠視化を認めた症例はピレノキシン使用群で25眼(44%)、非使用群で23眼(15%)であり、0.3D以上の近視化を認めた症例はピレノキシン使用群で10眼(18%)、非使用群で53眼(35%)であった。術後の眼軸長や前房深度を含めた解析では両群間に差を認めなかった。

【結論】術前のピレノキシン点眼の使用有無はIOL度数選択における一助になりうる可能性が示唆された。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

05-2

前眼部光干渉断層計を使用した waterclefts の観察

○馬嶋 清如¹⁾, 市川 慶²⁾, 田中 芳樹³⁾, 酒井 幸弘³⁾, 市川 一夫³⁾

1)眼科 明眼院, 2)総合青山病院眼科, 3)中京眼科

【目的】白内障の副病型 Water clefts(WC)が存在する領域を調査する。

【対象と方法】対象は加齢白内障術前の163眼(51~86歳: $AV \pm SD, 71.2 \pm 10.1$ 歳)。散瞳15分後に、前眼部解析装置(コーク社製 KATS-1000: 以下、A)で12-6時の観察を徹照法で行い、かつ前眼部光干渉断層計(ハイデルベルク社製アンテリオン: 以下、B)で12-6時から右回りで5-11時まで6方向の観察を行う。次に、AでWC例を選別後にグループ分けを行い、Bで各例のWC存在領域を調査した。なお、計測には斜め物差しを使用した。

【結果】グループ①: 瞳孔中心の直径3mm以内にWCが限局、グループ②: 瞳孔中心から周辺部に向かうWCが観察可、グループ③: 瞳孔中心の直径3mm以内にWCと皮質混濁が混在する、グループ④: WCは観察可であるが、瞳孔中心から直径3mm以内に存在しない、の4グループに分けた。Bの観察では、①の2眼が前囊直下(前下)、1眼が前囊下皮質内(前皮質内)に、2眼が後囊直下(後下)、3眼が後囊下皮質内(後皮質内)に観察された。②では、1眼が前下、5眼が前皮質内、1眼が後下、4眼が前後囊直下(前後下)、3眼が前後囊下皮質内(前後皮質内)に存在し、中心から周辺に向かって1本から数本で、かつ幅の違うWCが観察された。③では、8眼が前下、4眼が前皮質内、3眼が後皮質内、3眼が前後下、4眼が前後皮質内に観察され、③の1例を挙げると、WCの幅は12-6時: 1.51, 深さ: 0.34、3-9時で幅: 1.44, 深さ: 0.30(単位:mm)であり、皮質混濁と判別可能であった。また、④は1眼のみであった。

【結論】Bを使用した本観察法では、WCの存在領域や範囲を把握し違いを明確にできることから、今後の白内障診断に有用になり得ると考えた。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

一般講演 5 水晶体・生体計測

05-3

IOLMaster®700 の水晶体厚測定の誤差についての検討

○亀井 翔太¹⁾, 黒坂 大次郎¹⁾

1)岩手医科大学

【目的】最近の IOL 度数計算では、水晶体厚がデータとして使われる。IOLMaster®700 は光学式眼軸長測定装置の一つであり、水晶体厚が測定されるが、測定画像で確認すると水晶体厚の測定に誤差があると思われる症例が存在する。そこで IOLMaster®700 にて水晶体厚に測定誤差を生じた症例について検討した。

【対象と方法】2023 年 8 月 1 日から 2024 年 3 月 30 日までに岩手医科大学附属病院にて施行した水晶体再建術症例 771 例 771 眼を対象とし、術前に検査した IOLMaster®700 の水晶体厚測定値の信号品質を調べた。さらに正常と判定されたものの SS-OCT 画像を参照し水晶体厚の測定に明らかな誤差があると思われた水晶体厚について、ImageJ を用いて再測定した。

【結果】対象症例 771 眼のうち、水晶体厚の測定結果の信号品質が正常と判定されなかったものは 159 眼(20.6%)あった。また、信号品質は正常と判定されたにもかかわらず画像上明らかに測定誤差があると思われたものが 25 眼(3.24%)で、その誤差は最大 1.049mm、平均 0.271 ± 0.214 mm であった。

