

# モノビジョン法における眼優位性の影響

## —第二報：眼優位性の強さが視機能に及ぼす影響—

新田任里江<sup>1)</sup>, 清水 公也<sup>2)</sup>, 新井田孝裕<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科視覚機能療法学専攻

<sup>2)</sup>北里大学医学部眼科学教室, <sup>3)</sup>国際医療福祉大学保健学部視覚機能療法学科

### 要 約

**目的**：モノビジョン法は老視矯正法の一つであり、我々は第一報にて優位眼遠見矯正が視機能に有利であることを報告した。今回は眼優位性の強弱がモノビジョン法での視機能にどのように影響するか検討した。

**対象と方法**：対象は屈折異常以外に器質的眼疾患のない健常者 10 名である。全例調節麻痺後、虹彩付ソフトコンタクトレンズ(瞳孔径 3.0 mm)にて、優位眼を遠見用、非優位眼を近見用に矯正した。左右のコンタクトレンズの屈折差は 2.5 D とした。対象を眼優位性の強弱により 2 分し、両群の視機能(全距離視力, コントラスト感度, 近見立体視)を比較した。眼優位性の測定には視野闘争を用いた。

**結果**：眼優位性の強い被験者では近見視力の低下を認め、コントラスト感度では低空間周波数領域でも両眼加算は得られなかった。一方、近見立体視は眼優位性の影響を受けなかった。

**結論**：左右眼の眼優位性の不均衡はモノビジョン法の両眼視機能に影響を及ぼすことが示唆された。このため、眼優位性の評価はモノビジョン法の適応を決めるうえできわめて重要である。(日眼会誌 111 : 441-446, 2007)

**キーワード**：モノビジョン法, 眼優位性, 両眼開放視力, コントラスト感度, 近見立体視

## The Influence of Ocular Dominance on Monovision

### —The Influence of Strength of Ocular Dominance on Visual Functions—

Marie Nitta<sup>1)</sup>, Kimiya Shimizu<sup>2)</sup> and Takahiro Niida<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Rehabilitation, Orthoptics and Visual Science Course, School of Allied Health Sciences, Kitasato University

<sup>2)</sup>Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kitasato University

<sup>3)</sup>Department of Orthoptics and Visual Science, School of Health Science, International University of Health and Welfare

### Abstract

**Purpose** : Monovision is a method of correction for presbyopia. We have reported the advantage of conventional monovision (the dominant eye is corrected for distance). In this study, we investigated the influence of interocular imbalance of dominance on the visual function.

**Subjects and Methods** : Ten healthy subjects without any ophthalmologic disease participated. After cycloplegia, the eyes of the subjects were corrected by soft contact lenses with an artificial pupil (diameter : 3.0 mm). The dominant eye was corrected for distance, and the difference in lens power between the lenses was 2.5 D. The subjects were classified into two groups by strength of the imbalance of sensory dominance, which was determined by using binocular rivalry. Binocular visual functions (visual acuity at various distances, contrast sensitivity, near stereoacuity) were compared

between the two groups.

**Results** : Subjects with strong imbalance of sensory dominance showed decreased near visual acuity as well as decreased binocular summation of contrast sensitivity at low spatial frequencies. On the other hand, near stereoacuity was not affected by the imbalance of sensory dominance.

**Conclusion** : These results suggest that strong imbalance of sensory dominance interferes with binocular visual functions in monovision. Thus, the evaluation of ocular dominance is crucial for clinical applications of monovision.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 111 : 441-446, 2007)

**Key words** : Monovision, Sensory dominance, Binocular visual acuity, Contrast sensitivity, Near stereoacuity

別刷請求先：228-8555 相模原市北里 1-15-1 北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科視覚機能療法学専攻  
新田任里江 E-mail : nitta-m@kitasato-u.ac.jp

(平成 18 年 6 月 30 日受付, 平成 18 年 11 月 13 日改訂受理)

