第57回 日本視能矯正学会

一般講演

単焦点眼内レンズ挿入眼の裸眼での視力特性

佐々木由佳・仲村 永江・長澤 佳恵・宮田 律子・城戸 麻那・
井上 睦・馬服つかさ・田村 恵理・山田 晴彦

関西医科大学附属病院

Characteristics of Uncorrected Visual Acuity in Eyes Implanted with
Monofocal Intraocular Lens

Yuka Sasaki, Hisae Nakamura, Yoshie Nagasawa, Ritsuko Miyata, Asana Kido,
Mutsumi Inoue, Tsukasa Mabara, Eri Tamura, Haruhiko Yamada

Kansai Medical University Hospital

要 約

【目的】単眼の単焦点IOL挿入眼の4.0mから0.32mの各距離での裸眼視力を測定し、IOLの性能の違いから距離別視力に違いが生じるのかを検討した。

【対象および方法】2012年10月から2016年8月に当院にて白内障手術を行った症例のうち、遠見裸眼視力0.7以上、屈折値 $S \pm 1.00D$ 未満、 $C - 1.00D$ 以下、瞳孔径3mm以下の75例97眼（平均年齢73.92歳）の距離別裸眼視力（logMAR）を後ろ向きに比較検討した。距離は、4.0mから0.32mまでの12段階とした。また遠近視力差を算出し、4種類のIOL間で比較した。Bonferroni/Dunn検定（ $p < 0.05$ ）の多重比較検定を用いて統計処理を行った。

【結果】術後屈折平均値は $S + 0.06 \pm 0.34D$ 、 $C - 0.53 \pm 0.35D$ 、瞳孔径平均は $2.33 \pm 0.34mm$ であった。全てのIOLにおいて4.0mから0.8mは比較的良好な視力が得られ、近距離になるにつれ視力は不良となる傾向がみられた。また各IOL間で遠近視力差を比較したところ、有意差は見られなかった。各距離別にlogMAR値を比較すると、4.0mから1.0mの各群間に有意差はなかったが、4.0mから1.0mはいずれの群においても0.8mから0.32mの各群との組み合わせで有意差があった。また0.8mから0.32mのいずれの組み合わせにおいても有意差があった。

【結論】遠見に焦点を合わせた単焦点IOLにおける裸眼視力は、4.0mから0.8mでは比較的良好であった。また今回用いた評価方法ではIOL間での差はなかった。

別冊請求先（〒573-1191）大阪府枚方市新町2丁目3番1号

Tel. 072 (804) 0101（内線 56270） Fax. 072 (804) 2889

E-mail: yasaki.kmu@gmail.com

Key words：単焦点眼内レンズ、距離別視力、裸眼視力

monofocal intraocular lens, distance-specific visual acuity, uncorrected visual acuity

Abstract

【Purpose】 To examine if the performance of monofocal intraocular lens (IOL) varies with test distance, we evaluated the uncorrected visual acuity (VA) at test distances ranging from 4.0 m to 0.32 m with different types of IOLs.

【Methods】 Subjects were 97 eyes of 75 patients (age range, 51-88 years; average, 73.92 years) who underwent cataract surgery and received monofocal IOL at our hospital between October 2012 and August 2016. All the subjects had uncorrected VA of > 0.7 at far (5 m), refractive errors of $< \pm 1.00$ D (spherical) and < -1.00 D (cylindrical), and pupil size of < 3 mm. All the subjects underwent VA tests at 12 distances. VA (logMAR) at each distance was evaluated and compared retrospectively among four types of IOLs. Bonferroni/Dunn test ($P < 0.05$) for multiple comparison was used for statistical analysis.

【Results】 The average postoperative refractive errors were $+0.06 \pm 0.34$ D (spherical) and -0.53 ± 0.35 D (cylindrical), and the average pupil size was 2.33 ± 0.34 mm. All four IOLs could obtain relatively good VA at distances from 4.0 m to 0.8 m, and VA tended to worsen at near distances. The difference between VA at far and near did not significantly differ among the four types of IOLs ($P < 0.05$).

There were no statistical differences between any combination of the visual acuity values of 4.0m, 3.2m, 2.5m, 2m, 1.6m, 1.25m, and 1.0m. There were statistical differences between any value of 4.0m, 3.2m, 2.5m, 2m, 1.6m, 1.25m, 1.0m and that of 0.8m, 0.63m, 0.5m, 0.4m, 0.32m.

