

# 白内障の混濁と視力およびコントラスト感度との相関

弓削 経夫<sup>1)</sup>, 小笹晃太郎<sup>2)</sup>, 山出 新一<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>医療法人社団弓削眼科診療所, <sup>2)</sup>京都府立医科大学公衆衛生学教室, <sup>3)</sup>滋賀医科大学眼科学教室

## 要 約

矯正視力 0.2~0.9 の老人性白内障, 125 名 125 眼について, 皮質および核の混濁の程度と視力・コントラスト感度との相関を検討した。1) 皮質白内障は, 1.5 cycles/degree (c/d), 12.0 c/d のコントラスト感度とはいずれも負の相関 ( $-0.250$  および  $-0.288$ ,  $p < 0.01$ ) があつたが, 矯正視力とは相関があるとはいへなかつた。2) 核白内障は, 逆に矯正視力とは負の相関 ( $-0.229$ ,  $p < 0.01$ ) があつたが, コントラスト感度とは相関があるとはいへなかつた。3) 核白内障と皮質白内障の混濁の間には負の相関 ( $-0.229$ ,  $p < 0.01$ ) があつた。これは細隙灯顕微鏡写真における核からの散乱光が皮質白内障の混濁によって阻害されたためと考えた。4) 皮質混濁のない 29 例では, 核の混濁は矯正視力とは負の相関 ( $-0.556$ ,  $p < 0.01$ ) があつたがコントラスト感度との相関はあるとはいへなかつた。5) 核混濁のない 30 例では, 皮質混濁は 12.0 c/d のコントラスト感度とは負の相関 ( $-0.364$ ,  $p < 0.01$ ) があつたが, 矯正視力と 1.5 c/d のコントラスト感度との相関があるとはいへなかつた。(日眼会誌 97: 619-626, 1993)

キーワード: 白内障, 画像解析, 矯正視力, コントラスト視力, 細隙灯および徹照写真

## Correlation of the Grade of Nuclear and Cortical Cataract, Visual Acuity, and Contrast Sensitivity

Tsuneo Yuge<sup>1)</sup>, Kotaro Ozasa<sup>2)</sup> and Shinichi Yamade<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Yuge Eye Clinic, Kyoto City<sup>2)</sup>, Department of Preventive Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine

<sup>3)</sup>Department of Ophthalmology, Shiga Medical College

### Abstract

A correlative investigation of 125 eyes with senile cataractous lenses was conducted to determine the relationships between cortical (CC) and nuclear cataracts (NC), corrected visual acuity (VA), and contrast sensitivity (CS). The CS for the spatial frequency of 1.5 cycles/degree (c/d) and 12.0 c/d was analyzed in particular detail. The results were as follows: (1) CC and CS for both 1.5 and 12.0 c/d showed statistically significant negative correlations with a coefficient (CE) of  $-0.250$  and  $-0.288$  respectively. No correlation was found between CC and VA. (2) NC and VA showed a significant negative correlation with CE of  $-2.29$ . No correlation was found between NC and CS for at 1.5 and 12.0 c/d. (3) VA and CS showed a significant positive correlation with a CE of  $+0.436$  at 1.5 c/d and  $+0.270$  at 12.0 c/d. The CS at 1.5 and the CS at 12.0 c/d also showed a significant negative correlation with a CE of  $+0.477$ . (4) NC and CC showed a significantly negative correlation ( $r = -0.224$ ,  $p < 0.01$ ), suggesting that scattered light from the nucleus may be interfered with by cortical opacities during slitlamp examinations. (5) In 29 cases of no cortical opacity, nuclear opacity showed significant

別刷請求先: 612 京都市伏見区桃山町泰長老 85-6 弓削 経夫

(平成4年8月3日受付, 平成4年12月11日改訂受理)

Reprint requests to: Tsuneo Yuge, M.D. 85-6 Taichoro, Momoyama, Fusimi-ku, Kyoto 612, Japan