【結論】IOLMaster®700 での水晶体厚測定では誤差を生じる可能性があるため、測定画像を確認すべきである。

【利益相反公表基準】

無

【倫理審査】

審査中

05-4

超高齢マウス水晶体の白内障発症と水晶体硬化の関係

○柴田 哲平¹⁾, 佐々木 優¹⁾, 石田 秀俊¹⁾, 佐々木 洋¹⁾, 久保 江理¹⁾

1)金沢医科大学眼科学講座

【目的】加齢により老視が進行するとともに水晶体の硬化が進行する。本研究では、若年から超高齢マウスまでの水晶体硬度と白内障発症との関係を解析し、老視・白内障研究における動物モデルを考察する。

【方法】4, 7, 17, 23, 40, 77, 104 週齢 (W) の C57BL/6 と C57BL/6-Aged マウスの水晶体を摘出し平板圧子付き荷重-変位測定器でヤング率を測定した。また 17, 23, 77, 104W マウスの水晶体の暗視野撮影と組織切片を作成後、ヘマトキシリン/エオジン染色を行い、水晶体組織所見を観察した。

【結果】各週齢の水晶体弾性率を比較すると 4-23W までは加齢により有意に水晶体硬度が上昇し、以降 40W まで変化はなかった。77W の水晶体では、23-40W の水晶体と比較して弾性率が有意に減少していたが、104W になると弾性率は再度上昇した。水晶体は 40W までは透明であったが、77W では周辺部皮質に輪状の水晶体混濁と組織観察で液化・膨化が観察された。104W になると、より強い周辺皮質白内障と核部の混濁が出現した。

【結論】マウスの透明水晶体における弾性率は 23W まで上昇し以降 40W まで大きな変化はなかった。よって、老視予防薬の開発を目的としたマウス動物モデルを使用した水晶体硬度の抑制実験においては、23-40W のマウスで解析実験ができる可能性がある。また、水晶体皮質部の混濁による液化・膨化は水晶体弾性率を低下させるが、核混濁は水晶体硬化を進行させる可能性がある。C57BL/6-Aged マウスでは 77W では全個体白内障を発症しているため、40W 以降の水晶体混濁発症前の週齢を選択する必要がある。

【利益相反公表基準】

無

【倫理審査】

有

一般講演 5 水晶体・生体計測

05-5

中高年齢者有水晶体眼における解析瞳孔径と角膜乱視の関係

○三田 哲大¹⁾, 鶴飼 祐輝¹⁾, 渋谷 恵理¹⁾, 初坂 奈津子¹⁾, 佐々木 優¹⁾, 佐々木 允¹⁾, 柴田 哲平¹⁾, 水戸 毅¹⁾, 久保 江里¹⁾, 佐々木 洋¹⁾

1)金沢医科大学眼科学講座

【目的】前眼部 OCT (CASIA2: トーメー) による解析瞳孔径と角膜乱視の関係を検討した。

【対象および方法】2016 年 3 月から 2024 年 3 月までに金沢医科大学病院で白内障手術を施行した症例および 2016 年から 2023 年までに石川県輪島市門前町で行われた門前検診参加者の角膜乱視 1D 以上であった 947 眼 (平均年齢 72.06 ± 11.34 歳) の右眼とした。角膜乱視は 3 回測定した平均値とした。解析手法は楕円近似法およびフーリエ解析法を使用し、検討項目は解析瞳孔径 2mm から 6mm (0.1mm 間隔) における角膜前面乱視 (A)、角膜後面乱視 (P)、角膜前後面乱視 (R)、ケラトメトリーの角膜乱視 (K) とした。

【結果】楕円近似法の角膜乱視は解析瞳孔径 2mm と 6mm では A が $1.77 \pm 0.55D$ と $1.69 \pm 0.75D$ 、R が $1.70 \pm 0.50D$ と $1.53 \pm 0.69D$ 、K が $1.59 \pm 0.49D$ と $1.51 \pm 0.67D$ 、P が $0.26 \pm 0.17D$ と $0.19 \pm 0.11D$ であり解析瞳孔径が大きいほど角膜乱視は減少した ($p < 0.05$)。フーリエ解析法の角膜乱視は 2mm と 6mm では A が $1.84 \pm 0.56D$ と $1.74 \pm 0.54D$ 、R が $1.77 \pm 0.52D$ と $1.65 \pm 0.50D$ 、K が $1.65 \pm 0.51D$ と $1.56 \pm 0.49D$ 、P が $0.26 \pm 0.16D$ と $0.23 \pm 0.15D$ であり楕円近似法と同様な傾向であり、同じ解析瞳孔径ではフーリエ解析法が大きかった ($p < 0.05$)。楕円近似法およびフーリエ解析ともに解析瞳孔径 2mm の角膜乱視が大きいほど解析瞳孔径 2mm から 6mm までの角膜乱視量の減少幅が大きかった ($p < 0.05$)。