Reprint requests to : Marie Nitta, C. O. School of Allied Health Sciences, Kitasato University, 1-15-1 Kitasato, Sagami-hara 228-8555, Japan

(Received June 30, 2006 and accepted in revised form November 13, 2006)

## I 緒 言

モノビジョン法(monovision)とは、一眼を遠見用、他眼を近見用に矯正する老視矯正法の一つであり、固視眼の切替えや両眼視機能を活用しながら、すべての距離が鮮明に見えるようにする方法である<sup>1)</sup>。モノビジョン法の視機能については、ほぼ一定の見解を得ているが、成功因子の一つといわれる眼優位性との関連については多くの議論がある。

眼優位性は「単眼視を強いる条件下で習慣的に使用する眼」である sighting dominance および、視野闘争時に「より長く知覚できる眼」である sensory dominance の二つに大別されている<sup>2)</sup>。モノビジョン法では、sighting dominance で決定した優位眼を遠見用、非優位眼を近見用に矯正する方法(conventional monovision)が一般的となっており<sup>3)4)</sup>、著者らも、第一報にて sighting dominance がモノビジョン法に及ぼす影響につき検討し、conventional monovision の有用性を確認した<sup>5)</sup>。一方、モノビジョン法と眼優位性の強弱の関連についての報告も多数みられるが<sup>1)6)~8)</sup>、眼優位性の強弱の評価法は報告によってさまざまであり一定の見解は得られていない。

そこで今回著者らは、眼優位性の一つである sensory dominance に注目し、その強弱がモノビジョン法の視機能に及ぼす影響について検討した。

## II 対象と方法

対象は22~29歳(24.3±2.4歳：平均値±標準偏差)の屈折異常以外に器質的眼疾患のない健常者10名(男性3名、女性7名)である。1%塩酸シクロペントレートによる調節麻痺下屈折度は-1.50±1.62(平均値±標準偏差)D(+0.50~-4.25D)であり、眼位は全例10Δ以内の外斜位、Titmus stereo tests(T. S. T.)およびTNO stereo tests(TNO)による両眼視機能は、それぞれ40 sec of arc, 60 sec of arc(中央値)と良好であった。調節力の影響を除外するため、両眼に1%塩酸シクロペントレートを5分ごと3回点眼し、点眼後1時間より実験を開始した。実験時の瞳孔径を一定にするため、全例瞳孔径3.0mmの虹彩付ソフトコンタクトレンズ(シード社：No.3-D、以下コンタクトレンズ)装用下で実験を行った。コンタクトレンズは、1%塩酸シクロペントレート点眼下で測定した屈折度を用いて作製し、左右の屈折差は2.5D(遠見用：完全屈折矯正、近見用：完全屈折矯正に+2.50D加入)とした。全例、コンタクトレンズのフィッティングおよびセンタリングは良好であった。以下すべての検査は、hole-in-card testにて決定した優位眼(sighting dominance)を遠見用、非優位眼を近見用に矯正した状態(conventional monovision)で行った。