(Received August 3, 1992 and accepted in revised form December 11, 1992)

negative correlation with VA ( $r=0.556$   $p<0.01$ ) but no significant correlation with CS of both 1.5 and 12 c/d. (6) In 30 cases with less than 0.085 of nuclear opacity, cortical opacity showed significant negative correlation with CS at 12.0 c/d ( $r=0.364$   $p<0.01$ ) but showed no significant correlation with VA and CS at 1.5 c/d. (J Jpn Ophthalmol Soc 97: 619-626, 1993)

**Key words:** Cataract, Image analysis, Visual acuity, Contrast sensitivity, Slitlamp and retroillumination photography

## I 緒 言

白内障の視機能の評価は、矯正視力を目安としていることが多い。しかし、この矯正視力が日常生活の視機能のすべてを正確にあらわしているとは言い難いため、グレアテストやコントラスト感度検査が導入されている。グレアテストと白内障に関しては、いくつかの報告が見られる<sup>1)~4)</sup>。我々はVistech社のコントラスト感度表<sup>5)~7)</sup>を用いて、コントラスト感度を測定し、コントラスト感度・矯正視力と白内障の他覚的混濁の程度との相関を検討した。

## II 方法と対象

1990年7月から91年12月に弓削眼科診療所を訪れた50~85歳、平均72歳の老人性白内障患者を対象とした。コントラスト感度は、矯正した眼鏡でVistech社のコントラスト感度チャート(VCTS<sup>®</sup>)を用いて測定した。平均値や相関係数など種々の統計学的な処理を行うにあたって、コントラスト感度と視力についてはその対数値を用いて行った。

皮質白内障の程度は徹照写真を用いて混濁の占める面積で<sup>8)</sup>、核白内障の程度はScheimpflugカメラで撮影した細隙灯顕微鏡写真を用いて核からの散乱光の強さを標準スケールとの比によって表示した(図1)<sup>9)</sup>。

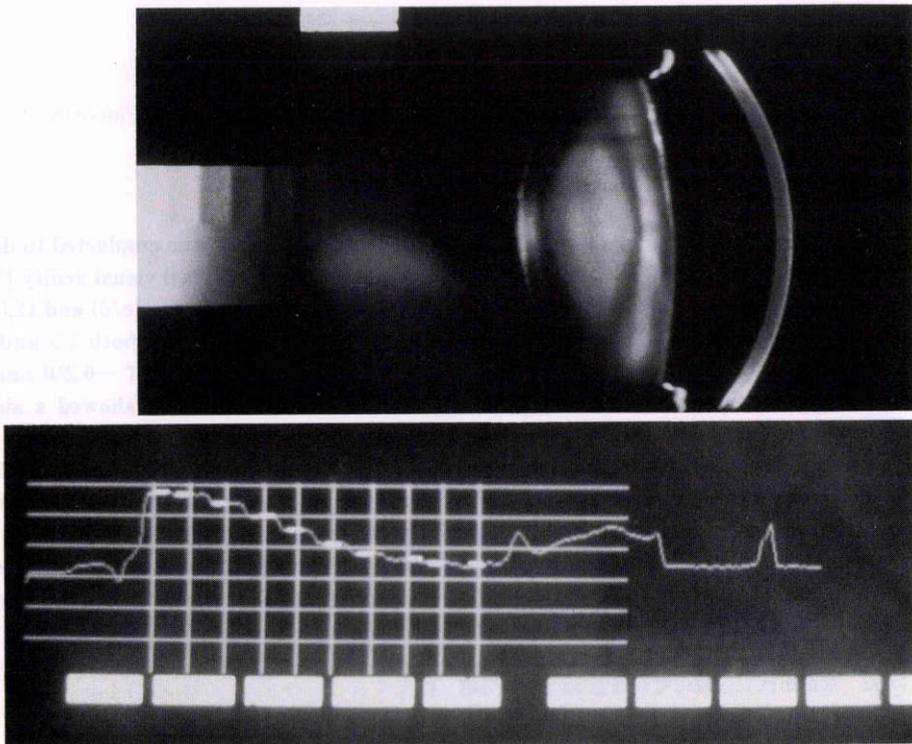


図1 核白内障の程度の測定法。

白内障の写真撮影は元来その進行を観察することを目的としたもので、両眼白内障を認める場合は普通混濁程度の強い方の眼を選び、その人の白内障の状態を代表させることとしている。今回検討の対象としたのは、上記白内障患者中、視力0.2以上、1.0未満で、白内障以外に視力を障害すると思われる所見のある例を除いた男36、女89名の、計125名125眼であった。この視力を選んだ理由は視力が1.0以上の場合には、コントラスト感度が正常である場合が多く、明らかな白内障についての検討を目的としたからである。また、視力0.1以下では多くの場合コントラスト感度が全く感知できない、つまり測定値0を示すため視力および

