

白内障手術前の角膜乱視

三宅 俊之, 神谷 和孝, 天野 理恵, 清水 公也

北里大学医学部眼科学教室

要 約

緒 言：白内障手術前における角膜乱視分布および年齢との関連について、多数例におけるレトロスペクティブな検討を行った。

対象と方法：2002年4月から2009年9月までに北里大学病院において白内障手術を施行した7,187例12,428眼を対象とした。年齢は 69.9 ± 12.1 歳(平均値 \pm 標準偏差)であり、男性5,396眼、女性7,032眼であった。術前における角膜乱視分布についてオートレフラクトメータARK-700A, RKT-7700(Nidek), RK-F1(Canon), Retinomax K-plus2(Righton)により検討し、いずれも各3回以上測定を行い、平均値を解析に使用した。

結 果：術前の角膜乱視度数は 1.02 ± 0.81 D(0~14.75D)であった。角膜乱視が1D以下は63.6%、1Dより大

きく1.5D以下が20.9%、1.5Dより大きく2D以下が7.4%、2Dより大きく2.5D以下が3.8%、2.5Dより大きく3.0D以下の症例は1.8%であった。乱視量に関して性差や左右差はなく、年齢別では、若年者では直乱視が多く高齢者では倒乱視の比率が増加した。斜乱視の比率は横ばいであった。

結 論：白内障手術前の患者の約2/3は角膜乱視が1D以下であり、残りの約1/3の患者は1D超の角膜乱視が存在する。若年者では直乱視の比率が多く、年齢とともに倒乱視の比率が増加していった。(日眼会誌115:447—453, 2011)

キーワード：角膜乱視, 直乱視, 倒乱視, 白内障手術

Corneal Astigmatism before Cataract Surgery

Toshiyuki Miyake, Kazutaka Kamiya, Rie Amano and Kimiya Shimizu

Department of Ophthalmology, Kitasato University School of Medicine

Abstract

Purpose : To investigate the distribution of corneal astigmatism, and the relationship of astigmatism to the patients' age in a large number of pre-cataract surgery patients.

Materials and Method : We retrospectively examined 12428 eyes of 7187 patients (5396 eyes of men, 7032 eyes of women) who underwent cataract surgery at Kitasato University Hospital from April, 2002 to September, 2009. The mean patients' age at the time of surgery was 69.9 ± 12.1 years. We determined corneal astigmatism using an Auto Refract Keratometer ARK-700A, a RKT-7700(Nidek), a RK-F1(Canon) and a Retinomax K-plus2(Righton). We carried out these measurements at least three times for each patient, and the average values were used for analysis.

Results : The mean corneal astigmatism was 1.02 ± 0.81 D (0 to 14.75 D). The percentage of 1 D or less of corneal astigmatism was 63.6%, that of more than 1 D and 1.5 D or less was 20.9%, that of more than 1.5 D and 2 D or less was 7.4%, that of more than 2 D

and 2.5 D or less was 3.8% and that of more than 2.5 D and 3 D or less was 1.8%. Neither significant laterality nor age difference in corneal astigmatism were found. The prevalence of with-the-rule astigmatism (WTR) was common in young population, whereas the prevalence of against-the-rule astigmatism (ATR) increased in the older population, whereas the prevalence of oblique astigmatism remains unchanged.

Conclusions : Approximately two thirds of the preoperative patients had 1 D or less corneal astigmatism, and the remaining one third had over 1 D corneal astigmatism. The frequency of WTR was greater at a younger age, and that of ATR, at an older age.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 115 : 447—453, 2011)

Key words : Corneal astigmatism, With-the-rule astigmatism, Against-the-rule astigmatism, Cataract surgery

別刷請求先：252-0374 相模原市南区北里1-15-1 北里大学医学部眼科学教室 三宅 俊之

(平成22年5月13日受付, 平成22年11月26日改訂受理) E-mail: ys01.w.mmipfirdf@gmail.com

Reprint requests to: Toshiyuki Miyake, M. D. Department of Ophthalmology, Kitasato University School of Medicine, 1-15-1 Kitasato, Minami-ku, Sagami-hara-shi, Kanagawa-ken 252-0374, Japan

(Received May 13, 2010 and accepted in revised form November 26, 2010)