【Conclusion】 In eyes implanted with monofocal IOL which focused at far, VA was relatively better at distances of 4.0 m to 0.8 m. No difference in the performance of the IOLs was observed in our evaluation.

I. 緒言

近年、我が国における白内障手術の施行例は年間約100万件に達しており、眼内レンズ (intraocular lens; 以下IOL) の種類も多くものが利用可能である。とくに、多焦点IOLやトーリックIOL等のプレミアムIOLが導入されたことで、今まで以上にQuality of life (QOL)の向上が期待されている。2008年7月に先進医療として厚生労働省に認可された多焦点IOLは、眼鏡依存率を軽減することから挿入を希望する患者が増加している。しかしその一方で、回折型多焦点IOL挿入眼では焦点深度曲線が二峰性となることから、中間距離が見づらいことが指摘されている¹⁾。回折型多焦点IOL挿入眼の中間視力は、両眼視力にて50cmで単焦点IOL挿入眼よりも良好であったが、60cm、70cmでは差がなかったという報告²⁾や、50cm裸眼視力では単焦点IOLと多焦点IOLとの両群間に有意差を認めなかったという報告もある³⁾。また、コントラスト感度の低下や、グレア・ハローなどのphotoc phenomenaが生じることもあり⁴⁾、

術後に患者が不満を訴える場合もある。既存のIOLでは叶わなかった、遠方視と近方視を眼鏡を必要とせずに可能とする良さはあるものの、現時点での多焦点IOLに課題は多い。一般に普及している単焦点IOLは焦点が単一であり、IOL挿入術後は理論上の調節力は存在しない。しかし、単焦点IOL挿入後の患者に術後検眼を行う際、「遠くも近くも良く見える」や、「眼鏡なしでも不自由ない」などと患者満足度の高い症例がある。そこで我々は単焦点IOLの見え方の評価のために距離別視力の測定が有用であると考えた。本研究では単焦点IOL挿入眼において、術後ターゲットを正視に合わせてIOL挿入を行った患者に対し、裸眼での単眼距離別視力を測定し、距離による視力値の変化を調査した。また、挿入された単焦点IOLの種類によって距離別視力に違いが生じるのかを検討した。

II. 対象および方法

本研究は関西医科大学附属病院 (以下当院) 臨床研究倫理委員会 (承認番号1129) の承認を

得て行われた。対象は2012年10月から2016年8月に当院にて白内障手術を行った症例で、単眼での距離別視力を測定できた単焦点IOL挿入症例のうち、5mでの裸眼視力（小数視力）が0.7以上、屈折異常は球面度数 $\pm 1.00\text{D}$ 未満、乱視度数 1.00D 以下とし、白内障以外の眼疾患を有しない症例を診療録から抽出した。また、瞳孔径は裸眼視力に影響を及ぼす要因⁵⁾となることから、Oculus社製Pentacam[®]を用いて瞳孔径が3mm以下の症例を診療録から後ろ向きに比較検討した。当院では術前術後に全例検査を行っている。視力検査室は照度750lux、視標面照度600luxとし、条件は通常の視力屈折検査と同程度とした。単焦点IOL挿入眼における裸眼視力（logMAR）を距離別に測定した。具体的には、ログマー近点視力表[®]（株半田屋商店製）（図1a）を用いてlogMAR値の一段階に相当する距離の4.0m、3.2m、2.5m、2.0m、1.6m、

1.25m、1.0m、0.8m、0.63m、0.5m、0.4m、0.32mの12点で測定し、遠方から順に近方距離に近づいて視力測定を行った。0.8mから0.32mでは、検査技師や患者の姿勢による測定距離の誤差が生じないように、検査距離を一定に保つための距離保持用の紐を用いて、可能な限り厳密に測定した（図1b、c）。視力表のうち、同一視力表列内での正答率4/5をもって正答とし、そのうち縦方向のみ、横方向のみ正解と答えに方向性を持つものは除外した。当院でよく用いられている眼内レンズはPN6（興和）、PY-60AD（HOYA）、XY1（HOYA）、ZA9003（AMO）であったため、この4種類のIOL挿入眼に絞って検討した。それぞれのIOLの特徴を表1に示す。IOL間の性能比較のために、患者個々のデータの遠見4.0mと近見0.32mのlogMAR値の差をとり、これを遠近視力差と定義して各IOL間で比較した。さらに各距離別の

