LASIK (laser in situ keratomileusis) 術前後の眼軸長変化 ～ 光学式眼軸長測定装置IOLマスターによる測定 ～

矢野 隆¹⁾・魚里 博²⁾・清水 公也¹⁾・鈴木 雅信¹⁾
伊藤美沙絵²⁾・相澤 大輔¹⁾・天野 理恵¹⁾

¹⁾ 北里大学医学部眼科学教室

²⁾ 北里大学医療衛生学部

Change of the Axial Length after LASIK (laser in situ keratomileusis) measured with an Optical Coherence Biometry, IOLMaster

Takashi Yano¹⁾, Hiroshi Uozato²⁾, Kimiya Shimizu¹⁾, Masanobu Suzuki¹⁾
Misae Itou²⁾, Daisuke Aizawa¹⁾, Rie Amano¹⁾

¹⁾ Department of Ophthalmology, Kitasato University

²⁾ Department of Orthoptics and Visual Science, Kitasato University

要 約

臨床的に精度の高いと言われている光学式眼軸長測定装置IOLマスターTM (Carl Zeiss) を用いてLASIK (laser in situ keratomileusis) 術後の眼軸長変化が捉えられるかを検討した。

対象は、2002年4月から10月までに当院にてLASIKを施行した20歳から55歳 (平均年齢 32.6 ± 9.9 歳) の14名28眼であった。術前の等価球面度数は、 $-2.75 \sim -9.50\text{D}$ (平均 $-6.33 \pm 1.77\text{D}$) であった。眼軸長測定には光学式眼軸長測定装置IOLマスターTMを使用し、角膜厚測定にはスリットスキャン式角膜形状解析装置ORBSCANTM (Orbtek) を用いた。

性別、年齢別、屈折別の3項目で検討を行った。年齢や屈折度に関係なく、術後の眼軸長は術前に比較して有意に短く、角膜厚も有意に薄く測定された ($p < 0.01$)。男女間に有意差は認めなかった (二元配置分散分析法)。

IOLマスターTMはLASIK術後早期から非接触で眼軸長測定が可能であり僅かな眼軸長変化を捉える事ができるため屈折矯正手術の臨床においても極めて有用な装置であると考えられた。

別冊請求先 (〒228-8555) 神奈川県相模原市北里1-15-1

北里大学病院眼科 矢野 隆

Tel. 042-778-8429 Fax. 042-778-9920

Key words : Laser in situ keratomileusis, axial length, corneal thickness, ablation depth, optical biometry

レーザー角膜内切削形成術, 眼軸長, 角膜厚, 切除深度, 光学式

Abstract

We evaluated the axial length before and after LASIK (laser in situ keratomileusis) with a high precision optical coherence biometry, the IOLMaster™ (Carl Zeiss). The study involved 28 eyes of 14 patients (20~55 years old) who underwent LASIK surgery from April to October, 2002. The range of spherical equivalent before surgery was $-2.75 \sim -9.50$ D (mean -6.33 ± 1.77 D). The IOLMaster™ and ORBSCAN™ (Orbtek) were used to measure the axial length and the corneal thickness, respectively. All data were divided into three indexes: sex, age and refraction. These data were statistically analyzed by two way ANOVA. In all patients, the significant reduction (approximately $100 \mu\text{m}$) in both the axial length and the corneal thickness were shown regardless of age, sex and refraction ($p < 0.01$). We concluded that the IOLMaster™ is very useful device to measure the axial length in keratorefractive surgery such as LASIK because of no need to contact with cornea.

I. 緒 言

近年、レーザー角膜屈折矯正手術は発展をし、歴史は浅いがLASIK (laser in situ keratomileusis) が主流となり注目されている^{1) ~5)}。LASIKでは、角膜上皮とボーマン膜を温存し角膜実質をエキシマレーザーで切除する方法であるが⁵⁾ 理論的に術後には眼軸長は予定切除量分短くなり角膜厚は予定切除量分薄くなるはずである。今回、臨床的にも精度の高いと言われている非接触型光学式眼軸長測定装置IOLマスター™ (Carl Zeiss)^{6) ~11)} を使用し、術後に眼軸長が予定切除量分本当に短くなるのか、そしてLASIK後の眼軸長変化を捉えられるかどうか比較検討を行った。