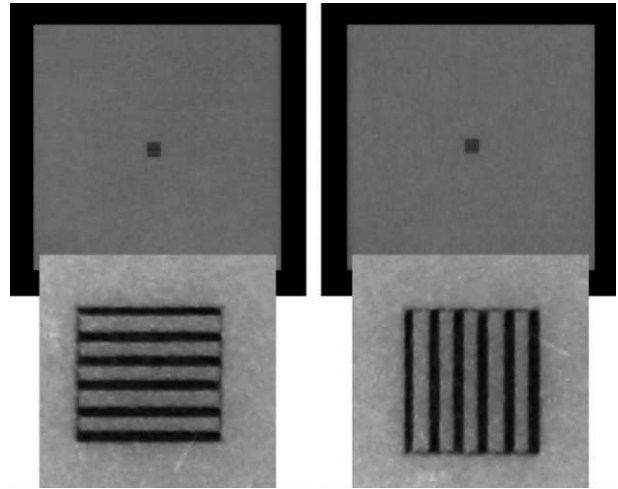


図1 視野闘争図形。  
下段は、上段の中心部を拡大したもの。

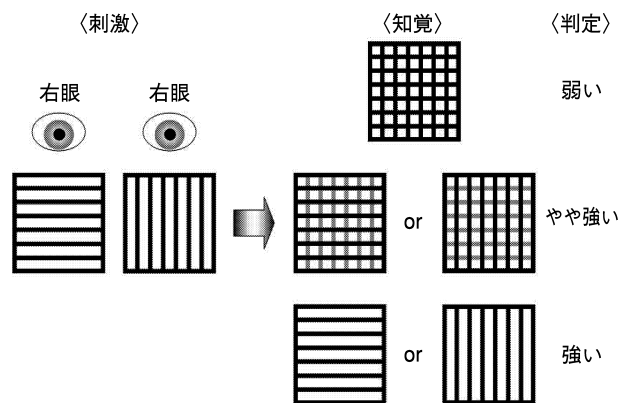


図2 視野闘争評価法。

上段：視野闘争が左右等量に誘発される⇒眼優位性弱い  
中段：視野闘争が誘発されるが一眼の縞が強く知覚される⇒眼優位性やや強い  
下段：視野闘争が誘発されない⇒眼優位性強い

検討項目は、全距離視力、コントラスト感度、近見立体視であり、sensory dominanceの強弱により対象を2群に分け、両群の視機能を比較した。

Sensory dominanceの測定には視野闘争を用い、図1に示す大型弱視鏡用に自作した視野闘争用図形(視角1度、空間周波数3.0 cycles per degree(cpd)、コントラスト100%)による視野闘争の誘発度合いにより、sensory dominanceの強弱を評価した。評価法は図2に示す。なお、sensory dominanceが弱い症例は眼優位性弱群(10名中5名)、やや強いおよび強い症例は眼優位性強群(10名中5名)に含めた。

全距離視力の測定には、視能域・全距離視力計AS-15(コーワ社)を使用し、両眼開放視力および単眼視力を測定した。測定距離は0.3, 0.5, 0.7, 1.0, 3.0, 5.0mの6点である。測定値の解析にはthe logarithm of the minimum angle of resolution(logMAR)換算値を用い、各測定点における両眼開放視力と単眼視力を比較した。

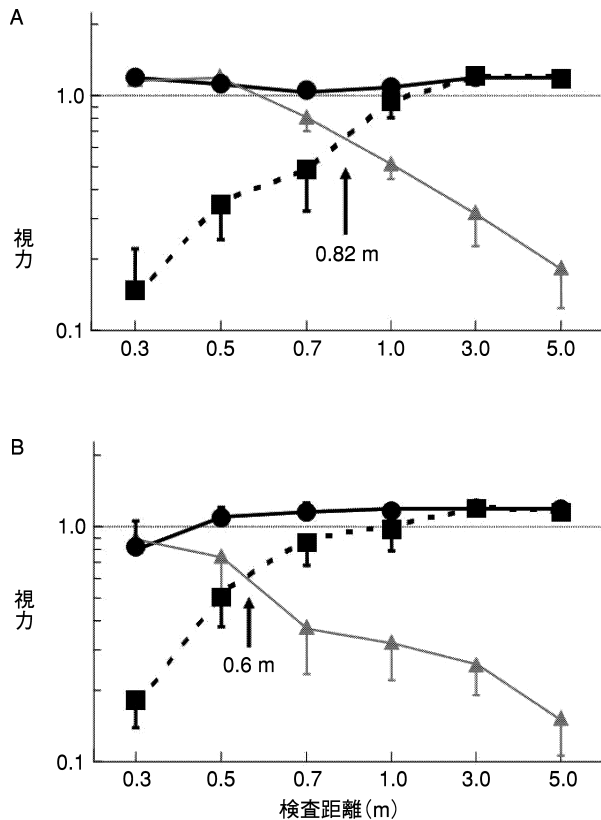


図 3 全距離視力.