I 緒 言

近年、白内障手術においては患者の QOV (quality of vision) や満足度を向上させるため、屈折矯正手術の要素も強くなっている。白内障手術がより小切開で行われるようになり、また非球面眼内レンズや多焦点眼内レンズ、モノビジョン法の普及によって乱視矯正がさらに重要視されてきている¹⁾。つまり、白内障手術前の乱視を精査し、術後の乱視を予測し減少させることが要求されてきている。

現在の乱視矯正法としては、一般的なものとして眼鏡・コンタクトレンズ装用がある。また、白内障手術時の切開の大きさや切開位置の選択なども術後の惹起乱視として影響してくる。直接的な角膜乱視矯正手術として白内障手術と同時に行える AK (astigmatic keratotomy) や LRIs (limbal relaxing incisions), またエキシマレーザーによる治療として PARK (photoastigmatic refractive keratectomy) が行われている²⁾。最近では眼内レンズによる乱視矯正法として、トーリック眼内レンズも注目されている³⁾。

このように現在ではさまざまな乱視矯正法があり、白内障手術前に角膜乱視の正確な理解が必要となってくる。しかしながら、白内障手術前の角膜乱視の多数例の報告は少ない。今回、著者らは多数の白内障症例における角膜乱視の測定を行い、得られた結果について検討したので報告する。

II 対象と方法

対象は、2002年4月から2009年9月までに北里大学病院における白内障手術 PEA (phacoemulsification and aspiration), ECCE (extracapsular cataract extraction), ICCE (intracapsular cataract extraction) を受けた症例 7,187 例 12,428 眼 (男性 5,396 眼・女性 7,032 眼, 右眼 6,203 眼・左眼 6,225 眼) であり、年齢は平均値±標準偏差: 69.9±12.1 歳 (1~99 歳) である。

白内障手術前のこれらの症例の角膜乱視をオートレフラクトケラトメータ ARK-700A, RKT-7700 (Nidek), RK-F1 (Canon), Retinomax K-plus2 (Righton) を用いて測定した。測定可能であったすべての症例を対象とし、いずれも各 3 回以上測定し、乱視の大きさと軸のそれぞれの平均値をレトロスペクティブに検討した。測定した結果の検討にあたっては、まず対象の結果を年代別に 6 群に分類した。A 群: 40 歳未満, B 群: 40 歳以上 50 歳未満, C 群: 50 歳以上 60 歳未満, D 群: 60 歳以上 70 歳未満, E 群: 70 歳以上 80 歳未満, F 群: 80 歳以上の 6 群である。これら年代別の 6 群について、直乱視群、倒乱視群、斜乱視群に分類した。これらの定義は、強主経線の軸が、直乱視群は 60°~120° のもの、倒乱視群は 0°~30°, 150°~180° のものとした。また強主経線の軸

がこれら以外のものを斜乱視群とし、強主経線と弱主経線の角膜屈折力が等しい症例を角膜乱視 0 D 群とした。そしてこれらの各乱視の分布を年代別に計算した。さらに年代別に乱視度数の平均値 (標準偏差) を算出し、乱視量の分布を比較した。

III 結 果

全体の術前角膜乱視度数の平均は 1.02±0.81 D (0~14.75 D) であり、弱主経線の角膜屈折力 (K1) は 43.91±1.67 D, 強主経線の角膜屈折力 (K2) は 44.96±1.74 D, K1 と K2 の平均である mean K 値は 44.44±1.64 D (37.0~51.8 D) であった。性差に関しては男性 1.01±0.81 D, 女性 1.03±0.81 D であり有意差は認めず (p=0.167, Mann-Whitney U test), また左右差に関しては右眼 1.03±0.81 D, 左眼 1.01±0.81 D であり有意差は認めなかった (p=0.107, Mann-Whitney U test)。全体の乱視度数別の分布は、0.5 D 以下: 28.1%, 0.5 D 超 1 D 以下: 35.6%, 1 D 超 1.5 D 以下: 20.9%, 1.5 D 超 2 D 以下: 7.4%, 2 D 超 2.5 D 以下: 3.8%, 2.5 D 超 3 D 以下: 1.8%, 3 D 超: 2.4% であった (図 1)。乱視別では、直乱視は 4,930 眼 (39.7%), 倒乱視は 5,083 眼 (40.9%), 斜乱視は 2,242 眼 (18.0%), 角膜乱視 0 D は 173 眼 (1.4%) であった。約 40% ずつを占めている直乱視群と倒乱視群の乱視量は、ほぼ同様の分布であった (図 2)。年齢別では、A 群は 311 眼 (2.5%) で角膜乱視度数の平均は 1.71±1.08 D, B 群は 302 眼 (2.4%) で平均 1.20±0.81 D, C 群は 1,323 眼 (10.7%) で平均 1.01±0.78 D, D 群は 3,286 眼 (26.4%) で平均 0.93±0.79 D, E 群は 4,824 眼 (38.8%) で平均 0.96±0.74 D, F 群は 2,382 眼 (19.2%) で平均 1.16±0.89 D であった。乱視度数において、B 群と F 群間, C 群と D 群間, C 群と E 群間, D 群と E 群間以外で有意差を認めた (p<0.01, Tukey's HSD procedure)。A~F 群の 6 つに分けた年齢別の乱視量の分布は、40 歳以上ではどの年代も 0.5~1.0 D の比率が最も大きかった (図 3)。また年齢別に乱視の種類分布をみたところ (図 4)、60 代までは直乱視の比率が倒乱視の比率より多く、加齢に伴い次第に直乱視の比率が減少、倒乱視の比率が増加し、70 代以上で倒乱視の比率が直乱視を上回った。統計学的には、年齢の増加に伴い直乱視の比率が有意に減少 (p<0.001, Cochran armitage test) し、また倒乱視の比率が有意に増加 (p<0.001, Cochran armitage test) を認めた。また斜乱視の比率は、年齢別により有意な差を認めなかった (p=0.144, Cochran armitage test)。