II. 対象及び方法

対象は2002年4月から10月の期間で北里大学病院にて近視矯正を目的としたLASIKを施行し経過観察が出来た屈折異常以外に眼疾患を有さない20歳から55歳 (平均年齢 32.6 ± 9.9 歳) の14名28眼 (男性8眼、女性20眼) である。術前の等価球面度数は $-2.75 \sim -9.50$ D (平均 -6.33 ± 1.77 D) であった。

眼軸長測定には非接触型光学式眼軸長測定装置IOLマスター™ (Carl Zeiss) を使い、角膜厚測定にはスリットスキャン式角膜形状解析装置

ORBSCAN™ (Orbtek) を用いた。測定は術前、術後1日、1週間、2週間、1ヶ月、3ヶ月の計6回測定した。眼軸長測定は400 lxの照度下で行い、角膜厚測定は10 lx以下の照度下で行った。

エキシマレーザーはSTAR SMOOTH MASTER II™ (VISX) を使い、照射径は6mmとした。全例で矯正目標は正視であった。レーザー照射は当院ノモグラムによって作成された値で、予定切除量は $42 \sim 100 \mu\text{m}$ (平均 $73.0 \pm 17.9 \mu\text{m}$) であった。

眼軸長および角膜厚の変化量について全体、性別、年齢別、屈折別の4項目で検討を行った。眼軸長および角膜厚における経過観察中の変化が統計的に有意であるかどうか、二元配置分散分析法を用いて解析した。

III. 結 果

1. 全体

眼軸長・角膜厚において、術後3ヶ月の間予定切除量以上に変化が認められた。眼軸長に関して術後3ヶ月間、予測値より短くなり1週間目で一番短くなった (図1)。眼軸長の変化は術後1・2週間目でやや短くなり、1ヶ月目で安定した (表1、図1)。角膜厚に関しても眼軸長と同様に術後3ヶ月間、予測値より薄くな

り1週間目で一番薄くなった(図1)。角膜厚の変化は2週間目で安定した(表2、図1)。

図1 全体の眼軸長と角膜厚変化量の結果
 ——予定切除量を表している
 点線の予定切除量より上方にある場合⇒
 眼軸長(長い)、角膜厚(厚い)
 点線の予定切除量より下方にある場合⇒
 眼軸長(短い)、角膜厚(薄い)
 二元配置分散分析法 $p < 0.01$

表1. 全体の眼軸長変化量の結果

	変化量 (μm)	眼数
術後1日	102.5 ± 50.7	28
術後1週	111.9 ± 52.6	26
術後2週	110.5 ± 59.7	22
術後1月	99.5 ± 35.3	20
術後3月	100.0 ± 28.8	14

変化量は術前から術後の値を引いた値を表している。

表2. 全体の角膜厚変化量の結果

	変化量 (μm)	眼数
術後1日	129.4 ± 28.4	28
術後1週	138.0 ± 28.3	26
術後2週	120.8 ± 36.4	22
術後1月	118.8 ± 37.7	20
術後3月	120.8 ± 32.9	14

変化量は術前から術後の値を引いた値を表している。

角膜厚の変化は眼軸長の変化に比べ変化量が大きかった(図1)。術後の眼軸長は約 $100\mu\text{m}$ 短く、角膜厚は約 $120\mu\text{m}$ 薄く評価されていた(予定切除量約 $73\mu\text{m}$)。観察期間中の眼軸長の変化に関して二元配置分散分析法を用いてその変化量を検討したところ変化に関して有意差を認めた($p < 0.01$)。角膜厚においても同様に有意差を認めた($p < 0.01$)。

2. 性別

眼軸長・角膜厚の変化に関しての有意差(二元配置分散分析法)を検討したところ有意差は無かった。女性は男性に比べ眼軸長・角膜厚の変化の戻りが強い傾向があった(図2)。

図2 性別における変化量の結果
 予定切除量 女性 $75.2\mu\text{m}$ 男性 $67.4\mu\text{m}$
 ——予定切除量を表している

3. 年齢別 (今回、眼数の関係から平均年齢に近い35歳で分けた)