A: 眼優位性弱群 B: 眼優位性強群

図中の矢印は、優位眼、非優位眼単眼視力の交差点を示す。

眼優位性弱群の両眼開放視力は、すべての距離において 1.0 以上を維持したが、眼優位性強群では、0.3 m のみ 1.0 を下回った。優位眼および非優位眼単眼視力の交差点は、眼優位性弱群で 0.82 m、眼優位性強群で 0.60 m であった。

- : 両眼開放視力
- : 優位眼単眼視力
- ▲ : 非優位眼単眼視力

統計には、Fisher's PLSD 法を用いた。また、眼優位性弱群および強群の両眼開放視力の比較には、Mann Whitney の U 検定を用いた。

コントラスト感度の測定には、鷓飼らが作製したコントラスト感度測定装置<sup>9)</sup>を使用した。本装置は、コントラストを連続的に変化させ、ランダムに呈示される縞の傾きを回答させる仕組みになっており、定量性に優れている。測定距離は 1.27 m であり、両眼開放下および単眼視下にて測定したコントラスト感度を比較した。残像の影響を除外し網膜照度を一定にするため、測定ごとに 5 分の休憩を与えた。各空間周波数領域の閾値は 5 回測定し、得られた対数コントラスト感度の平均値を解析に用いた。統計には Wilcoxon 符号順位検定を用いた。

近見立体視の評価には Titmus stereo tests (T. S. T.) および TNO stereo tests (TNO) を使用した。検査距離は両者とも 40 cm であり、コンタクトレンズ装用によ

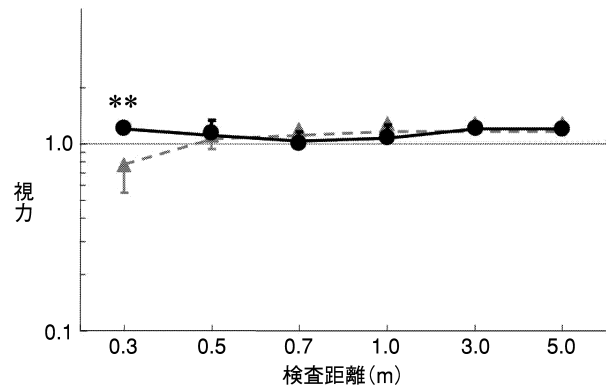


図 4 眼優位性弱群および強群の両眼開放視力.

0.3 m における両眼開放視力は、眼優位性強群に比べ眼優位性弱群で良好であった。

- : 眼優位性弱群
- ▲ : 眼優位性強群
- \*\* :  $p < 0.01$  (Mann Whitney の U 検定)

るモノビジョン矯正および両眼近見矯正にて測定し、両者の結果を比較した。統計には Wilcoxon 符号順位検定を用いた。さらに、眼優位性弱群および強群におけるモノビジョン矯正下の結果を、Mann Whitney の U 検定を用いて比較した。

また、すべての実験終了時に屈折・調節測定装置 AR 3-SV 14 (ニデック社) を用いて、準静的調節応答<sup>10)</sup>を測定し、調節近点と調節遠点の差から残余調節力を算出した。