IV 考 按

加齢に伴う調節力の減退つまり老視は 40 代前半より自覚されてくることが多い。この老視に対し、白内障手術における調節力再建の試みとして、多焦点眼内レンズ

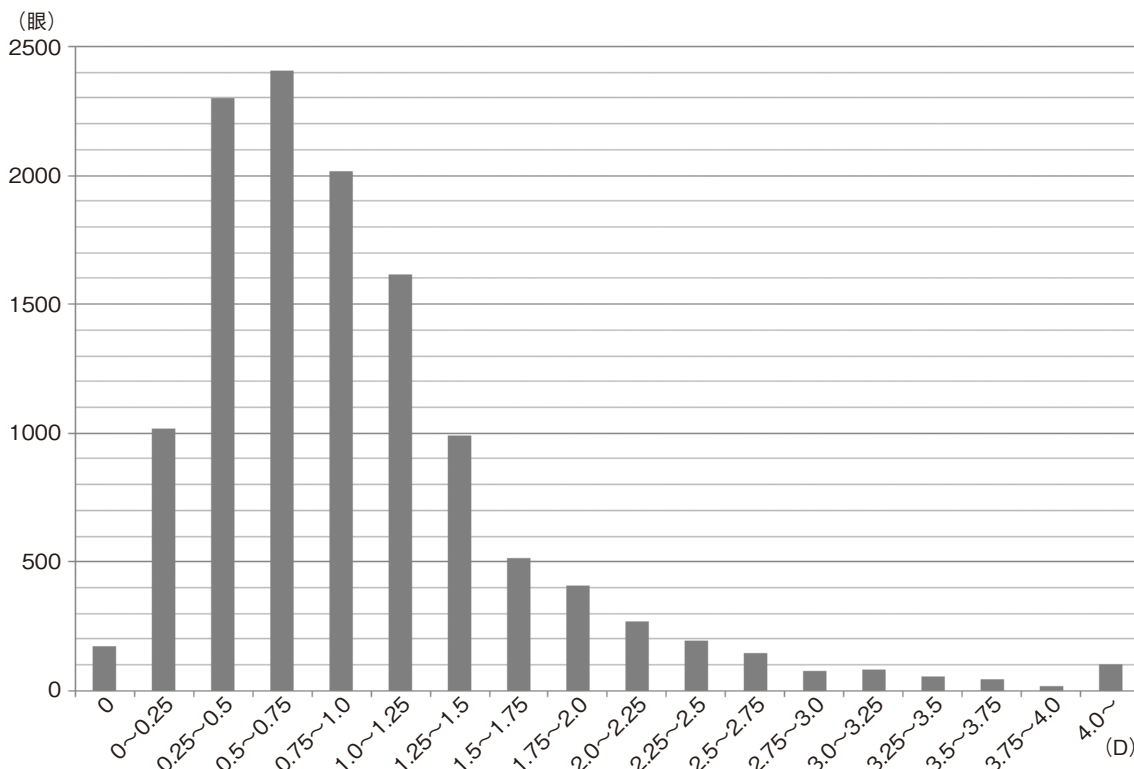


図 1 全体の乱視量の分布。
 角膜乱視 1.0 D 超は全体の 36.3%，1.5 D 超は 15.4%，2.0 D 超は 8.0% であった。

やモノビジョン法が一般に普及し用いられている。多焦点眼内レンズやモノビジョン法においては、術後に良好な裸眼視力が期待できる症例の選択が重要であり、強度角膜乱視を有する症例は適応外となる。適応範囲としては、モノビジョンでは術前角膜乱視が 1.5 D 以内とされ、また多焦点眼内レンズでは 1.0 D 以内が望ましく、1.5 D 以内までは何らかの乱視矯正法 (LRIs, エキシマレーザーによる治療など) を検討したうえで許容範囲内であるとされている^{4)~6)}。

実際に今回の結果では、術前の角膜乱視の平均が 1.02 ± 0.81 D、角膜乱視が 1.0 D 以下の割合は 63.6% と全体の約 2/3 であった。角膜乱視が 1.0 D 超は 36.3%，1.5 D 超は 15.4%，2.0 D 超は 8.0% の割合であった。つまり角膜乱視が 1.0 D 超の約 1/3 の症例では、白内障手術時に術後残余乱視も考慮し乱視矯正の必要性を術前から考慮すべきと考えられた。

乱視矯正法の一つである AK や LRIs の方法では、切開の数や深さ、長さなどさまざまな因子により術後乱視矯正効果が変わってくる⁷⁾。LRIs のノモグラムの一つである JP Gills Nomogram では、角膜乱視が 1 D 以上から LRIs を施行し、度数により切開の本数・長さを変えている。当院では術前の角膜乱視が 1.5 D 以上で LRIs を考慮しており、今回の結果では全症例のうちおおよそ 15% が適応内となる。このうち ECCE・ICCE 例、不正乱視例、矯正視力不良例などを除外し、実際に LRIs を