眼軸長・角膜厚の変化に関しての有意差(二元配置分散分析法)を検討したところ眼軸長の変化と角膜厚の変化、各々で($p < 0.01$)有意差を認めた。

予定切除量が術前から異なっている為、正規化(変化量÷予定切除量)を行い検討したところ同様に有意差を認めた。35歳未満は35歳以上に比べ眼軸長の変化の戻りが強い傾向があった(図3、4)。

4. 屈折別 (今回、眼数の関係から術前平均屈折値に近い-6Dで分けた)

年齢別と同様に眼軸長・角膜厚の変化に関しての有意差(二元配置分散分析法)を検討したところ眼軸長の変化と角膜厚の変化、各々で($p < 0.01$)有意差を認めた。

予定切除量が術前から異なっている為、正規

図3 年齢別における変化量の結果
 —— 予定切除量を表している
 予定切除量 35歳未満76.4 μm
 35歳以上66.7 μm

図4 年齢別における変化量の結果 (正規化)
 正規化: 変化量 ÷ 予定切除量

図5 屈折別における変化量の結果
 予定切除量 -6D未満56.9 μm
 -6D以上83.9 μm
 —— 予定切除量を表している

図6 屈折別における変化量の結果 (正規化)
 正規化: 変化量 ÷ 予定切除量

化を行い検討したところ同様に有意差を認めた。-6D未満は-6D以上に比べ角膜厚の変化の戻りが強い傾向があった(図5、6)。

IV. 考 按

LASIKは重篤な合併症もなく、高い矯正精度の得られる安全性の高い手術であると¹⁾言われるくらいにLASIKでは満足する成績が得られ有用性が高いと考えられている^{2) 4)}。しかし、手術である以上、100%安全・確実ではなく、100%の矯正精度があるわけでもない¹²⁾。

また、エキシマレーザーの矯正プログラムはPRKを基礎としているため、LASIKを施行する際には矯正量を加減する必要がある施設ごとに矯正プログラムの確立が重要とされている¹³⁾。

今回、臨床的にも精度の高い非接触型光学式眼軸長測定装置IOLマスターTM (Carl Zeiss) と含水率の影響を受けにくいスリットスキャン式角膜形状解析装置ORBSCANTM (Orbtek) にて眼軸長と角膜厚を術前術後で比較したところ、眼軸長・角膜厚ともにデータ上、多く切除されているように計測された。また、眼軸長と角膜厚の変化で有意差があったものの角膜厚が眼軸長より約20 μm 薄く計測されているのはORBSCANTM (Orbtek) での測定は超音波で測定された角膜厚より約40 μm 程度厚く評価されている^{14) 15)} という報告や20~28 μm 大きく評価する¹⁶⁾ という報告から考えると術後眼軸長と角膜厚は同様な値で変化をしていると考えられた。つまりLASIK後の眼軸長変化は角膜厚での影響が大きいと考えられた。角膜厚は通常1~3ヶ月で安定し¹⁷⁾、視力は約1ヶ月で安定する¹⁸⁾ という報告と今回の結果で眼軸長・角膜厚が約2週から1ヶ月で安定していることから角膜厚において予定切除量より多く切除されている可能性があると考えられた。また、術後の合併症としてドライアイがあげられるがドライアイは3ヶ月程度で消失する¹⁹⁾ という報告から涙液層が変化している可能性や角膜の含水率が低下して非薄化している^{20) 21)} 可能性も考えられる。LASIKにおいて切除時に残余角膜厚400 μm 以上、残余ベット厚250 μm 以上という値が提唱さ

れているが、まだ確定的ではなくこの基準をクリアーしていてもKeratectasiaを発症する例もある²²⁾という報告がある。今回の結果から予定切除量以上に切除されているのであれば、今後矯正量の多い強度近視や角膜厚の薄い症例に対して角膜厚との兼ね合いで矯正量を見直す必要があるかもしれない。

当院のノモグラム作成に必要な性別、年齢、屈折別²³⁾で検討した結果、性別では有意差はないが女性は男性に比べ眼軸長・角膜厚の変化の戻りが強い傾向があった。年齢別においては今回35歳で分けたが、眼軸長・角膜厚の変化のおのひきで有意差があり35歳未満では35歳以上に比べて眼軸長の変化の戻りが強い傾向があった。屈折別でも眼数の関係から-6Dで分けたが年齢別と同様に眼軸長・角膜厚の変化のおのひきで有意差があり-6D未満では-6D以上に比べ角膜厚の変化の戻りが強い傾向があった。これらのことは、当院のノモグラムにおいて矯正量が同じでも女性は男性より切除量が多いこと、簡単に比較は出来ないが年齢が低いほど、また屈折度が少ないほど切除量が多いことを反映している。ノモグラムは経験上のものであるが今回の検討により、ある程度理論的なものであることが分かった。