### III 結 果

図 3 に全距離視力、図 4 に両眼開放視力の結果を示す。眼優位性弱群の両眼開放視力は、すべての距離で 1.0 以上と良好であったが、眼優位性強群では、0.3 m のみ 1.0 を下回り、眼優位性弱群との間に有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。また、優位眼および非優位眼単眼視力の交差点は、眼優位性弱群で  $0.82 \pm 0.16$  (平均値  $\pm$  標準偏差) m、眼優位性強群で  $0.60 \pm 0.12$  (平均値  $\pm$  標準偏差) m であった。図 5 はコントラスト感度の結果である。両群ともに、両眼開放下コントラスト感度は単眼視下コントラスト感度を上回っており、特に眼優位性弱群では、1.0~2.0 cpd の低空間周波数領域において有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。一方、眼優位性強群では、いずれの空間周波数領域においても有意差は認めなかった。近見立体視の結果を図 6 に示す。T. S. T., TNO いずれにおいても両群に有意差は認めなかったが、いずれも眼優位性強群にて良好な傾向にあった。

残余調節力は、優位眼  $0.96 \pm 0.61$  (平均値  $\pm$  標準偏差) D、非優位眼  $1.13 \pm 0.34$  (平均値  $\pm$  標準偏差) D であり、両者に有意差はなかった (paired t-test,  $p = 0.14$ )。また、hole-in-card test によって決定した優位眼 (sighting dominance) と視野闘争によって決定した優位眼

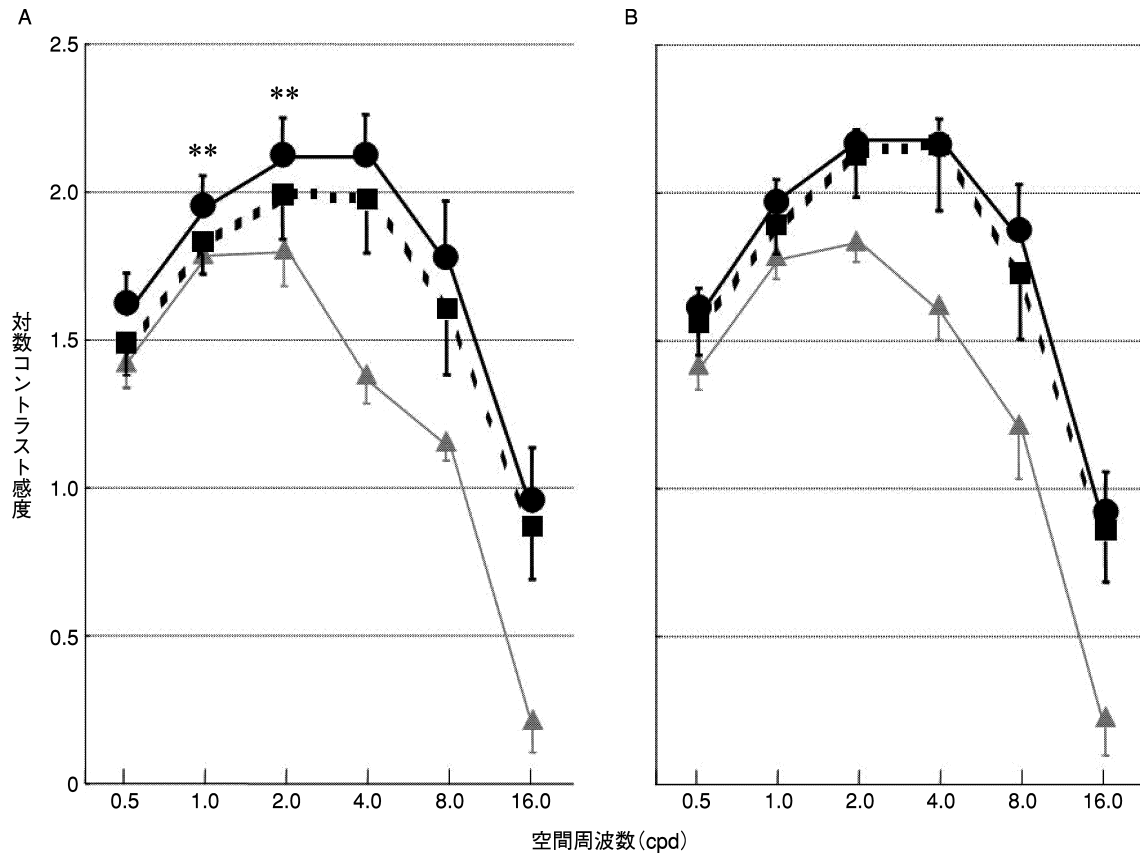


図 5 コントラスト感度.