施行したのは 9.0% であった。また眼内レンズによる乱視矯正法としては、日本でもトーリック眼内レンズが普及しつつある。もともとトーリック眼内レンズは、1994 年に Shimizu らにより世界で初めて臨床的に使用されている⁸⁾。現在、日本で使用可能であるトーリック眼内レンズのアクリソフ® IQ TORIC では、レンズの選択により最大、角膜面上で 2.06 D までの乱視矯正効果が可能であるが、術後の軸ずれなどの問題点も挙げられる⁹⁾¹⁰⁾。当院では 2009 年 8 月からアクリソフ® IQ TORIC の挿入を開始しており、基本的に術前の角膜乱視が 2.0 D 以上である症例に対し T5 モデルを挿入している。今回の結果で術前の角膜乱視が 2 D 以上である症例はおおよそ 8% であるが、このうち ECCE・ICCE 例、不正乱視例、矯正視力不良例、散瞳不良例などを除外し、2009 年 8 月～2010 年 7 月の間に実際にアクリソフ® IQ TORIC を挿入した症例は 4.7% (PEA, ECCE, ICCE を受けたすべての症例 2,899 眼のうち 136 眼に挿入) であった。

これまで今回ほどの多数例の検討は報告されていないが、本邦では福山によると 2,057 眼 (平均年齢 73.1 歳) の白内障手術前の角膜乱視では、1 D を超える割合が 41.1%，1.5 D より大きい割合が 19.7% であった¹¹⁾。Asano らは 2,162 眼 (平均年齢 58.7 歳, 40~79 歳) で平均角膜乱視が 0.86 D であった¹²⁾。また海外では、Ferrer-Blasco らによると 4,540 眼 (平均年齢 60.6 歳,