白内障混濁度とコントラスト感度の解析には不適当と考えたからである。

### III 結果

症例を示す。

患者：68歳、女子。

撮影および測定日：1990年9月14日。

撮影および測定眼：右眼。

視力：左眼=0.02 (0.4×-12.0 cyl-2.5 Axis 180),  
右眼=0.7 (1.0×-0.5 cyl-1.25 Axis 180)。

皮質白内障混濁面積=19.4% 核白内障混濁度=核散乱光強度=0.110, コントラスト感度は図2に示した。

VCTSのチャートには、縞の幅が大きいから順に空間周波数1.5から18.0 cycles/degree (c/d)までの5種類の視標があり、周波数の小さいほど縞の幅が大きい。表1に5種類の視標と皮質および核白内障の混濁との相関を示した。空間周波数18.0の視標は、異常

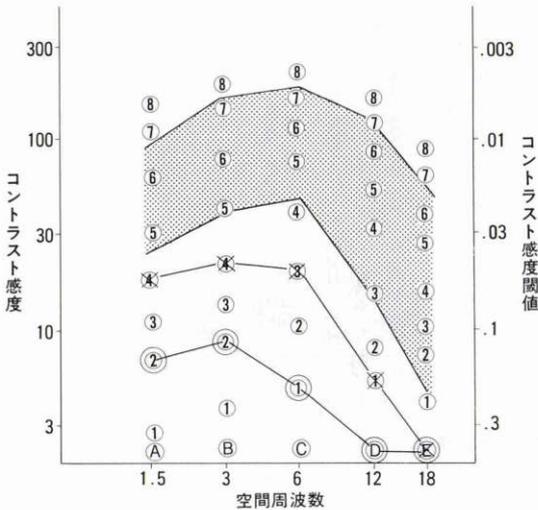


図2 症例のコントラスト感度。  
右=○, 左=×

表1 コントラスト感度スコアの平均と皮質および核混濁との相関

空間周波数 (cycles/deg)	コントラスト感度(対数) 平均値±標準偏差	相関関数	
		皮質混濁	混濁核
1.5	0.971±0.513	-0.250 (2.863)	-0.107 (1.221)
3.0	1.107±0.559	-0.243 (2.746)	-0.124 (1.379)
6.0	0.735±0.649	-0.301 (3.501)	-0.123 (1.370)
12.0	0.393±0.453	-0.288 (3.332)	-0.108 (1.201)
18.0	0.187±0.319	-0.240 (2.746)	0.0498 (0.553)

症例数=125 括弧内はt検定値

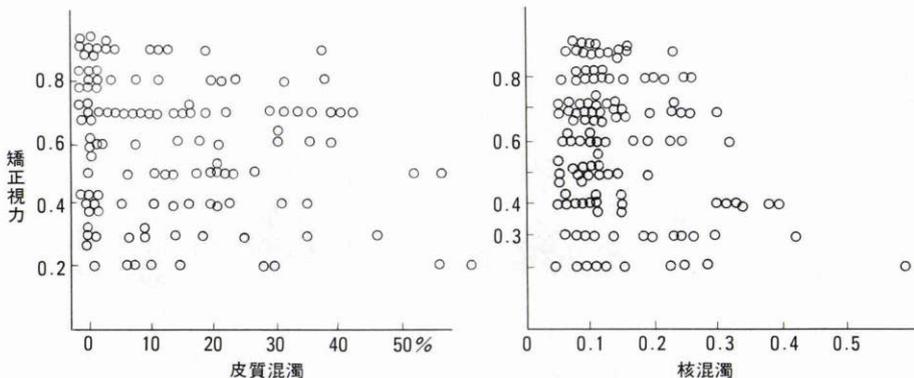


図3 水晶体混濁と矯正視力。

値が2, 見方によっては1個しかなく, また相関係数も低かったので縞の幅のせまい方, すなわち高空間周波数の評価として12.0 c/d(D)の視標を選び, 幅の広いすなわち低空間周波数領域の評価として1.5 c/d(A)の視標を選んで, 皮質および核白内障の混濁や視力との相関を検討した。

