

## 強度近視の眼球後部と筋円錐

秋澤 尉子<sup>1)</sup>, 安澄健次郎<sup>1)</sup>, 井田 正博<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>東京都立荏原病院眼科, <sup>2)</sup>東京都立荏原病院放射線科

### 要 約

目 的：強度近視で、拡大した眼球後部が筋円錐の中央にあるか否かを検討する。

方 法：内斜視を伴う強度近視 3 例 3 眼(近視性内斜視群), 内斜視のない強度近視 7 例 7 眼(強度近視群), 対照群 6 例 8 眼(対照群)を対象とした。核磁気共鳴画像冠状断を筋円錐に垂直に撮影した。外眼軸長と筋円錐内眼球後部の偏位量とを眼球視神経接続部から 2, 4 mm 前方位置で測定した。偏位量は筋円錐の中心と眼球の中心との距離とした。偏位の方向性も測定した。

結 果：4 mm 前方位置の偏位量は、近視性内斜視群  $1.6 \pm 0.64$  (平均値  $\pm$  標準偏差) mm, 強度近視群  $1.2 \pm$

0.51 mm, 対照群  $0.059 \pm 0.35$  mm であり, 3 群の偏位量には有意の差があった ( $p < 0.001$ )。さらに, 偏位量は外眼軸長と有意に相関 ( $r = 0.93$ ,  $p < 0.01$ ) した。偏位の方向性は外上方であった。

結 論：強度近視は、内斜視発症前から眼球後部が筋円錐内の外上方に偏位していた。眼球後部は筋円錐の外上方に方向性をもって拡大し、筋円錐からはみだしていくと考えられた。(日眼会誌 108 : 12-17, 2004)

キーワード：強度近視, 眼球後部, 筋円錐, 偏位, 外眼軸長

## The Posterior Portion of the Eyeball and the Muscle Cone in Cases of High Myopia

Yasuko Akizawa<sup>1)</sup>, Kenjiro Yasuzumi<sup>1)</sup> and Masahiro Ida<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Ophthalmology, <sup>2)</sup>Department of Radiology, Tokyo Metropolitan Ebara General Hospital

### Abstract

**Purpose** : To study the displacement of the eyeball of high myopia in the muscle cone.

**Methods** : Three patients with esotropia with high myopia (myopic esotropia group), seven patients with high myopia without esotropia (high myopia group), and eight controls (control group) were examined. Using magnetic resonance imaging, the outer axial length and the displacement of the posterior portion of the eyeball in the muscle cone were measured. In order to neglect individual differences, the coronal scanning was perpendicular to the orbital axis. The displacement was measured in the plane 2 mm and 4 mm anterior from the globe-optic nerve junction. The distance of the displacement was represented by the distance from the center of the globe to the center of the muscle cone.

**Results** : The displacement in the plane 4 mm anterior (mean  $\pm$  standard deviation) was greater in the order of the myopic esotropia group ( $1.6 \pm 0.64$  mm), the high myopia group ( $1.2 \pm 0.51$  mm), and

the control group ( $0.059 \pm 0.35$  mm). The displacement of the eyeball was largest in the myopic esotropia group ( $p < 0.001$ ). The outer axial length and the distance of the displacement in all cases was correlated significantly ( $r = 0.93$ ,  $p < 0.01$ ). Moreover, the eyeballs of the myopic esotropia group and the high myopia group were displaced upwards in the temporal area.

**Conclusions** : The posterior portion of high myopia was displaced upwards in the temporal area in the muscle cone regardless of the presence or absence of esotropia. The eyeball originally elongates upwards in the temporal area, not towards the weakest part of the muscle cone.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 108 : 12-17, 2004)

**Key words** : High myopia, Posterior portion of eyeball, Muscle cone, Displacement, Outer axial length

別刷請求先：145-0065 東京都大田区東雪谷 4-5-10 東京都立荏原病院眼科 秋澤 尉子  
(平成 14 年 11 月 26 日受付, 平成 15 年 5 月 23 日改訂受理)

Reprint requests to: Yasuko Akizawa M.D. Tokyo Metropolitan Ebara General Hospital. 4-5-10 Higashi-yukigaya, Oota-ku, Tokyo 145-0065, Japan

(Received November 26, 2002 and accepted in revised form May 23, 2003)