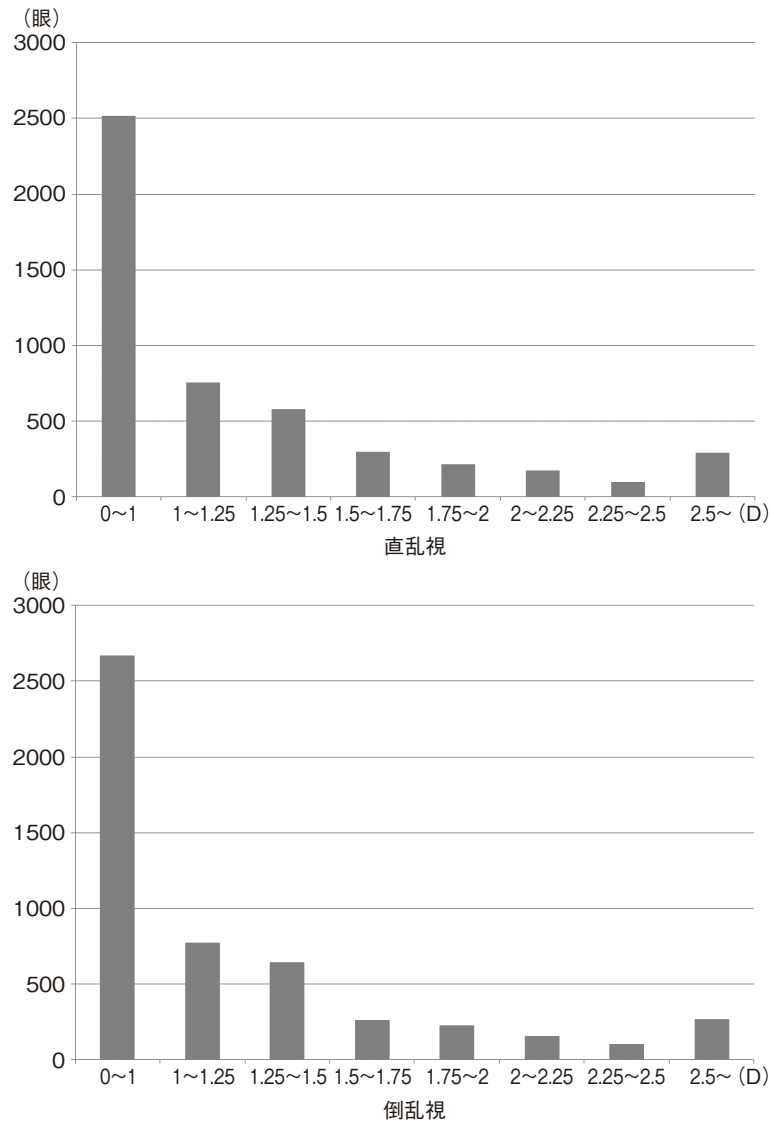


図 2 直乱視と倒乱視のそれぞれの乱視量の分布。
直乱視と倒乱視では、ほぼ同様の分布であった。

32~87 歳)の白内障手術前の角膜乱視では、平均角膜乱視が 0.90 ± 0.93 D であり、1 D 以上の割合は 34.8% との報告であった¹³⁾。Riley らの報告では、502 眼(平均年齢 74.9 歳, 34~94 歳)の白内障手術前の角膜乱視の平均は 0.89 D であった¹⁴⁾。

今回の我々の報告と比較すると角膜乱視量の平均値が約 0.1 D の差があるものの、乱視量の分布の割合は同等であった。今回の我々の対象は、初回白内障手術患者ではあるが強度角膜乱視を有する症例の中には、外傷後眼 43 眼 (0.35%)、円錐角膜 20 眼 (0.16%)、翼状片 41 眼 (0.33%)、band keratopathy 15 眼 (0.12%)、トラコーマ・角膜ヘルペス・角膜実質炎(梅毒など)の既往 38 眼 (0.31%) などの特殊症例が含まれている。他施設の報告と比較すると、今回は大学病院での分布のために、このような特殊症例が比較的多く含まれている点と若年者の症例が多く含まれている点が、角膜乱視量の平均値に差

がでた要因と考えられる。また今回の検討で、性別間や左右間では乱視量に有意差は認めなかった。

年齢別の比較では、以前から若年層では直乱視が多く、高齢者では倒乱視が多いと一般的にいわれている。今回の検討では、40 歳未満では約 82%、40 代では 70% が直乱視であり、年齢とともに直乱視の比率が有意に減少する傾向にあった。その一方、倒乱視の比率が有意に増加し、70 代では 45%、80 歳以上では 60% が倒乱視を占め直乱視は 21% まで減少した。斜乱視の割合はどの年代でもほぼ横ばいであり、有意差を認めなかった。林らは 1,660 眼を対象に、40 歳未満でほぼ 90% が直乱視であり、80 歳以上では 66% が倒乱視を占め直乱視は 20% まで減少していると報告し¹⁵⁾、中静らは 285 眼(平均年齢 65.2 歳)を対象に、50 歳未満で 84.4% が直乱視であり、80 歳以上では 58.7% が倒乱視を占めると報告している¹⁶⁾。また Gudmundsdottir らは 1,700 眼を対象