図3に通常の矯正視力と皮質および核の混濁程度との関係を図4および5に, コントラスト感度と核および皮質の混濁程度との関係をプロットした。いずれの

図においても, ばらつきは甚だ大きかった。

以上3図を総括したのが表2である。矯正視力と核白内障の混濁との相関係数は $-0.276$ ,  $t$ 検定値は3.180で1%の危険率で有意の相関を示した。すなわち, 核白内障は混濁の進行につれて視力が低下するといえるが, 皮質白内障は相関係数も低く(0.122), 視力との相関があるとはいえなかった。コントラスト感度は, 核白内障とは負の相関があったものの相関係数も低く(1.5 c/dでは $-0.107$ , 12.0 c/dでは $-0.108$ ),

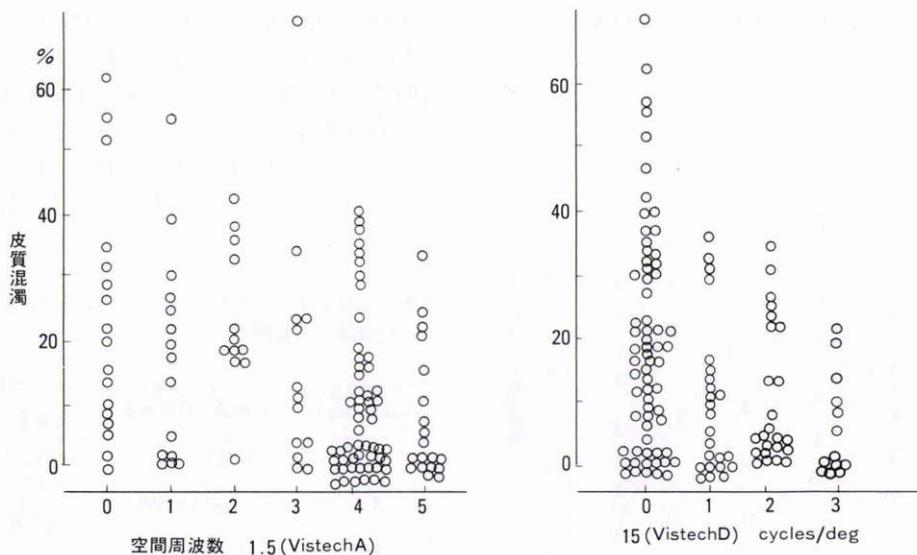


図4 皮質混濁とコントラスト感度。

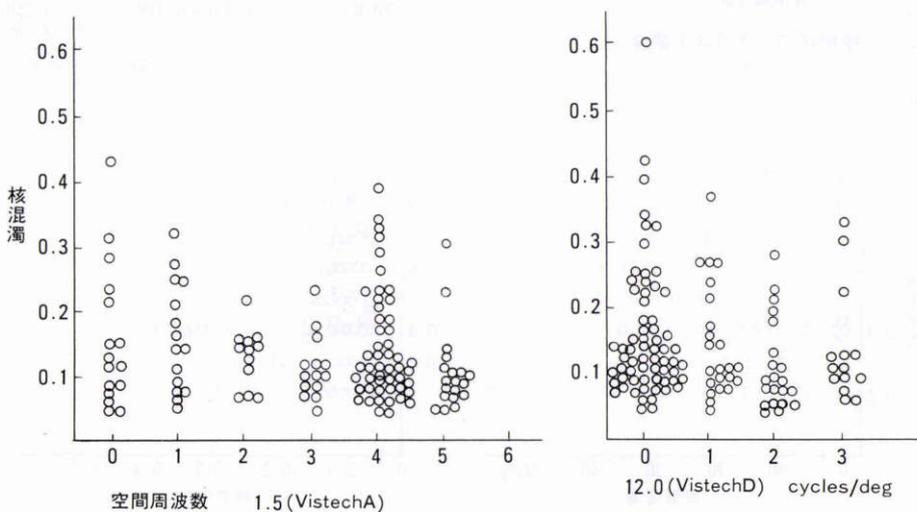


図5 核混濁とコントラスト感度。

表2 核および皮質白内障の混濁と、視力・コントラスト感度との相関

	核混濁	皮質混濁	視力 (対数)	コントラスト感度	
				1.5 c/d (対数)	12.0 c/d (対数)
平均			-0.625	0.831	0.371
核混濁	—	-0.229** (2.609)	-0.276** (3.180)	-0.107 (1.221)	-0.108 (1.201)
皮質混濁	—	—	-0.122 (1.364)	-0.250** (2.863)	-0.288** (3.332)
矯正視力(対数)			—	+0.436** (5.372)	+0.270** (3.112)
1.5 c/d (対数)				—	+0.477** (6.024)
12.0 c/d (対数)					—

括弧内は t 検定値 症例数=125

\*\* : 1%の危険率で有意の相関あり

\* : 5%の危険率で有意の相関あり

相関があるとはいえないという結果であったが、皮質白内障とは相関係数-0.250(1.5 c/d)と-0.288(12.0 c/d)と1%の危険率で相関が認められた。また、皮質白内障と核白内障の混濁との間には負の相関(-

0.229,  $p < 0.01$ )があったことは興味深い。

皮質白内障、核白内障のそれぞれの混濁の中間値で4群に分けて、それぞれ平均コントラスト感度(対数)と平均視力(対数)およびそれらの差を検討したのが表3である。1.5 c/dのコントラスト感度は、皮質白内障が重症のときの方が核白内障の影響が大きい(15.7と35.2%)、核白内障が重症になると皮質白内障の影響は小となる(27.8と14.5%)。