A: 眼優位性弱群 B: 眼優位性強群

眼優位性弱群では 1.0, 2.0 cycles per degree (cpd) において有意な両眼加算を認めた.

- : 両眼開放下コントラスト感度
- : 優位眼単眼視下コントラスト感度
- ▲: 非優位眼単眼視下コントラスト感度
- \*\* :  $p < 0.01$  (Wilcoxon 符号順位検定)

(sensory dominance) は、全例一致していた。

#### IV 考 按

Jain ら<sup>11)</sup> は、sensory dominance の強い症例はモノビジョン法の適応から除外すべきだと述べており、一般にこの考えが普及している。しかし、sensory dominance の強弱がモノビジョン法に及ぼす影響はわずかであるとの報告もあり<sup>9)</sup>、未だ一定の見解は得られていない。そこで、第一報の conventional monovision が crossed monovision に比べて有利であるとの結果を受け、さらに sensory dominance の強弱による視機能への影響を検討した。

##### 1. 両眼加算

まず視力であるが、眼優位性弱群は、すべての距離において両眼開放視力は 1.0 以上を維持したのに対し、眼優位性強群では、0.3 m において両眼開放視力が低下した。新井田<sup>11)</sup> は、sensory dominance が強いと、非優位眼固視時の優位眼のボケは容易に抑制できず、さらに優位眼がボケに敏感であることから優位眼でボケが強く自

覚されると述べている。よって眼優位性強群では、優位眼のボケが影響し近見時の両眼開放視力が低下したと推察される。

さらに、今回の症例は全例、sensory dominance と sighting dominance が一致していたことより、眼優位性強群は sighting dominance も強い可能性がある。また、眼優位性強群の優位眼および非優位眼単眼視力の交差点は、眼優位性弱群に比べより近見にあった。これらのことから、眼優位性強群は、いずれの距離においても優位眼で固視し続けようとし、遠見、近見での固視の切り替えがスムーズに行われていなかったと推察される。それにより近見視力が低下したと考えられる。ただし、sensory dominance と sighting dominance は必ずしも一致しないため<sup>12)</sup>、固視の切り替えの良否と近見視力の相互作用に関しては、本実験に限っていえることである。