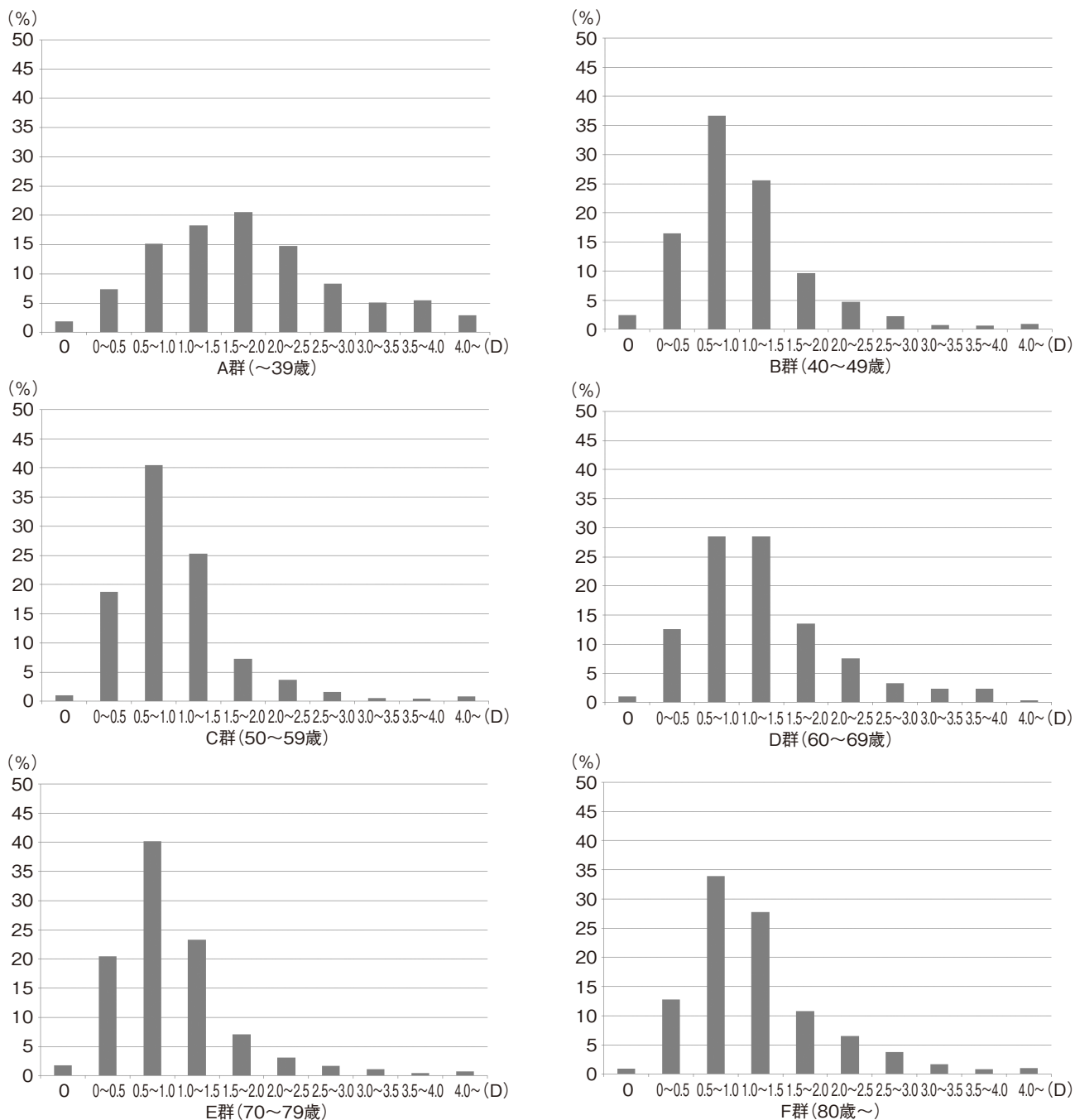


図 3 年齢による乱視量の分布.