一方、12.0 c/dのコントラスト感度は核混濁の影響は皮質の混濁の軽度の方が、また皮質混濁の影響は核混濁が軽度の場合の方が著明であった(69.0と40.6% 58.3と29.6%)。矯正視力は核、皮質白内障の重症度に拘らず白内障の進行に平行して低下していた。いいかえれば皮質および核混濁のいずれかが軽度の場合、12.0 c/dのコントラスト感度は1.5 c/dのコントラスト感度に比してより強い影響をうけていたということになる。

皮質および核白内障の純粹の影響をみるために皮質白内障を全く認めない29例について、核混濁と視力およびコントラスト感度の関係を図6および7に示した。その結果は表4のごとく核の混濁と矯正視力とは-0.556( $t=3.474$ )で1%以下の危険率で負の相関があるといえるが、コントラスト感度とは1.5, 12.0 c/dともに相関があるとはいえないという結果であった

表3 核および皮質白内障の程度と視力・コントラスト感度の平均

			核白内障 (核よりの散乱光)		
			0.1140 未満	0.1140 以上	差(%)
			28	34	
皮質 白内障	11.3%未満	1.5(c/d)(対数)	0.907±0.630	0.775±0.617	0.132(15.7)↓
		12.0(c/d)(対数)	0.633±0.539	0.305±0.432	0.328(69.9)↓
		核白内障の程度	0.085±0.018	0.230±0.105	0.145(92.1)↑
		皮質白内障の程度	3.5 ±3.5	2.3 ±3.7	1.2 (41.3)↓
		矯正視力(対数)	-0.538±0.447	-0.604±0.447	0.066(11.6)↓
			34	29	
皮質 白内障	11.3%以上	1.5(c/d)(対数)	0.962±0.504	0.670±0.534	0.292(35.2)↓
		12.0(c/d)(対数)	0.344±0.483	0.228±0.380	0.116(40.6)↓
		核白内障の程度	0.083±0.018	0.189±0.071	0.106(77.9)↑
		皮質白内障の程度	28.0 ±13.9	25.7 ±13.0	2.3 (8.5)↓
		矯正視力(対数)	-0.628±0.373	-0.731±0.602	0.103(15.1)↓
差					
			1.5(%)	0.095(27.8)↓	0.105(14.5)↓
			12.0(%)	0.285(58.3)↓	0.079(29.6)↓
			核白内障(%)	0.002(2.4)↓	0.041(9.6)↓
			皮質白内障(%)	24.5 (155.6)↑	23.4 (83.5)↑
			視力(%)	0.090(15.4)↓	0.127(16.8)↓
			(中間値) 核白内障: 0.1140 皮質白内障: 11.3%		