【結論】解析瞳孔径により角膜乱視は異なる。術後瞳孔径を考慮した IOL のトーリック度数決定において、有用な情報となる可能性がある。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

05-6

混濁量と色相を考慮した核硬度の分類方法の検討

○安澤 幸輔¹⁾, 田中 清²⁾, 田中 芳樹³⁾, 横山 翔⁴⁾, 市川 慶³⁾⁵⁾, 市川 翔³⁾, 佐藤裕之⁶⁾, 市川 一夫³⁾

1)信州大学大学院総合理工学研究科, 2) 信州大学学術研究員 (工学系), 3) 中京眼科, 4) JCHO 中京病院, 5) 総合青山病院, 6) 佐藤裕也眼科医院

【目的】細隙灯顕微鏡にて撮影した白内障患者のスリット画像より、水晶体の核硬度を分類する方法を検討する。さらに、分類結果より白内障患者において各症例の白内障手術中に使用した超音波の CDE 値 (Cumulative Dissipated Energy) との相関について調査し、提案した核硬度分類の妥当性について検証する。

【方法】白内障手術を受けた白内障手術前の患者の前眼部スリット画像 89 例に対し、画像処理を利用して水晶体の核硬度の推定を行う。水晶体の核領域と判定される箇所について定義し、その箇所における輝度値及び色相情報を算出する。そして、得られた色相情報に対しシルエット分析を行い最適な分類数について評価すると共にクラスタリングを適用し、類似する核硬度の症例画像をグループ化させ核硬度のグレード分類を行った。核領域の色相情報と混濁量も考慮した輝度値を含む分類結果それぞれに対し、白内障手術における CDE 値との相関関係について検証を行う。

【結果】シルエット分析を行った結果、8 つの Grade に分類することが最適であると分かった。各グレードに分類された画像枚数は、Grade0: 5 枚, Grade1: 8 枚, Grade2: 15 枚, Grade3: 25 枚, Grade4: 19 枚, Grade5: 5 枚, Grade6: 11 枚, Grade7: 1 枚となった。CDE 値との相関係数は、0.511 ($p < 0.001$) であった。

【結論】今回考案した核硬度の分類法と白内障手術における CDE 値には正の相関が認められたため、この分類方法がある程度妥当性のある方法であることがわかった。CDE 値は白内障手術の難易度に関連してくるため、術前に手術の難易度を自動的に把握する方法として有用であると考えられる。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

一般講演 6 症例検討・他

O6-1

腸球菌による眼内レンズ上のバイオフィームに対するバクテリオファージの効果

○岸本 達真¹⁾, 石田 わか¹⁾, 戸所 大輔²⁾, 福田 憲¹⁾, 山城 健児¹⁾

1)高知大学医学部眼科学講座, 2)群馬大学医学部眼科

【目的】バクテリオファージ（ファージ）は、細菌に感染し溶菌するウイルスである。我々はこれまでファージの硝子体あるいは前房内投与による腸球菌性眼内炎の治療および予防効果を報告した。眼内レンズ（IOL）にバイオフィーム（BF）が形成された眼内炎では、抗菌薬に対する治療に抵抗すること、また再発の原因となることが報告されている。ファージは BF を融解する可能性があり、今回我々は、腸球菌による IOL に形成された BF に対するファージおよびバンコマイシンの効果について比較検討した。

【対象と方法】白内障手術後眼内炎由来のバンコマイシン感受性の腸球菌を実験に用いた。腸球菌の BF 関連遺伝子である enterococcus surface protein (Esp) 遺伝子の有無は PCR で確認した。腸球菌を IOL 上に播種し 24 時間培養し、IOL 上に BF 形成を誘導した。BF 形成後、IOL を生食で洗浄し培養液（対照群）、ファージ、あるいはバンコマイシンを添加した。6 時間後に生食で洗浄した後に IOL を乾燥させた。走査型電子顕微鏡で BF を形態学的に検討した。形成された BF はクリスタルバイオレットで染色し、抽出液を比色定量した。また IOL 上の腸球菌の生細菌数を計測した。