a

b

c

図1 検査風景およびログマー近点視力表

- a：視力検査に使用したログマー近点視力表
- b：検査距離保持用紐を使用した検査風景
- c：検査距離保持用紐

表1 各IOLの特性

モデル名	PN6	PY-60AD	XY1	ZA9003	
メーカー	興和	HOYA	HOYA	AMO	
IOL特性	タイプ	スリーピース	スリーピース	ワンピース	スリーピース
	形状	プラノコンベックス	非球面ABCデザイン	非球面ABCデザイン	OptiEdge Design (球面収差ゼロ設計)
	素材	架橋アクリルポリマー	紫外線吸収性軟質 アクリル樹脂	紫外線吸収性黄色軟質 アクリル樹脂 (着色疎水性軟質アクリル 素材「Vivinex」)	紫外線吸収剤含有 アクリル-メタクリル 架橋共重合体
	色	黄色	黄色	黄色	着色なし
	全長	13.0mm	12.5mm	13.0mm	13.0mm
	光学部直径	6.0mm	6.0mm	6.0mm	6.0mm

logMAR値についてもそれぞれ比較検討した。統計解析は全てStatViewを用い、一元配置分散分析法で行いPosthoc testとして多重比較検定であるBonferroni/Dunnを採用した。本検定では統計学的有意水準5%とする。

Ⅲ. 結果

上記基準に合致した症例は75例97眼（男性31例31眼、女性44例66眼）、年齢は51歳から88歳（平均73.92歳±8.02歳）であった。挿入されたIOLはPN6が16例21眼、PY-60ADが15例19眼、XY1が30例39眼、ZA9003が14例18眼であった。全症例の術後屈折平均値は、球面度数が $+0.06 \pm 0.34D$ 、乱視度数が $-0.53 \pm$

$0.35D$ 、等価球面度数が $-0.20 \pm 0.34D$ で、瞳孔径の平均値は $2.33 \pm 0.34mm$ であった。4種類のIOLの術後屈折平均値を表2に示す。4種類のIOLで、術後屈折平均値の球面度数、乱視度数、等価球面度数にそれぞれ統計学的有意差は認められなかった（ $p>0.05$ ）（表3）。今回対象となった各IOLの距離別logMAR平均値を図2、表4に示す。4.0mから0.8mは比較的良好な視力が得られ、近距離になるに従って視力は不良となる傾向がみられ、4種類のIOL間でもその傾向は同様であった。4種類のIOL間で遠近視力差を比較したところ、各群間で有意差は見られなかった。（ $p>0.05$ ）（図3、表5）。次に、各距離別のlogMAR平均値を比較したところ、4.0m、3.2m、2.5m、2.0m、1.6m、1.25m、

表2 各IOLにおける術後平均屈折度数と平均瞳孔径

IOL	球面度数(D)	乱視度数(D)	等価球面度数(D)	瞳孔径(mm)
PN6	$+0.00 \pm 0.41$	-0.60 ± 0.31	-0.30 ± 0.37	2.43 ± 0.36
PY-60AD	$+0.11 \pm 0.38$	-0.57 ± 0.33	-0.18 ± 0.39	2.45 ± 0.21
XY1	$+0.04 \pm 0.29$	-0.49 ± 0.37	-0.20 ± 0.27	2.23 ± 0.39
ZA9003	$+0.14 \pm 0.30$	-0.51 ± 0.38	-0.12 ± 0.32	2.28 ± 0.26
全体	$+0.06 \pm 0.34$	-0.53 ± 0.35	-0.20 ± 0.34	2.33 ± 0.34