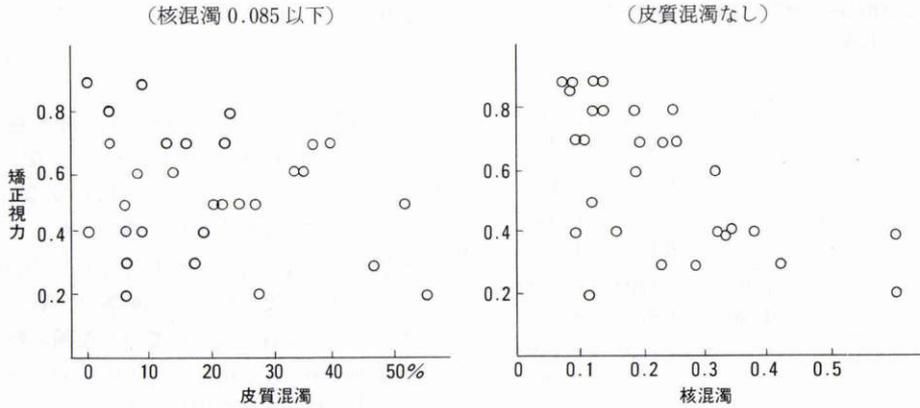


図6 コントラスト感度と矯正視力.

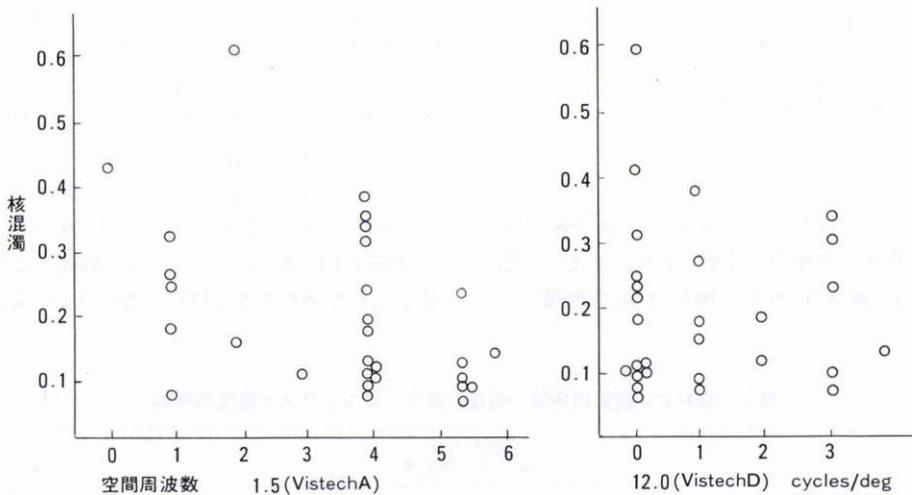


図7 皮質混濁のない核混濁とコントラスト感度.

(相関係数 $-0.175$ と $-0.160$ ,  $t=0.924$ と $0.845$ ). ところが5%以下の皮質白内障 45例でならば、矯正視力および $12.0\text{ c/d}$ のコントラスト感度は相関係数それぞれ $-0.576$  ( $t=4.616$ )と $-0.312$  ( $t=2.151$ )と1%以下の危険度で負の相関を認めたと、 $1.5\text{ c/d}$ のコントラスト感度との相関はみられなかった(相関係数 $-0.207$ ,  $t=1.388$ ). 一方、核白内障の有無の明確な決定はなしえなかったが、皮質散乱光 $0.085$ 以下の症例30例については図6, 8および表5のごとく、核白内障は $12.0\text{ c/d}$ のコントラスト感度とは相関係数 $-0.383$  ( $t=2.191$ )と負の相関を示したが、矯正視力および $1.5\text{ c/d}$ のコントラスト感度とは相関を認めなかった(相関係数 $-0.232$ と $-0.156$ ,  $t=1.260$ と

$0.834$ ).