年代別に、A 群：40 歳未満、B 群：40 歳以上 50 歳未満、C 群：50 歳以上 60 歳未満、D 群：60 歳以上 70 歳未満、E 群：70 歳以上 80 歳未満、F 群：80 歳以上の 6 群に分類した。B 群から F 群では、角膜乱視 0.5~1.0 D が最も割合が多い結果となった。

に、50~54 歳で 70% 以上が直乱視であり、80 歳以上では 60% が倒乱視であると報告している¹⁷⁾。いずれの報告をみても我々の検討と同様な結果を示している。

加齢に伴う倒乱視化の原因としては、角膜の扁平化が関与していると考えられるが、明らかな原因は未だに不明とされている。しかしさまざまな説がいわれており、眼瞼の関与では、長期の眼瞼の圧迫によるもの¹⁸⁾、また加齢に伴い眼瞼皮膚の弛緩により圧迫が軽減し倒乱視化するともいわれている¹⁵⁾。眼外筋の関与としては、上直

筋力の低下¹⁹⁾、外直筋による牽引、また輻湊時には内直筋により角膜全体をより水平に保っており、加齢に伴いその力が保てなくなり倒乱視化するともいわれている²⁰⁾。強膜を中心とした眼球自体の変化、また角膜実質自体の何らかの内的要因による変化ともいわれている²¹⁾。現在は否定的であるもの、長後毛様動脈分枝の分布が上下方向角膜で少なく、栄養が不足し倒乱視化、さらには毛様筋の影響で倒乱視化するという報告も認める²²⁾。他には遺伝的な関与についても言及されてい

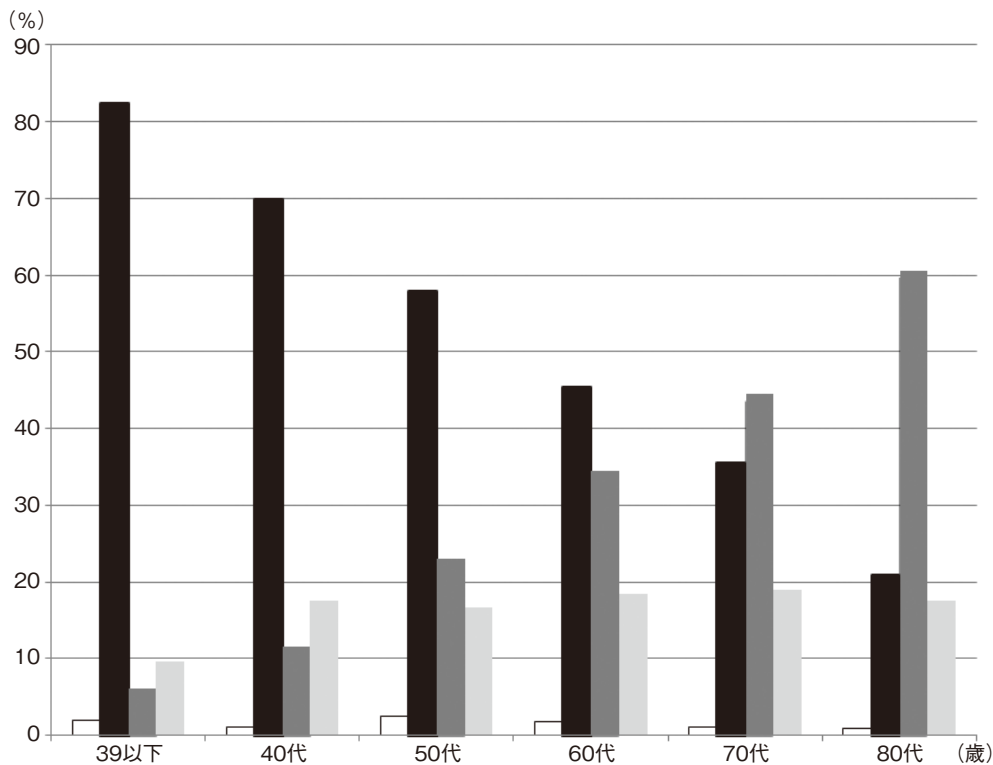


図 4 年齢による乱視別の分布.

直乱視は年齢とともに減少, 倒乱視は増加し, 斜乱視は横ばいであった.

□ : 乱視 0 D, ■ : 直乱視, ■ : 倒乱視, ■ : 斜乱視.

る²³⁾.

白内障手術後の乱視は, 球面度数のずれと並んで術後患者の QOV や満足度にかかなり重要な比重を占めている. 乱視の存在による視機能の低下は, 患者の自覚症状にも直結してくる. それらの軽減のためにも, 白内障手術前の乱視評価を行い, 術後の乱視軽減をあらゆる選択肢から考慮すべきと考えられた.