（平均値±標準偏差）

表3 各IOLにおける術後平均屈折度数の解析

球面度数				乱視度数				等価球面度数			
比較対象		平均値の差	p値	比較対象		平均値の差	p値	比較対象		平均値の差	p値
PN6	PY-60AD	-0.105	0.3336	PN6	PY-60AD	-0.029	0.7949	PN6	PY-60AD	-0.120	0.259
PN6	XY1	0		PN6	XY1	-0.154	0.1339	PN6	XY1	-0.077	0.4175
PN6	ZA9003	-0.139	0.2094	PN6	ZA9003	-0.081	0.4796	PN6	ZA9003	-0.180	0.0952
PY-60AD	XY1	0.105	0.2967	PY-60AD	XY1	-0.124	0.2386	PY-60AD	XY1	0.043	0.6576
PY-60AD	ZA9003	-0.034	0.7656	PY-60AD	ZA9003	-0.052	0.6593	PY-60AD	ZA9003	-0.060	0.586
XY1	ZA9003	-0.139	0.1766	XY1	ZA9003	0.072	0.4989	XY1	ZA9003	-0.103	0.301
p値<0.0083				p値<0.0083				p値<0.0083			

多重比較の統計解析のため本検定では統計学的有意差を有意水準5%で有意としたときに、p値<0.0083以下で統計学的有意と定義されている。

1.0mの各群間に有意差はなかったが、4.0mから1.0mはいずれの群の平均値も0.8m、0.63m、0.5m、0.4m、0.32mの各群の平均値との組み合わせで有意差があり、近距離での値が1.0m以上遠方の値よりも大きかった。また0.8m、0.63m、0.5m、0.4m、0.32mのlogMAR平均値は、それぞれの群間でどの組み合わせで比較しても有意差があった (p<0.05) (図4、表6)。

図2 各検査距離におけるlogMAR平均値
IOL種類別の各検査距離におけるlogMAR平均値。全群で遠方は比較的良好な視力が得られ、近方になるに従い視力が不良となる傾向がみられた。

IV. 考按

本研究において、単焦点IOLの距離別視力を測定することでIOLの性能の差を検討した。今回対象となった全ての症例において4.0mから0.8mは比較的良好な視力が得られ、近距離になるに従って視力不良となる傾向が明らかとなった。また、4種類のIOL間で遠近視力差を比較したが各群間で有意な差は見られなかった。遠見と近見の視力の差が大きければ、そのIOLの偽調節効果は低いと考えられ、逆に遠見と近見の視力の差が小さければ、偽調節効果が高いと考えられる。偽調節の機序として、瞳孔径による焦点深度、乱視、眼内レンズの移動による屈折変動、角膜の多焦点性、中枢による情報処理などが考えられている⁶⁾。今回の検討では乱視の瞳孔依存性⁵⁾を考慮し、裸眼視力への乱視の影響を防ぐために、瞳孔径は3mm以下、乱視度数は1.00D以下の症例のみを抽出した。これにより、瞳孔径の要因による偽調節が入り込む余地が少なくなったと考えられ、IOL間の偽調節効果には性能差が出なかった可能性がある。また、4種類のIOL中ZA9003のみが球面収差ゼロ設計であるため、他3者と比較して遠近視力差に違いが出るのではないかと考えた。なぜなら、通常IOL挿入眼では、自然瞳孔において

表4 各検査距離におけるlogMAR平均値および遠近視力差

IOL	各検査距離におけるlogMAR												遠近視力差
	4.0m	3.2m	2.5m	2.0m	1.6m	1.25m	1.0m	0.8m	0.63m	0.5m	0.4m	0.32m	
PN6	0.12	0.11	0.09	0.09	0.11	0.09	0.13	0.21	0.28	0.40	0.55	0.64	0.51
PY-60AD	0.15	0.08	0.09	0.11	0.12	0.11	0.15	0.21	0.31	0.43	0.56	0.66	0.52
XY1	0.12	0.12	0.09	0.08	0.09	0.08	0.14	0.23	0.32	0.45	0.57	0.69	0.57
ZA9003	0.11	0.14	0.12	0.09	0.15	0.14	0.14	0.24	0.31	0.45	0.57	0.69	0.58
全体	0.13	0.12	0.09	0.09	0.11	0.10	0.14	0.22	0.31	0.43	0.56	0.68	0.55