#### IV 考 按

矯正視力はコントラストのよい視標で、視覚の最小分離能を測定する。一方、コントラスト感度ははっきりした輪郭をもたず、しかも明るい部分と暗い部分との明度差も少ない模様に対しての認識能力を測る。グレアもまた眼内に入った光の散乱によって、その眼の有するコントラスト感度の低下を測定するのである。白内障の他覚的混濁度と矯正視力の低下とは必ずしも一致しない。また、視力がよくても細隙灯顕微鏡での観察や眼底の見え方から、実生活では見にくいであろうことが推察される。本報告は、水晶体混濁の実生活

表 4 皮質混濁のない核白内障の混濁と視力・コントラスト感度との相関

	コントラスト感度		
	矯正視力 (対数)	1.5 c/d (対数)	12.0 c/d (対数)
平均	-0.626	0.770	0.305
核混濁	-0.556** (3.474)	-0.175 (0.924)	-0.160 (0.845)
矯正視力	—	+0.054 (0.027)	+0.250 (0.443)
1.5 c/d (対数)		—	+0.592** (3.813)
12.0 c/d (対数)			—

括弧内は t 検定値 症例数=29  
 \*\* : 1% の危険率で有意の相関あり  
 \* : 5% の危険率で有意の相関あり

表 5 核混濁 0.85 以下の皮質白内障の混濁と視力・コントラスト感度との相関

	コントラスト感度		
	矯正視力 (対数)	1.5 c/d (対数)	12.0 c/d (対数)
平均	-0.703	0.841	0.456
皮質混濁	-0.232 (1.260)	-0.156 (0.834)	-0.383* (2.191)
矯正視力	—	+0.495* (3.010)	+0.488** (2.956)
1.5 c/d (対数)		—	+0.594** (3.906)
12.0 c/d (対数)			—

括弧内は t 検定値 症例数=30  
 \*\* : 1% の危険率で有意の相関あり  
 \* : 5% の危険率で有意の相関あり

への影響を知る目的で、白内障の混濁程度とコントラスト感度および視力との相関を統計的に検討した。一般的には、相関係数は 0.6 以上あれば相当な相関があるといわれ、また t 検定値で 1.960 あれば 5% の危険率で、2.576 以上あれば 1% の危険率で相関がないという仮説を棄却できる。すなわち、2 つのデータ間に有意の相関があるということになる。今回の結果からは全体として 1% の危険率では核混濁と視力、皮質

白内障と低周波、高周波数コントラスト感度、また矯正視力と低周波数、高周波数コントラスト感度それぞれの間の相関が有意であったと結論することができる。水晶体の中心にある核の混濁は、理論的には矯正視力の低下に最も関係するはずであるが、現実には核白内障の混濁による視力低下を疑問視する臨床家もあり、今回の矯正視力と核白内障との相関は甚だ興味深い。