## I 緒 言

強度近視に伴う内斜視は進行性であり、末期には固定内斜視となる<sup>1)</sup>。その原因は眼球後部が拡大し外眼筋 4 直筋から成る筋円錐の外上方に偏位し、ついには収まりきれなくなり、外上方で筋円錐からはみだすことにある<sup>2)</sup>とされている。前報<sup>3)</sup>で、内斜視のない強度近視と内斜視を伴う強度近視で外眼軸長の延長は連続的であること、強度近視の外眼軸長が 30 mm 以上に長くなると内斜視を発症する危険が大きいことを報告した。内斜視のない強度近視と内斜視を伴う強度近視とで眼球拡大が連続的であるなら、内斜視を発症していない強度近視の眼球後部は筋円錐とどのような位置関係になっているのだろうか、さらに、眼球後部が外上方にはみだす機序はいかなるものか、これらの点は未だ検討されていない。そこで、強度近視の眼球後部と筋円錐との位置関係について検討したので報告する。

## II 方 法

### 1. 対 象

対象は、強度近視を伴う内斜視(以下、近視性内斜視群)3 例 3 眼、内斜視のない強度近視(以下、強度近視群)7 例 7 眼、正常対照者(以下、対照群)6 例 8 眼である。年齢は近視性内斜視群は 66~73 歳であり、平均値±標準偏差は 70.3±3.8 歳、強度近視群は 55~86 歳で 72.3±9.8 歳、対照群は 22~86 歳で 62.5±23.6 歳であった。

近視性内斜視群の臨床像を表 1 に示した。強度近視群については、屈折-8.0 D 以上とした。対照群は都立荏原病院で白内障手術を受けた患者で正視から-2.0 D 以内の近視であり、手術後半年以内に頭部核磁気共鳴画像(以下、MRI)検査を受けた者とした。なお、強度近視群 7 例および対照群 6 例については、研究目的を説明し承諾を得た後に MRI 検査を施行した。

### 2. 検 査 方 法

頭部 MRI 検査はシーメンス社 VISION MRI SCANNER を用いた。

外眼軸長の計測については、前報<sup>3)</sup>に述べたごとくとした。

筋円錐と眼球後部の位置関係の測定に際しては、筋円

錐に垂直に撮影した(図 1)冠状断撮影を用いた。被験者は眼前 30 cm に呈示した 10 cm 大の赤色×印の固視目標の交点を注視し、視神経眼球接続部から 2 mm スライスで眼球前方に 3 枚撮影した。撮影画像から、可及的に 4 直筋の内側を通る円と眼球外壁を通る円を求め、2 つの円の中心間の距離を偏位量とした(図 2)。偏位の角度は鼻側水平線と 2 円の中心を結ぶ線の成す角度とし、右眼については時計周りとは反対に、左眼については時計回りに測定した。円の中心の決定、2 中心間の距離の測定、角度の測定にはインターネット上に公開されている NIH Image(anonymous-ftp//:zippy.nimh.nih.gov)を用いた。斜視の角度の測定は大型弱視鏡を用いた。