図3 各IOLにおける遠近視力差 (logMAR)
IOL種類別の遠見視力と近見視力の差
(logMAR) を比較した。

表5 遠近視力差の解析結果

比較対象 (IOL)	各IOLにおける 遠近視力差の比較	p値
PN6 PY-60AD	-0.002	0.9845
PN6 XY1	-0.058	0.3846
PN6 ZA9003	-0.063	0.4184
PY-60AD XY1	-0.056	0.4126
PY-60AD ZA9003	-0.062	0.4404
XY1 ZA9003	-0.006	0.9314

p値<0.0083

多重比較の統計解析のため本検定では統計学的有意差を有意水準5%で有意としたときに、p値<0.0083以下で統計学的有意と定義されている。

図4 検査距離別logMAR平均値

表6 検査距離別logMAR平均値の解析結果

比較対象 (検査距離)	各検査距離における 視力差 (logMAR)	p値	有意差5%
4.0m - 3.2m	0.010	0.6157	
4.0m - 2.5m	0.031	0.1323	
4.0m - 2.0m	0.035	0.0881	
4.0m - 1.6m	0.013	0.5141	
4.0m - 1.25m	0.025	0.2285	
4.0m - 1.0m	-0.013	0.5141	
4.0m - 0.8m	-0.098	<0.0001	*
4.0m - 0.63m	-0.182	<0.0001	*
4.0m - 0.5m	-0.307	<0.0001	*
4.0m - 0.4m	-0.437	<0.0001	*
4.0m - 0.32m	-0.549	<0.0001	*
3.2m - 2.5m	0.021	0.3156	
3.2m - 2.0m	0.025	0.2285	
3.2m - 1.6m	0.003	0.8803	
3.2m - 1.25m	0.014	0.4823	
3.2m - 1.0m	-0.024	0.2485	
3.2m - 0.8m	-0.108	<0.0001	*
3.2m - 0.63m	-0.192	<0.0001	*
3.2m - 0.5m	-0.318	<0.0001	*
3.2m - 0.4m	-0.447	<0.0001	*
3.2m - 0.32m	-0.560	<0.0001	*
2.5m - 2.0m	0.004	0.8409	
2.5m - 1.6m	-0.018	0.3936	
2.5m - 1.25m	-0.006	0.7633	
2.5m - 1.0m	-0.044	0.0311	
2.5m - 0.8m	-0.129	<0.0001	*
2.5m - 0.63m	-0.213	<0.0001	*
2.5m - 0.5m	-0.338	<0.0001	*
2.5m - 0.4m	-0.468	<0.0001	*
2.5m - 0.32m	-0.580	<0.0001	*
2.0m - 1.6m	-0.022	0.2920	
2.0m - 1.25m	-0.010	0.6157	
2.0m - 1.0m	-0.048	0.0185	
2.0m - 0.8m	-0.133	<0.0001	*
2.0m - 0.63m	-0.217	<0.0001	*
2.0m - 0.5m	-0.342	<0.0001	*
2.0m - 0.4m	-0.472	<0.0001	*
2.0m - 0.32m	-0.585	<0.0001	*
1.6m - 1.25m	0.011	0.5809	
1.6m - 1.0m	-0.027	0.1921	
1.6m - 0.8m	-0.111	<0.0001	*
1.6m - 0.63m	-0.195	<0.0001	*
1.6m - 0.5m	0.321	<0.0001	*
1.6m - 0.4m	-0.450	<0.0001	*
1.6m - 0.32m	-0.563	<0.0001	*
1.25m - 1.0m	-0.038	0.0635	
1.25m - 0.8m	-0.122	<0.0001	*
1.25m - 0.63m	-0.206	<0.0001	*
1.25m - 0.5m	-0.332	<0.0001	*
1.25m - 0.4m	-0.462	<0.0001	*
1.25m - 0.32m	-0.574	<0.0001	*
1.0m - 0.8m	-0.084	<0.0001	*
1.0m - 0.63m	-0.168	<0.0001	*
1.0m - 0.5m	-0.294	<0.0001	*
1.0m - 0.4m	-0.424	<0.0001	*
1.0m - 0.32m	-0.536	<0.0001	*
0.8m - 0.63m	-0.084	<0.0001	*
0.8m - 0.5m	-0.210	<0.0001	*
0.8m - 0.4m	-0.339	<0.0001	*
0.8m - 0.32m	-0.452	<0.0001	*
0.63m - 0.5m	-0.126	<0.0001	*
0.63m - 0.4m	-0.255	<0.0001	*
0.63m - 0.32m	-0.368	<0.0001	*
0.5m - 0.4m	-0.130	<0.0001	*
0.5m - 0.32m	-0.242	<0.0001	*
0.4m - 0.32m	-0.112	<0.0001	*