【結果】Esp 遺伝子を有する腸球菌を IOL 上に培養すると、IOL 上に粘液様の菌体外多糖体を含む BF が形成された。ファージ投与群では BF が融解し、対照群およびバンコマイシン添加群と比較し有意に BF 量と生細菌数が低下した。

【結論】ファージ療法は IOL 上に形成された BF により抗菌薬に治療抵抗性となった眼内炎に対し、新規治療法となる可能性が示唆された。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 無

O6-2

眼内レンズ固定術後逆瞳孔ブロック発症のリスク因子に関する検討

○正木 雄麻¹⁾, 重城 達哉¹⁾, 佐藤 圭司¹⁾, 関根 伶生¹⁾, 北岡 康史¹⁾

1) 聖マリアンナ医科大学

【目的】日常診療において眼内レンズ（IOL）固定術後、逆瞳孔ブロックに伴う眼圧上昇を経験することが多い。しかしそのメカニズムやリスク因子については未だ明らかになっていない部分が多い。今回症例を後ろ向きに検討することで発症のリスク因子について解析を行う。

【対象と方法】対象は 2019 年 10 月 1 日から 2023 年 8 月 31 日までの間に当院にて眼内レンズ縫着・強膜内固定術後に診療を行った 60 眼。内、逆瞳孔ブロックを生じなかったもの（－群）が 54 眼、生じたもの（＋群）が 6 眼であった。主要評価項目は虹彩長、虹彩と IOL の距離、前房深度、強膜岬間距離、隅角間距離、角膜水平・垂直直径、中心角膜厚とし術後を CASIA2 にて計測した。副次評価項目は術後 logMAR 矯正視力、眼圧、眼軸長、IOL の種類、内服薬、PE の有無、手術回数、DM の有無、IOL 固定の術式とした。＋群と－群の各評価項目との関連因子を多変量解析にて検討を行った。

【結果】解析にて、虹彩長が－群 3.60 ± 0.53 ＋群 4.12 ± 0.39 と長いものが有意に発作を生じた ($p=0.012$)、術後 logMAR 矯正視力が－群 0.16 ± 0.05 、＋群 -0.05 ± 0.07 と有意差が認められた ($p=0.041$)。その他検討項目では有意差は認められなかった ($p>0.05$)。

【結論】虹彩長が長い症例では IOL 固定術後の逆瞳孔ブロックを生じるリスクが高くなる可能性が示唆された。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 有

一般講演 6 症例検討・他

06-3

非穿孔性外傷性白内障に後嚢破裂を伴った 2 例

○高山 朋子¹⁾, 松島 博之¹⁾, 永田 万由美¹⁾, 妹尾 正¹⁾

1) 獨協医科大学眼科学教室

【目的】若年患者の非穿孔性外傷性白内障に、後嚢破裂を伴った 2 症例を報告する。

【症例 1】10 歳、男児。右眼に消しゴムが当たり受傷。受傷 3 日目に視力低下あり、前医で外傷性白内障の診断となった。受傷 4 日後に当院受診し、右眼前眼部光干渉断層撮影(OCT)で後嚢破損を認めた。視力は Vd=0.15(0.3)、眼圧は 14mmHg であった。受傷 14 日目、右外傷性白内障の進行を認め、視力は Vd=20cm、眼圧 13mmHg であった。受傷 21 日目に右超音波乳化吸引術＋眼内レンズ挿入術(PEA+IOL)を施行した。術中、チン小帯断裂は認められず前嚢切開(CCC)は施行できたが、後嚢破損と硝子体の液化のため、PEA 中に核の一部が落下した。硝子体用カッターで落下した核片と硝子体を一部切除、IOL を optic capture 法で固定し終了した。術後 7 日目の視力は Vd=0.9(1.2)、眼圧は 17mmHg で改善を認めた。

【症例 2】13 歳、女児。右眼に鞆の紐が当たり受傷。受傷 6 ヶ月目に右視力低下あり、前医で右外傷性白内障の診断となった。当院初診時、右後嚢下混濁を認めたが、前眼部 OCT で後嚢破損は確認できなかった。視力は Vd=0.5(0.9)、眼圧は 20mmHg であり受傷 7 ヶ月目に右 PEA+IOL を予定した。術中、チン小帯断裂は認めず、CCC は問題なく施行した。PEA 中に後嚢破裂を認めたが、核処理は問題なく終了し、前眼部に脱出した硝子体を処理し、IOL を optic capture 法で固定して終了した。術後 7 日目の視力は Vd=1.0(1.2)、眼圧は 17mmHg で改善を認めた。