## III 結 果

外眼軸長は、対照群、強度近視群、近視性内斜視群の順に延長した。各群の平均値±標準偏差は 23.0±0.82、

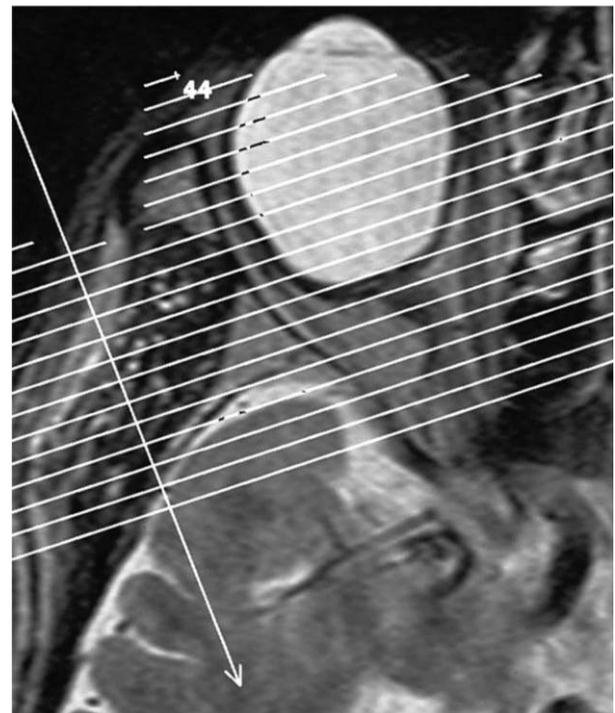


図 1

眼前 30 cm にある固視目標を注視し、眼窩に垂直に冠状断撮影を行った。図は近視性内斜視群の症例 3 である。

表 1 近視性内斜視群の臨床像

症例	性別	年齢	左右別	外眼軸長 (mm)	屈折	矯正視力	斜視角	2 mm 前方位置での測定		4 mm 前方位置での測定	
								偏位量	偏位の方向性	偏位量	偏位の方向性
1	女性	72	右	34.03	-4.0 D	0.6	30 p	1.6	130°	2.3	150°
2	女性	66	左	29.53	-16.0 D	0.04	18 p	1.3	170°	1.3	150°
3	男性	73	右	29.42	-14.0 D	0.15	30 p	1.4	140°	1.2	145°

症例 1 は偽水晶体眼のため、屈折が-4.0 D となっている。

29.9±2.5, 31.0±2.6 mm であり, 順に長くなる傾向を示した. 一元配置分散分析法を用いて 3 群の外眼軸長を比較したところ, 有意の差があった(p<0.001) (表 2).

筋円錐内での眼球後部の偏位量については, 視神経眼球接続部から 2 mm 前方位置の測定では対照群, 強度近視群, 近視性内斜視群でそれぞれ 0.23±0.36, 1.3±0.68, 1.4±0.16 mm であり, 順に偏位量が大きかった (一元配置分散分析法, p<0.005). 視神経眼球接続部から 4 mm 前方位置でもそれぞれ 0.059±0.35, 1.2±0.51, 1.6±0.64 mm であり, 順に偏位量が大きかった (一元配置分散分析法, p<0.001) (表 2). 6 mm 前方位置は外眼筋附着部と重なる症例が多く, 偏位量の測定はできなかった.



図 2

可及的に眼球外壁を通る円の中心と, 4 外直筋から成る筋円錐内側を通る円の中心とを求め, 2 点間の距離を求めた. 図は近視性内斜視群の症例 3 の右眼, 視神経眼球接続部から 4 mm 前方位置での撮影断面である. 4 直筋の内側を通る円の中心を(△), 眼球後部の中心を(○)で示した. 偏位量は 2 点間の距離とし, 偏位の角度は鼻側水平線と 2 点を結ぶ線の成す角度を, 本例は右眼であるため時計周りと反対に測定した.

外眼軸長と偏位量の相関を検討した. 2 mm 前方位置では対照群, 強度近視群, 近視性内斜視群の全例を対象として検討すると相関係数は 0.81 であり (図 3), 有意の相関(p<0.01)があった. 4 mm 前方位置では全症例を対象とした相関係数は 0.93 であり (図 4), 有意の相関(p<0.01)があった.

筋円錐内での偏位の方向性については, 視神経眼球接続部から 2 mm 前方の位置 (図 5) では対照群は偏位がないもの 3 例, 下方に偏位していたのは 4 例であった. 一

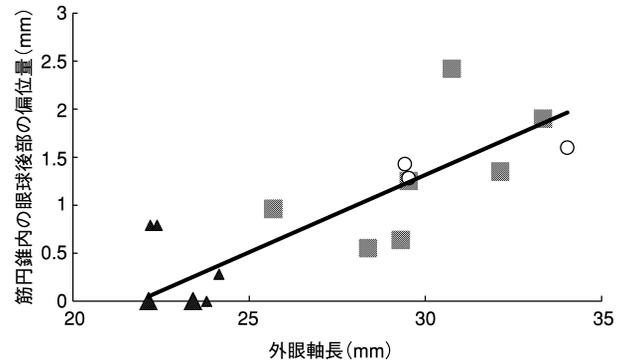


図 3 外眼軸長と眼球後部の偏位量—視神経接続部 2 mm 前方位置—.

▲: 対照群, ■: 強度近視, ○: 近視性内斜視群. 全症例の相関を求めると r=0.81 であり, 有意の相関があった(p<0.01).