*: p値<0.0008

多重比較の統計解析のため本検定では統計学的有意差を有意水準5%で有意としたときに、p値<0.0008以下で統計学的有意と定義されている。

術後の球面収差が大きいほど視機能が低下するといわれている⁷⁾が、ZA9003は術後の球面収差を低減させる事により良好な視機能が得られるといわれている^{8)~11)}からである。球面IOLと非球面IOL (ZA9003) との自覚的・他覚的視機能の比較についての報告では、非球面IOLであるZA9003のほうが優れているというが^{8)~11)}、非球面IOL間での性能を比較した報告は少なく、Akereos Adapt Advanced Optics (AO) と Tecnis (ZA9003) の2種類の非球面IOLにおいて、術前術後の視力および術後の対比感度は有意差無しとの報告がある¹²⁾。今回の結果においてもZA9003と他の設計のIOLとの視力差は見られなかった。この結果をもって各レンズの性能差はないと断ずることはできないが、今後さらに別の角度から、性能差があるかどうかの検討が必要である。

当初、我々が今までに視力測定を行ってきた経験から、遠方視に焦点を合わせた場合、2.0mより近方では裸眼視力の低下が起これと考えていた。しかし、今回の研究で詳細に距離別の裸眼視力を検討した結果、近方まで良好な視力が保たれていた。既報で中村ら¹³⁾は遠方正視を目標とし、術前角膜乱視が1.50D以下、水晶体以外の中間透光体混濁が認められず、術後最良矯正視力0.5以上が期待される単焦点IOL挿入眼の1.0mにおける裸眼視力は0.51 (0.29 logMAR) と報告しているが、それに比べると今回の結果では1.0mにて0.14logMARと良好であった。このことは瞳孔径が3mm以下に限定した結果を反映している可能性がある。また、本研究で0.8mと1.0mでのlogMAR値には有意差があったが、0.8mでもlogMAR値0.22と比較的良好な視力が得られており、実質的に裸眼で生活上は事足りるレベルの視力が得られていた。白内障術後のIOL挿入眼では水晶体による調節力は消失するが、1.37Dから1.49D程度の偽調節力があると報告されている¹⁴⁾。この場合の偽調節は、様々な原因が考えられるが、今回対象の瞳孔径と乱視度数を絞ったことから、これらが偽調節の原因になるとは考え難い。今まで経験からの予想と異なって0.8mまで有用な裸眼視力が得られたことは、その他の偽調節によ

る影響があったのかもしれない。

以上のことから、単焦点IOLは、多焦点IOLの様な中間距離の視力低下がなく0.8mまで日常生活に十分な裸眼視力が保たれるレンズであるといえる。一方で、多焦点IOLは、グレア・ハロー現象や、遠方と近方に入射光が配分されるためコントラスト感度の低下をもたらし、それらによって視機能低下を生じさせるといわれている。グレア・ハロー現象は単焦点IOLでも生じることが報告されている¹⁵⁾が、単焦点IOLよりも多焦点IOLの方で症状が強い (RR=1.94) という報告がある¹⁶⁾。ピッセン宮島ら¹⁷⁾が、多焦点IOLを挿入した7.5%の人が1年後に近用眼鏡を装用していると報告していること、2016年の時点で本邦における白内障手術の患者負担額は、3割負担の患者の場合、保険外診療の多焦点IOLと保険診療の単焦点IOLで約7倍もの差があることを考えると、多焦点IOLだからよいというのではなく、単焦点IOLであっても患者のニーズに合わせて選択のメリットが十分あるといえる。職業柄、夜間に車の運転をする患者や、精密な視力を必要とする患者、近視は老眼鏡を装用してもよいから遠視から中間距離まで眼鏡なしで見たいという患者にはむしろ単焦点IOLが向いているといえよう。