また、本実験は虹彩付コンタクトレンズにより瞳孔径を一定にしているため、近見反応時の縮瞳の影響が除外されており、それにより眼優位性強群の近見視力が低下

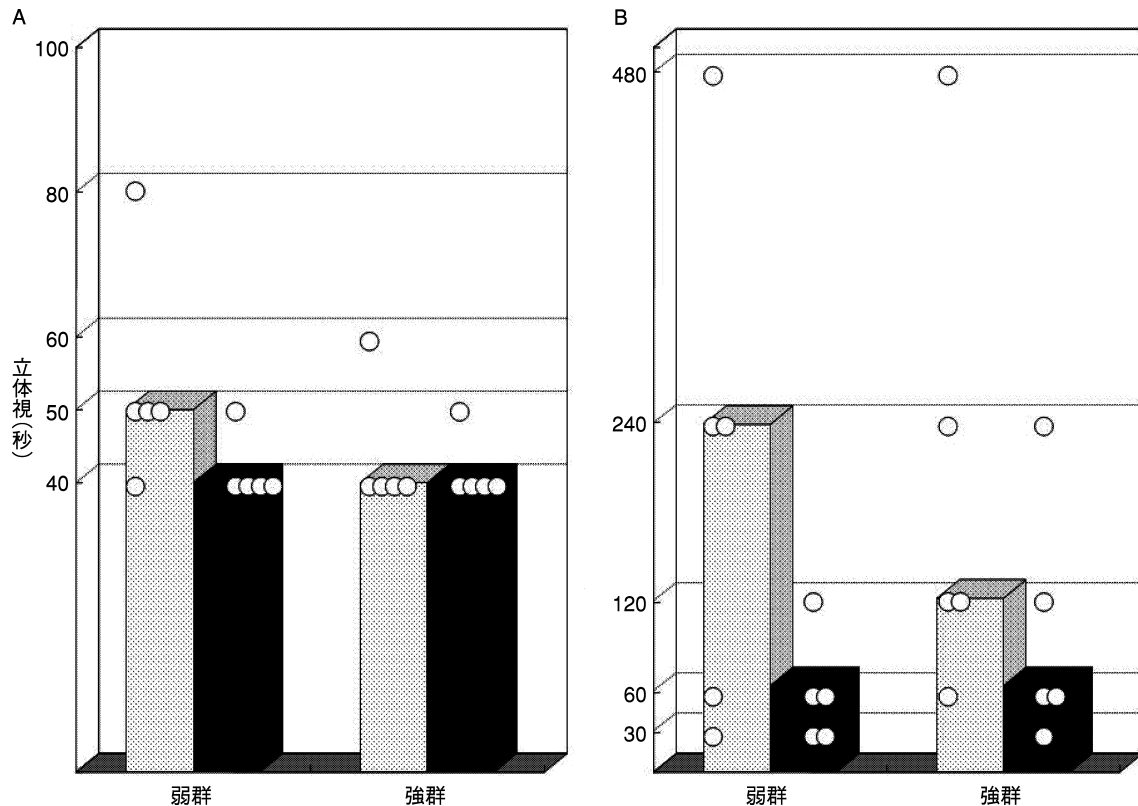


図 6 近見立体視.

A: Titmus stereo tests (T. S. T.) B: TNO stereo tests (TNO)

バーは中央値 (□:モノビジョン矯正下, ■:両眼近見矯正下), ドットは個人の値を示す.

T. S. T., TNO ともに眼優位性の強弱による差は認めなかった.

した可能性も考えられる。しかし、20代における近見反応時の瞳孔径は、7Dの調節負荷にても平均4mm程度であると報告されており<sup>13)</sup>、仮に自然瞳孔で本実験を行ったとしても、0.3m注視時に虹彩付コンタクトレンズの瞳孔径である3mm以下に縮瞳するとは考えにくく、瞳孔径が近見視力に及ぼした影響は少ないと考えられる。

一方、コントラスト感度に関しては、眼優位性弱群では低空間周波数領域において有意な両眼加算を認めたのに対し、眼優位性強群では低空間周波数領域においても有意な両眼加算は認めなかった。モノビジョン法において両眼加算を得るには、不同視に起因するボケの抑制(blur suppression)が重要<sup>7)8)</sup>であることから、眼優位性強群では低空間周波数領域においてさえもblur suppressionがうまく機能しなかったと推察され、これは、blur suppressionはsensory dominanceが強いほど困難であるというSchorらの報告<sup>7)</sup>と一致する。

## 2. 近見立体視

T. S. T., TNOともに統計学的に有意ではないものの、眼優位性強群の方が良好な傾向にあった。藤村ら<sup>14)</sup>は、両眼開放下の調節力は優位眼の方が大きく、眼優位性が強いほど顕著となることを示唆している。著者らは、モノビジョン矯正を行うにあたり、全被験者の調節

状態を一定にする目的で塩酸シクロペントレート点を点眼したが、約1D程度の調節力が残っていた。これらのことから、両眼開放下では優位眼の残余調節力が非優位眼に比べ大きくなっていると予想され、さらに、眼優位性強群においてその傾向が強いと推察される。それにより、眼優位性強群の方が眼優位性弱群に比べより明視域が拡大し、近見立体視が良好であったと考えられる。今回、著者らが測定した優位眼、非優位眼の残余調節力には有意差を認めなかったが、これは単眼視下で測定したためと考えられ、今後、両眼視下での測定結果と照合した検討が必要である。

