

氏名	上野 勇太			
学位の種類	博士 (医学)			
学位記番号	博乙第 2766 号			
学位授与年月	平成 27年 10月 31日			
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当			
審査研究科	人間総合科学研究科			
学位論文題目	正常角膜における角膜厚の分布と角膜後面乱視			
主査	筑波大学教授	医学博士	野口 雅之	
副査	筑波大学准教授	博士 (医学)	鶴嶋 英夫	
副査	筑波大学講師	博士 (医学)	坪井 洋人	
副査	筑波大学特任助教	博士 (理学)	高崎 真美	

論文の内容の要旨

(目的)

従来、角膜後面屈折力の測定が出来ず、角膜屈折力として角膜前面の測定値から角膜全体を推測する角膜換算屈折力が汎用されていた。近年、角膜前面だけでなく後面の屈折力まで測定できる検査装置が登場し、前面と後面の形状評価がなされるようになった。これにより、乱視の解析において前面と後面の相似性が崩れており、前面乱視のタイプに依らず後面はほとんどの症例で倒乱視であることが明らかにされた。これはトーリック眼内レンズの術後成績にも関わっているとされているが、なぜ相似性が崩れているのかという点に関しての報告はない。そこで本研究の目的は、正常眼の角膜厚分布を調べ、角膜厚分布の不均一性が角膜後面乱視に与える影響を検討することである。

(対象と方法)

対象は2010年4月～2013年8月までの間に筑波大学病院眼科およびいとう眼科を受診した正常眼418例418眼(49.0±23.4歳、男性213例、女性205例)とした。対象は全て右眼のみで、角膜疾患を有する症例、眼科手術歴のある症例、コンタクトレンズ常用者、その他の眼疾患により角膜形状に影響すると予想された症例は除外した。

前眼部光干渉断層計(前眼部OCT)(SS-1000、CASIA、Tomey)を使用して、中心角膜厚、角膜中心3mm地点での傍中心角膜厚および角膜屈折力の測定を行った。傍中心角膜厚については角膜を4象限(上方・下方・鼻側・耳側)に分け、それぞれの測定値を比較した。また、上方と下方の平均値として鉛直角膜厚を、鼻側と耳側の平均値として水平角膜厚を定義し、両者の比較を行った。角膜厚の加齢性変化を検討するため、各4象限の角膜厚、更に鉛直角膜厚と水平角膜厚の差について、それぞれ年齢との相関を調べた。

審査様式 2 - 2

角膜屈折力については角膜後面乱視に注目し、2種類の方法で算出した。1つは角膜換算屈折力の乱視から算出される角膜後面乱視（仮想値）、もう1つは測定した角膜後面乱視（測定値）である。両者をそれぞれベクトル座標上に表示して比較した上で、両者の差をベクトル解析して年齢との相関を調べた。

角膜厚分布の不均一性が角膜後面乱視の測定値に与える影響を調べるため、鉛直角膜厚と水平角膜厚の差と、ベクトル解析で算出された2種類の角膜後面乱視の差の相関を検討した。

（結果）

中心角膜厚は加齢とともに菲薄化していた。傍中心角膜厚は上方・鼻側・下方・耳側の順で厚く、上方を除いた3象限で加齢とともに菲薄化していた。また、鉛直角膜厚は水平角膜厚よりも有意に厚く、その差は加齢とともに増大した。

角膜後面乱視の仮想値と測定値の間に有意差を認めた。仮想値と測定値をそれぞれ倍角座標系に表すと、仮想値は均一に分布している一方で、測定値は ± 30 度以内の倒乱視側に偏って分布した。両者の差をベクトル解析で算出すると、平均ベクトルは $0.23 \pm 0.10D$ であり、加齢とともに増大した。

鉛直角膜厚と水平角膜厚の差と、2つの角膜後面乱視の差はよく相関した。

（考察）

本論文で中心角膜厚および上方を除く3象限の傍中心角膜厚が加齢とともに薄くなることを示した。既報にて、レーザー共焦点顕微鏡を使用して角膜の微細構造変化を解析し、角膜基底下神経線維・角膜実質細胞・内皮細胞の密度が加齢とともに減少し、Bowman膜が加齢で菲薄化するとされている。このような変化が角膜が加齢で菲薄化する原因となったと考えられた。また、本研究では上方の傍中心角膜厚のみ加齢性変化を認めなかったが、これは上眼瞼による保護のために、上方の角膜は加齢による微細構造の変化が乏しかったと推測された。この不均一な加齢変化によって、特に高齢者の角膜で鉛直方向と水平方向で厚さの差が生じたと思われる。

既報では、角膜換算屈折力と角膜全体を測定した屈折力の乱視について、 $0.22D \sim 0.28D$ 程度の差があると言われている。今回、我々は後面乱視のみに注目して同様の検討を行い、既報とほぼ同等の $0.23 \pm 0.10D$ の差があり、実際の角膜後面は倒乱視に偏っていた。角膜換算屈折力は角膜厚が一定であるという前提で、角膜前面のカーブから概算される角膜屈折力である。この中で想定されている角膜後面のカーブは前面のカーブと相似である。しかし、今回我々が示した通り、実際の角膜厚は一定でなく特に鉛直方向では水平方向よりも厚くなっている。つまり、角膜後面は鉛直方向において角膜換算屈折力の算出上で想定されたカーブよりも曲率が強くなっており、倒乱視に偏る傾向があることを意味する。これは、鉛直角膜厚と水平角膜厚の差が、2つの角膜後面乱視の差とよく相関したことから、統計学的に証明された。

角膜厚は一定ではなく、その不均一性は加齢で増大した。角膜厚の不均一性が角膜後面乱視の倒乱視化を生み出している。汎用されている角膜換算屈折力では角膜全体の乱視を正確に概算することは出来ず、その誤差は高齢者で特に大きくなっていった。トーリック眼内レンズを使用して白内障手術を行う際には、角膜後面乱視を考慮して手術に臨む必要がある。

審査の結果の要旨

審査様式 2 - 2

(批評)

著者は本論文で前眼部光干渉断層計（前眼部 OCT）を用いて、実際の角膜厚は一定でなく特に鉛直方向では水平方向よりも厚くなっている。つまり、角膜後面は鉛直方向において角膜換算屈折力の算出上で想定されたカーブよりも曲率が強くなっており、倒乱視に偏る傾向があることを明らかにした。白内障治療を始め多くの視力機能治療に役立つ実践的かつ基礎的業績であり極めて評価できる研究である。

平成 27 年 8 月 4 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、学力の確認を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（医学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。