【結果】若年の非穿孔性外傷性白内障症例には後嚢破裂を伴う場合がある。若年者で鈍的外傷による後嚢混濁を認めた場合は、後嚢破裂の可能性を疑い対処する必要がある。

【利益相反公表基準】 有

【倫理審査】 有

06-4

白内障術後晩期に誘因なく後発白内障が開裂し眼圧上昇を来したと思われた 1 例

○磯 雅知¹⁾, 亀井 翔太¹⁾, 福田 一央¹⁾, 橋爪 公平¹⁾, 黒坂 大次郎¹⁾

1) 岩手医科大学眼科学講座

【目的】白内障術後長期経過してから、誘因なく後発白内障が開裂し内容物により眼圧上昇を来したと思われた症例を経験したので報告する。

【症例】79 歳女性 14 年前に近医において右白内障に対し超音波乳化吸引術と眼内レンズ挿入術を行った。その後特に問題なく経過していたが、眼痛を生じ近医を受診した。受診時角膜浮腫と前房内異物を認め当院紹介となった。当院初診時、右視力 0.8 眼圧 31 mmHg、角膜浮腫は消退しており、前房内、特に下方隅角部に白色ペレット状の異物を認めた。後嚢は開裂しており前部硝子体中にも白色物が軽度認められた。後発白内障の開裂による石灰状の皮質の散布と判断し、外科的除去を勧めたが、症状が軽減しており希望なく近医での経過観察となった。3 か月後、角膜浮腫は消退していたが眼圧コントロール不良のため、再度紹介となった。再診時、視力は 0.7 で降圧点眼 4 剤にても眼圧 38 mmHg と高値であり、隅角部に石灰状の皮質と思われたものが残存していたため、外科的に除去した。その後、眼圧は降圧点眼 2 剤で 12 mmHg と低下し、視力は 1.0 となった。

【結論】明らかな誘因がなくても後発白内障が開裂し、眼圧上昇を来すことがある。

【利益相反公表基準】 無

【倫理審査】 無

一般講演 6 症例検討・他

Q6-5

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」白内障全国調査（第 2 クール終了報告）

○初坂 奈津子¹⁾， 胡 歆²⁾， 佐々木 允¹⁾， 久保 江理¹⁾， 大久保 利晃²⁾， 佐々木 洋¹⁾

1) 金沢医科大学眼科学講座 2) 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

【目的】本研究では東電福島第一原子力発電所の緊急作業従事者の放射線被ばくによる健康影響を長期に渡り検証する。2018 年から全国規模で縦断的白内障調査を行っており、今回は 6 年間の調査結果について報告する。

【方法】検診は 3 年に 1 回の頻度での受診とし、2018-20 年度を第 1 クール、2021-23 年度を第 2 クールとして全国 71 のクリニックの協力のもと、眼科医による散瞳での検査を中心に実施した。対象者の多い福島、東京、新潟の施設に計 8 台の簡易型徹照カメラを設置し水晶体撮影を含めた検診を行っている。

【結果】第 1 クール 486 名(53.7±10.0 歳)、第 2 クール 2211 名(57.7±9.5 歳)の検診が終了した。微小混濁もない透明水晶体眼の有所見率(第 1:27.4%, 第 2:20.3%)、放射線白内障の初期変化とされる Vacuoles のみの有病率(9.1%、5.8%)と第 1 から第 2 にかけて低下した。白内障(皮質、核、後囊下、Retrodots、Waterclefts)が確認されたのは第 1:63.6%から第 2:73.8%と割合が増加した。第 2 クールの白内障眼の矯正視力は 1.0 以上が 88.9%、0.7-0.9 が 8.9%、0.6 以下が 2.2%であり、事故後 10 年以上が経過しているが、対象者の 9 割近くが透明水晶体眼、微小混濁のみ、あるいは白内障があるが視力良好であるということが確認できた。

【結論】長期的に水晶体変化を観察することにより、現在多くの対象者で見られている微小混濁および白内障眼が、今後どのような経過で視覚障害性の白内障に進行するかが明らかとなる。また白内障と線量や線量率効果の関係の解明にもつながる可能性があり、長期の継続が必要である。

【利益相反公表基準】

有

【倫理審査】

有