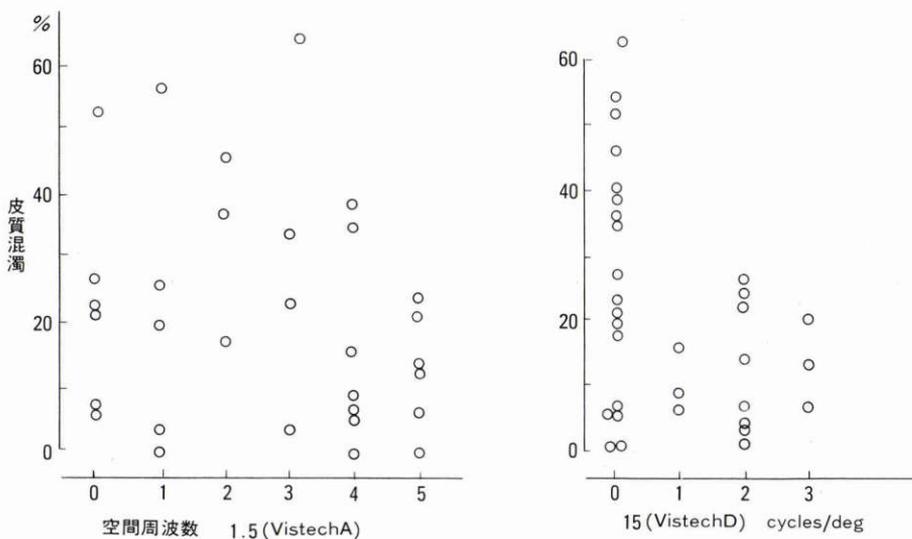


図 8 核混濁 0.85 以下の皮質混濁とコントラスト感度。

核白内障と皮質白内障との相関係数が $-0.229$ で $1\%$ の危険率で有意の差がみられたことは興味深く、これは核の混濁を細隙灯で観察し、また細隙灯顕微鏡写真を撮影した時、皮質の混濁によって核からの散乱光が減少するためと考えた。そのため、相関係数は低くはあるが核の混濁の影響を検討する上には皮質の混濁を考慮する必要があると思われる。

皮質白内障、核白内障をそれぞれの混濁の中間値によって4群に分けた表3の結果からは、皮質および核白内障の軽度の場合、すなわち皮質混濁および核混濁単独での影響をみた場合、低空間周波数のコントラスト感度は混濁の影響はそれほどでもないが、高空間周波数のコントラスト感度は核および皮質の混濁の影響を強くうけていた。このことは白内障のような眼光学系の異常では、まず高空間周波数の感度が低下するというコントラスト感度(MTF)理論を裏付ける結果であった。

Drewsら<sup>10)</sup>は、18例の純粹の核白内障眼について明瞭な成績を示しているが、我々も皮質混濁の全くない核白内障についての検討では、核白内障は矯正視力に相関があったが、コントラスト感度とは相関がないという結果であった。しかし、 $5\%$ 以下の軽度の皮質白内障までを含めた45例について検討した結果は、核の混濁は高周波数のコントラスト感度のみ相関があり、核白内障におけるように矯正視力との相関はみなかったことは興味深い。すなわち核の混濁は矯正視力に関係し、皮質の混濁は高周波数のコントラスト感度

により関係すると結論してもよいであろう。

#### 文 献

- 1) 黒部直樹, 馬嶋慶直, 江崎淳次: Glare test からみた白内障患者の手術適応. 眼臨 80: 89-91, 1986.
- 2) 柴田崇志, 中泉裕子, 中沢益枝, 水野敏博: 白内障の視力評価法の検討. Glare との関連について. 臨眼 42: 830-831, 1988.
- 3) 松本純一, 中沢益枝, 中泉裕子, 佐々木一之: Glare Tester による白内障患者視力の評価. 眼科 29: 225-229, 1987.
- 4) 若林憲章, 多田桂一, 横谷先晴, 江口甲一郎: Glare Tester を用いた白内障患者の手術適応. 眼紀 40: 2218-2225, 1989.
- 5) 山出新一, 黄野桃世: コントラスト感度(MTF)の考え方. 眼科 33: 57-68, 1991.
- 6) 山出新一: コントラスト感度. あたらしい眼科 6: 37-45, 1989.
- 7) Ginsburg AP: A new contrast sensitivity chart. Am J Optom Physiol Opt 91: 403-407, 1981.
- 8) 弓削経夫, 今道正次, 竹田 仁, 小笹晃太郎: 徹照写真による白内障数量表示法における誤差の検討. あたらしい眼科 6: 1225-1228, 1989.
- 9) 弓削経夫, 今道正次, 竹田 仁, 小笹晃太郎: 細隙灯写真による核白内障数量表示における誤差の検討. あたらしい眼科 9: 1943-1947, 1992.
- 10) Drews-Bankeiwicz MA, Caruso RC, Datiles MB, Kaiser-Kupfer MI: Contrast sensitivity in patient with nuclear cataracts. Arch Ophthalmol 110: 953-959, 1992.