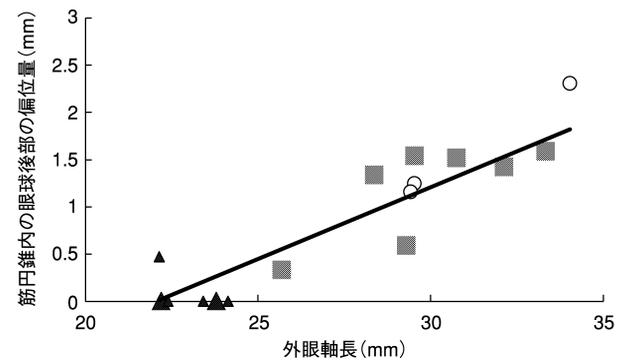


図 4 外眼軸長と眼球後部の偏位量—視神経接続部 4 mm 前方位置—.

▲: 対照群, ■: 強度近視群, ○: 近視性内斜視群. 全症例の相関を求めると r=0.93 であり, 有意の相関があった(p<0.01).

表 2 筋円錐内の眼球後部の偏位量

	対照群 (8 例)	強度近視群 (7 例)	近視性内斜視 (3 例)	p 値
年齢	62.5±23.6	72.3±9.8	72.3±3.8	n.s.
外眼軸長 (mm)	23.0±0.82	29.9±2.5	31.0±2.6	p<0.001
視神経接続部から 2 mm 前方位置の偏位量 (mm)	0.23±0.36	1.3±0.68	1.4±0.16	p<0.005
視神経接続部から 4 mm 前方位置の偏位量 (mm)	0.059±0.35	1.2±0.51	1.6±0.64	p<0.001

平均値±標準偏差  
p 値: 一元配置分散分析法



は顔面に斜めに位置しており眼窩の角度に個人差があることが予想され、定量を目的とした撮影では冠状断が適切とは考えにくい。そこで、Miller<sup>11)</sup>、Clark ら<sup>12)</sup>と同じく、筋円錐に垂直に頭部 MRI を撮影した。

本研究で、外眼軸長は前報と同じく、近視性内斜視群、強度近視群、対照群の順に長かった。筋円錐内での眼球の偏位については視神経眼球接続部から 2 mm 前方位置では近視性内斜視、強度近視群ともに偏位し、偏位量は外眼軸長に相関し、4 mm 前方位置でも同様の結果となった。すなわち、強度近視では内斜視発症の有無にかかわらず眼球後部は筋円錐内で偏位し、偏位量は外眼軸長に相関した。そこで、4 mm 前方位置の測定と 2 mm 前方位置の測定とを比較すると、偏位量については 4 mm 前方位置の測定の方が相関関係が強く偏位量も大きかった。また、偏位の方向性は 2 mm 前方位置では、対照群は中央または下方に位置するのに対し、近視性内斜視群および強度近視群は外上方に偏位していた。4 mm 前方位置では対照群はほぼ全例が中央に位置したのに対し、近視性内斜視および強度近視群は諸家の報告のごとく外上方に偏位していた。すなわち、両者の比較では、4 mm 測定位置の方が偏位量が大きく偏位の方向性が一定であり、筋円錐内での眼球後部の偏位の検討には 4 mm 前方位置での測定が適切であると考えられた。

Krzizok ら<sup>8)</sup>は視神経眼球接続部から 3 mm 前方位置で測定し、強度近視では内斜視発症例は眼軸長が 31.4 mm、外直筋が 2.5 mm 下方 1.4 mm 内側に偏位、内直筋が 1.3 mm 下方偏位している、内斜視未発症例は眼軸長が 29.2 mm、外直筋が 1.3 mm 下方 0.6 mm 内側に偏位、内直筋が 1.2 mm 下方に偏位しているとし、眼窩内で外眼筋の偏位を報告した。すなわち、強度近視では内斜視を発症していない症例でも外直筋が偏位していることを明らかにした。