今回、角膜切除にともなう眼軸長の変化を検討したが、LASIKによるregressionの原因が軸性か角膜によるものかを知るうえでも有用と考えられる。今後症例数を増やし長期的な経過を追って今回検討していない屈折などと検討していく必要があるだろう。また、IOLマスターTM (Carl Zeiss) による測定は非接触型なので手術後の接触による不快感がなく、感染症予防、角膜圧迫がないという利点から早期からLASIK後の眼軸長測定が行え眼軸長変化を捉える事ができるので臨床においても極めて有用な装置であると考えられた。

参考文献

- 1) 榎本喜久子, 他: Laser in situ keratomileusis (LASIK) による近視矯正. IOL & RS 12: 269-273, 1998
- 2) 清水公也: エキシマレーザー外来開設のコツ. あたらしい眼科16: 1051-1061, 1999
- 3) 清水公也: LASIKの現状と術後管理. 日本の眼科71: 961-964, 2000
- 4) 榎本喜久子, 他: 近視強度別LASIKの成績. 眼科手術12: 395-399, 1999
- 5) ビッセン-宮島弘子, 他: LASIK. あたらしい眼科15: 209-210, 1998
- 6) 嶺井利沙子, 他: 眼軸長測定における眼内レンズの影響. 眼科手術15: 545-548, 2002
- 7) 嶺井利沙子, 他: レーザー干渉による非接触型眼軸長測定の検討. あたらしい眼科19: 121-124, 2002
- 8) 矢野隆, 他: 眼軸長測定に及ぼす瞳孔径の影響〜超音波と光学式の比較〜. 日視会誌31: 95-102, 2002
- 9) 鈴木博子, 他: レーザー干渉非接触型眼軸長測定装置によるコンタクトレンズ装用眼の測定. 日視会誌31: 219-224, 2002
- 10) 鈴木博子, 他: 調節に伴う光学式眼軸長の変化. 日視会誌, 投稿中
- 11) 筒井健太, 他: 光学式眼軸長測定装置における眼屈折系の日内変動. 日視会誌, 投稿中
- 12) 越智利行: 患者の満足度、患者の集め方. ビッセン-宮島弘子 (編): LASIK, 26-27, メディカルトリビューン, 東京, 2000
- 13) 越智利行: 目標屈折値のエラーと対策. 白井正彦 (編): 眼科診療プラクティス83, 49-51, 文光堂, 東京, 2002
- 14) 魚里博: 角膜形状の評価法. 眼科39: 697-705, 1997
- 15) 魚里博, 他: 新しい角膜形状解析装置-Orbscan[®]-. あたらしい眼科14: 1509-1510, 1997
- 16) Yaylali V, et al: Corneal thickness measurements with the Orbscan Topography System and ultrasonic pachymetry. J Cataract Refract Surg 23: 1345-1350, 1997
- 17) ビッセン-宮島弘子: enhancementを行う基準と時期. 白井正彦 (編): 眼科診療プラクティス83, 62-64, 文光堂, 東京, 2002
- 18) 越智利行: エキシマレーザーによる屈折矯正手術の術後成績と患者の満足度調査. 臨眼

- 54：451－457，2000
- 19) Toda I, et al: Dry eye after laser in situ keratomileusis. Am J Ophthalmol 132: 1-7, 2001
- 20) 増田紀子：角膜厚と含水率，魚里博，清水公也（編）：屈折矯正のプロセスと実際，187-189，金原出版，東京，1998
- 21) 増田紀子，他：角膜含水率が超音波パキメトリーに及ぼす影響．眼科手術9：561－564，1996
- 22) 天野史郎：LASIK後のkeratectasia．あたらしい眼科19：191－192，2002
- 23) 大野晃司：LASIKの現状（3）．眼科手術14：451－456，2001
-