以上より、sensory dominanceが強いと近見視力の低下およびコントラスト感度における両眼加算の減少をもたらす可能性がありモノビジョン法には適していないことが示唆された。

著者らは、第一報にて、モノビジョン法へのsighting dominanceの関与について報告したが、さらに今回、sensory dominanceの影響も明らかとなった。つまりモノビジョン法において良好な視機能を維持するためには、sightingおよびsensory両面からの眼優位性の評価が重要であることが示唆され、特にconventional monovisionが視機能面において有利である点、およびsensory dominanceが強い症例は適応から除外すべき点

は、これまでの Jain らの報告<sup>1)</sup>を支持する結果となった。言い換えれば、眼優位性の弱い症例がモノビジョン法の適応となり、かつ優位眼を遠見用に矯正する conventional monovision が有効である。また、今回の被験者は塩酸シクロペントレート点を点眼したうえでモノビジョン矯正にしているが、若干の調節力は残存していると考えられる。よって今回の結果は、残余調節力を有する初期老視症例を対象としたコンタクトレンズや屈折矯正手術によるモノビジョン法を検討するうえでより参考になると考えられる。

### 文 献

- 1) **Jain S, Arora I, Azar DT** : Success of monovision in presbyopes : review of the literature and potential applications to refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 40 : 491—499, 1996.
- 2) **Porac C, Coren S** : The dominant eye. *Psychol Bull* 83 : 880—897, 1976.
- 3) 井上俊洋, 清水公也, 新井田孝裕, 新田任里江, 嶺井利沙子 : 白内障術後のモノビジョンによる満足度. *臨眼* 54 : 825—829, 2000.
- 4) **Greenbaum S** : Monovision pseudophakia. *J Cataract Refract Surg* 28 : 1439—1443, 2002.
- 5) 新田任里江, 清水公也, 新井田孝裕 : モノビジョン法における眼優位性の影響—第一報 : 優位眼の矯正状態による視機能への影響—. *日眼会誌* 111 : 000—000, 2007.
- 6) **Erickson P, McGill EC** : Role of visual acuity, stereo acuity, and ocular dominance in monovision patient success. *Optom Vis Sci* 69 : 761—764, 1992.
- 7) **Schor C, Landsman L, Erickson P** : Ocular dominance and the interocular suppression of blur in monovision. *Am J Optom Physiol Opt* 64 : 723—730, 1987.
- 8) **Collins MJ, Goode A** : Interocular blur suppression and monovision. *Acta Ophthalmol* 72 : 376—380, 1994.
- 9) 鵜飼一彦, 石川 哲 : パーソナルコンピューターとビデオフレームメモリーを利用したコントラスト感度測定装置の試作. *あたらしい眼科* 5 : 1037—1039, 1988.
- 10) 鵜飼一彦, 石川 哲 : 調節の準静的特性. *日眼会誌* 87 : 1428—1434, 1983.
- 11) 新井田孝裕 : Monovision を理解するために必要な神経眼科. *IOL & RS* 18 : 105—109, 2004.
- 12) **Ooi TL, Optom B, He ZJ** : Sensory eye dominance. *Optometry* 72 : 168—178, 2001.
- 13) 高橋慶子, 石川 均, 新田任里江, 堀部 円, 庄司信行, 清水公也 : トライイリスを用いた調節刺激に対する瞳孔径・輻湊の加齢変化. *自律神経* 41 : 361—364, 2004.
- 14) 藤村芙佐子, 半田知也, 魚里 博, 庄司信行, 清水公也 : 両眼開放下における調節機能への眼優位性の影響. *あたらしい眼科* 23 : 969—972, 2006.