本報告は外直筋 4 直筋から成る筋円錐と眼球後部の位置関係を測定したものである。強度近視では内斜視を発症していなくても、眼球後部は筋円錐の中央から外上方に偏位していること、偏位量は外眼軸長に相関することが明らかになった。Krzizok ら<sup>8)</sup>は眼窩内における外眼筋の偏位をとらえたのに対し、本報告は筋円錐内の眼球後部の偏位をとらえたものであるが、強度近視では内斜視発症以前から偏位を示すという、よく一致した結果が得られた。すなわち、強度近視では眼球後部が拡大する際に筋円錐内で外上方への方向性を持っているのであり、脆弱部分である外上方からはみでるのではない。圧迫により外直筋が萎縮するのは最終的な結果であって一次的原因とは考えにくい。さらに、眼球後部の拡大がさらに進めば、外直筋と上直筋の間に眼球後部が入り込み、眼球は可動性を失う。この際、前眼部は外上方とは反対の方向へ偏位し、内斜視を発症するものと考えられ

た。それでは、何故、眼球後部は筋円錐の外上方に方向性を持って拡大していくのであろうか。東<sup>13)</sup>は発生学的研究で、顔が正面に向く時期に顔の正面から Shh 遺伝子が放出され、この働きで眼球では顔の後面に相当する部位に黄斑部が決定され、横に向いていた眼球は正面を向く、すなわち、横方向から前後方向に眼球の向きが変わると提唱している。この仮説をとれば、強度近視では、眼球後部は拡大に際し、顔面の後方への方向性がある。一方で、筋円錐を含む眼窩は視交叉に向かい顔面に斜めに存在する。この眼球後部の拡大の方向性と筋円錐の向きの解剖学的不一致があるため、眼球の拡大がある一定を超えると筋円錐からはみだしてしまうことが原因であると説明ができる。ヒトは顔面を正面に向けることにより大きな進化をとげたが、同時に強度近視に伴う内斜視という進化の副産物も抱えることになったと考えることもできる。筋円錐と眼球後部の拡大については、今後さらに多数例での検討が必要と思われる。

## 文 献

- 1) 林 孝雄, 丸尾敏夫: 後天進行性内斜視と後天固定内斜視. 日眼会誌 103: 604—611, 1999.
- 2) Yokoyama T, Tabuchi H, Ataka S, Shiraki K, Miki T, Mochizuki K: The mechanism of development in progressive esotropia with high myopia. In: de Faber JT (Ed): Transactions of the 26th meeting, European Strabismological Association, Barcelona, Spain, September 2000. Swets & Zeitlinger Publishers, Lisse, 218—221, 2000.
- 3) 秋澤尉子, 安澄健次郎, 田中明子: 強度近視に伴う内斜視の眼球形態の特徴. 日眼会誌 106: 411—415, 2002.
- 4) 太田道孝, 家足蹴博康, 林 孝雄, 丸尾敏夫: 固定内斜視の画像的研究. 日眼会誌 99: 980—985, 1995.
- 5) Herzau V, Ioannakis K: Zur pathogenese der konvergenz und hypotropie bei hoher myopie. Klin Monatsbl Augenheilkd 208: 33—36, 1996.
- 6) Krzizok TH, Kaufmann H, Traupe H: Elucidation of restrictive motility in high myopia by magnetic resonance imaging. Arch Ophthalmol 115: 1019—1027, 1997.
- 7) Krzizok TH, Kaufmann H, Traupe H: New approach in strabismus surgery in high myopia. Br J Ophthalmol 81: 625—630, 1997.
- 8) Krzizok TH, Schoeder BU: Measurement of recti eye muscle paths by magnetic resonance imaging in highly myopic and normal subjects. Invest Ophthalmol Vis Sci 40: 2554—2560, 1999.
- 9) 所 敬, 林 一彦, 佐藤百合子: 高度近視の視力障害について. 厚生省特定疾患網脈絡膜萎縮症調査班, 昭和 53 年度研究, 14—18, 1978.
- 10) Curtin BJ, Karlin DB: Axial length measurements and fundus changes of the myopic eye. Am J Ophthalmol 71: 42—53, 1971.

- 11) **Miller JM** : Functional anatomy of normal human rectus muscles. *Vision Res* 29 : 223–240, 1989.
  - 12) **Clark RA, Miller JM, Demer JL** : Location and stability of rectus muscle pulleys muscle paths as a function of gaze. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 38 : 227–240, 1997.
  - 13) **東 範行** : 黄斑疾患 黄斑形成と中心視成立の分子生物学. *日眼会誌* 104 : 960–985, 2000.
-