本研究において、単焦点IOLの距離別裸眼視力を測定することで、術後の単眼視力での特性が明らかとなった。今回対象となったIOL間での性能差は見られなかったが、遠方から0.8mまでの範囲で日常生活に有用な裸眼視力が得られることが判明した。これらの結果から、患者はライフスタイルや職業に合わせ、費用負担の点も考慮しながら、各々に適したIOL選択が可能となり、ひいてはニーズにあったIOLによってQOLの向上につながると期待できる。

参考文献

- 1) 大木伸一: 回折型眼内レンズの術前後の検査と注意点, あたらしい眼科24(2): 157-161, 2007
- 2) Souza CE, Muccioli C, Soriano ES, Maria Regina Chalita, Filipi Oliveira, Freitas LL et

- al: Visual performance of AcrySof ReSTOR Apodized Diffractive IOL: A prospective comparative trial. *Am J Ophthalmic* 141: 827-832, 2006
- 3) 高瀬耕介, 田淵仁志, 山内知房: TECNIS®単焦点眼内レンズと TECNIS®多焦点眼内レンズの比較検討. *眼科手術* 27: 423-428, 2014
 - 4) Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD: Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 35: 992-997, 2009
 - 5) 山本真也, 魚里 博, 川守田拓志, 中山奈々美, 中谷勝巳, 恩田 健: 乱視の瞳孔依存性-視機能への影響-. *視覚の科学* 第31巻第4号: 134-139, 2010
 - 6) 名和良晃, 中塚三恵子, 吉井稔章, 小南雅也, 原 嘉昭, 魚里 博: 近見1.0の視標を用いた偽調節の測定. *日眼会誌* 105: 171-176, 2001
 - 7) Takehumi Yamaguchi, Murat Dogru, Kazuko Yamaguchi, Takeshi Ono, Megumi Saki, Hiromi Okuyama, et al: Effect of spherical aberration on visual function under photopic and mesopic conditions after cataract surgery. *Jurnal of Cataract & Refractive Surgery* 35: 57-63, 2009
 - 8) Denoyer A, Le Les ML, Majzoub S, Pisella PJ: Quality of vision after cataract surgery after Tecnis Z9000 intraocular lens implantation: effect of contrast sensitivity and wavefront aberration improvements on the quality of daily vision. *J Cataract Refract Surg*. 33: 210-216, 2007
 - 9) Bellucci R, Scialdone A, Bratto L, Morselli S, Chierago C, Criscuoli A, et al: Visual acuity and contrast sensitivity comparison between Tecnis and Acrysof SA60AT intraocular lenses: A multicenter randomized study. *J Cataract Refract Surg* 31: 712-717, 2005
 - 10) Packer M, Fine IH, Hoffman RS, Piers PA: Prospective randomized trial of an anterior surface modified prolate intraocular lens. *J Refract Surg* 18: 692-696, 2002
 - 11) Kasper T, Bühren J, Kohnen T: Visual performance of aspherical and spherical intraocular lenses: intraindividual comparison of visual acuity, contrast sensitivity, and higher-order aberrations. *J Cataract Refract Surg* 32: 2022-2029, 2006
 - 12) Rohana Abd-Rashid, Gan Eng Hui, Wan Hazabbah Wan Hitam, Nik Azlan Zaid, Ismail Shatriah: Vision-Related Quality of Life after Phacoemulsification with Akreos Adapt Advanced Optics and Tecnis ZA9003 Intraocular Lenses. *International Medical Journal* 19(1): 50-53, 2012
 - 13) 中村邦彦, ビッセン宮島弘子, 大木伸一, 上野里都子: アクリル製屈折型多焦点眼内レンズ (ReZoom®) の挿入成績. *あたらしい眼科* 25(1): 103-107, 2008
 - 14) 矢野啓子, 木ノ内智賀子, 高原真理子: 眼内レンズ挿入眼における偽調節. *眼紀* 55巻7号: 557-560, 2004
 - 15) Dick HB, Krummenauer F, Schwenn O, Krist R, Pfeiffer N: Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 106: 1878-1886, 1999
 - 16) de Silva SR, Evans JR, Kirthi V, Ziaei M, Leyland M: Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev*: CD003169, 2016
 - 17) ビッセン宮島弘子, 林 研, 平 容子: アクリソフ® Apodized 回折型多焦点眼内レンズと単焦点眼内レンズ挿入成績の比較. *あたらしい眼科* 24(8): 1099-1103, 2007