文 献

- 1) 宮井尊史, 宮田和典: 角膜輪部減張切開術 (LRI). IOL & RS 24 : 39—44, 2010.
- 2) 井上智之: 乱視の視機能への影響. IOL & RS 24 : 36—38, 2010.
- 3) ビッセン宮島弘子: トーリック IOL. IOL & RS 24 : 45—52, 2010.
- 4) 清水公也: 老視への挑戦 モノビジョン. Phama Medica 23 : 41—43, 2005.
- 5) ビッセン宮島弘子: 多焦点眼内レンズと乱視矯正. あたらしい眼科 25 : 1093—1096, 2008.
- 6) 江口秀一郎: 多焦点眼内レンズの適応とインフォームドコンセント. あたらしい眼科 25 : 1049—1054, 2008.
- 7) 永野 葵, 松本年弘, 吉川麻里, 重藤真理子, 佐藤真由美, 堀まどか: 輪部減張切開術の手術成績. 臨眼 60 : 325—328, 2006.
- 8) Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y: Toric intraocular lenses : correcting astigmatism while controlling axis shift. J Cataract Refract Surg 20 : 523—526, 1994.
- 9) Mendicute J, Irigoyan C, Aramberri J, Ondarra A, Montes-Mico R : Foldable toric intraocular lems for astigmatism correction in cataract patients. J Cataract Refract Surg 34 : 601—607, 2008.
- 10) Bauer NJ, de Vries NE, Webers CA, Hendrikse F, Nuijts RW : Astigmatism management in cataract surgery with the AcrySof toric intraocular lens. J Cataract Refract Surg 34 : 1483—1488, 2008.
- 11) 福山会里子: 白内障手術における乱視矯正—乱視矯正角膜周辺部切開術 (Limbal Relaxing Incision)—. IOL & RS 21 : 485—491, 2007.
- 12) Asano K, Nomura H, Iwano M, Ando F, Niino N, Shimokata H, et al : Relationship between astigmatism and aging in middle-aged and elderly Japanese. Jpn J Ophthalmol 49 : 127—133, 2005.
- 13) Ferrer-Blasco T, Montes-Mico R, Peixoto-dematos SC, Gonzalez-Mejome JM, Cervino A : Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. J Cataract Refract Surg 35 : 70—75, 2009.
- 14) Riley AF, Grupcheva CN, Malik TY, Craig JP, McGhee CNJ : The Auckland Cataract Study : demographic, cornea topographic and ocular biometric parameters. Clin Exp Ophthalmol 29 : 381—386, 2001.
- 15) 林 研, 榎本美樹, 藤野鈴江, 林 文彦: 加齢による角膜乱視の変化. 日眼会誌 97 : 1193—1196, 1993.
- 16) 中静隆之, 近藤義之, 高塚忠弘: 角膜形状解析装置

- による術前角膜乱視の評価. 眼科手術 6 : 473—476, 1993.
- 17) **Gudmundsdottir E, Jonasson F, Jonsson J, Stefansson E, Sasaki H, Sasaki K**, et al : “With the rule” astigmatism is not the rule in the elderly. *Acta Ophthalmol* 78 : 642—646, 2000.
- 18) **Wilson G, Bell C, Chotai S** : The effect of lifting the lids on cornea astigmatism. *Am J Optom Physiol Opt* 59 : 670—674, 1982.
- 19) 森 郁子, 半田知也, 向野和雄, 魚里 博, 新井田孝裕, 西本浩之, 他 : 加齢に伴う角膜乱視の推移における外眼筋の影響. *あたらしい眼科* 19 : 1345—1347, 2002.
- 20) **Marin-Amart M** : Physiological Variations of cornea curvature during life time ; their importance and transcendence into ocular refraction. *Bull Soc Belge Ophthalmol* 113 : 251—293, 1956.
- 21) 五藤智子, 前田直之 : 加齢による角膜の変化. *あたらしい眼科* 18 : 1275—1280, 2001.
- 22) **Duke-Elder S** : Simple refractive errors. In : **Duke-Elder S** (Ed) : *System of Ophthalmology, Vol V : Ophthalmic Optic and Refraction*. Henry Kimpton, London, 254—295, 1970.
- 23) **Waardenburg PJ** : Total refraction and the variability of its individual components. In : **Waardenburg PJ** (Ed) : *Genetics and Ophthalmology, Vol II, Neuro-Ophthalmological Part*. Blackwell Scientific Publications Ltd, Oxford, 1201—1286, 1963.
-