核上性垂直眼球運動障害に対する視能矯正の効果

浅川 賢¹⁾・石川 均^{1, 2)}・庄司 信行^{1, 2)}・清水 公也³⁾

¹⁾ 北里大学大学院 医療系研究科 眼科学

²⁾ 北里大学 医療衛生学部 視覚機能療法学

³⁾ 北里大学 医学部 眼科学

Efficacy of Orthoptic Training for Supranuclear Vertical Eye Movement Disorder

Ken Asakawa¹⁾, Hitoshi Ishikawa^{1, 2)}, Nobuyuki Shoji^{1, 2)} and Kimiya Shimizu³⁾

¹⁾ Department of Ophthalmology and Visual Science, Kitasato University
Graduate School, Doctors Program of Medical Science

²⁾ Department of Orthoptics and Visual Science, Kitasato University,
School of Allied Health Science

³⁾ Department of Ophthalmology, Kitasato University, School of Medicine

要 約

【目的】核上性垂直眼球運動障害に対して視能矯正を施行し、その効果を検討すること。

【症例および方法】22歳の男性、松果体腫瘍治療後に残存する正面および上方視時の複視を主訴に来院した。初診時所見として視力、視野は正常、眼位はskew deviation (6 ΔLH (T))を伴い、垂直注視麻痺はほぼ治癒していたが、上方視における衝動性眼球運動時の眼球運動速度低下と滑動性眼球運動時の輻湊後退眼振、対光-近見反応解離が見られた。また体育教諭を目指しており、実技実習が困難である問題点を有していた。そこで視能矯正としてプリズム眼鏡処方および月に1回外来にて大型弱視鏡によるfusion lock trainingとEOGによる眼球運動訓練(狭義)、家庭訓練では赤フィルターとメジャーテープによる方法を毎日20分間施行した。訓練効果は融像域(°)と眼球運動速度(deg/sec)にて判定した(垂直方向は1 Δ=0.5°換算)。

【結果】訓練開始時、正面視に対する複視はプリズム眼鏡にて消失するも、上方視時の違和感は解消されなかった。また大型弱視鏡による融像域は右方20°、左方30°、上方0.5°、下方2°と上方が狭

別冊請求先 (〒252-0373) 神奈川県相模原市南区北里1丁目15番1号

北里大学 医療衛生学部 視覚機能療法学 浅川 賢

Tel. 042 (778) 9671 Fax. 042 (778) 9684

E-mail: asaken@kitasato-u.ac.jp

Key words: 核上性垂直眼球運動障害、視能矯正、fusion lock training、外眼筋自己受容器、適応制御
supranuclear eye movement disorder, orthoptics, fusion lock training, proprioception,
adaptive control

く、衝動性眼球運動時のundershootも見られたが、訓練6か月後には融像域が左右方向ともに30°、上方2°、下方3°と拡大し、眼球運動速度も250deg/secから285deg/secとなり、自覚症状が改善された。

【結論】訓練期間が6か月にも及び患者の意欲も重要ではあるが、核上性垂直眼球運動障害に対する視能矯正により融像域拡大と眼球運動速度の改善が認められた。

Abstract

Purpose: To investigate the efficacy of orthoptic training for supranuclear eye movement disorder.

Patient and Methods: The patient was a 22-year-old man, who presented with normal visual acuity and visual field but complained of diplopia associated with dorsal midbrain syndrome due to pineal tumors. Although upper gaze palsy was cured after chemical and radiation therapy, the patient had skew deviation and eye movement disorder during upper fixation. The pupillary light reflex was absent, whereas the near pupil constriction was preserved (light-near dissociation). This disorder had restricted his mobility as a school baseball and badminton instructor and we consequently provided a training program with various orthoptic exercises for the eye movement disorder. We first used a prism lens to decrease double vision. Additionally, we performed fusion lock training using a major amblyoscope and eye movement training with an electro-oculogram (EOG) followed by once-per-month at the university hospital. The self-training part of the program included a 20-minute-per-day eye movement exercise using a red filter and a tape measure. The fusion area (°) and eye movement velocity (degree/sec) were used as the outcome measures of the orthoptic training.

Results: Although the prism lenses had eliminated double vision, no improvement was observed when he looked upwards because the upper fusion area was extremely narrow and saccadic eye movement with under shoot was seen. Indicated by the major amblyoscope, the fusion areas were 20° (right), 30° (left), 0.5° (upper), and 2° (lower). After six months of training, the fusion areas were extended to 30° (both right and left), 2° (upper), and 3° (lower) and the eye movement velocity obtained from 250 to 285 degrees/sec. The subjective symptoms were also improved.

Conclusion: Although the training required a period of time as long as six months, orthoptic training could effectively improve the fusion areas and eye movement velocity in supranuclear eye movement disorder.

I. 緒 言

視能矯正とは適切な視覚刺激を反復して与え、広範囲な脳の働きを促し、両眼視機能ができる位置に両眼を配列する能力をつける一種の学習であると定義されている。その中でも後天性眼球運動障害に対する視能訓練の有用性は散見されるものの^{1)~3)}、核上性のものに対しての検討は少ない。岡ら⁴⁾は脳腫瘍術後の眼球運動障害でもPOS (Problem Oriented System) 方式に準じたプログラムの下に施行した視能訓練が奏功した例を報告している。今回われわれは核上性垂直眼球運動障害に対して眼球運動訓練を主とした視能矯正を施行し、その効果を検討した。

II. 症例および方法

症例：22歳、男性（体育学専攻の大学院生）

主訴：複視、遠近感消失

現病歴：2007年10月頃から時々複視を自覚するも放置していた。症状改善せず翌年2月のMRI検査にて松果体腫瘍を指摘、3月より他大学病院脳神経外科にて松果体腫瘍に対する化学療法および放射線治療を施行された。腫瘍は消失し再発も見られてはいないものの、複視や遠近感消失（特に上方視時）に伴う違和感が強く、体育実技実習に支障を来しているとのことで2009年2月、当科紹介受診となった。

初診時所見：視力、視野は正常であったが、眼

位はskew deviation (6 ΔLH (T))を伴い、垂直注視麻痺はほぼ治癒していたものの、上方視における衝動性眼球運動 (以下、saccade) 時の眼球運動速度低下と滑動性眼球運動 (以下、pursuit) に伴う輻湊後退眼振 (図1)、対光-近見反応解離 (図2) が見られた。視機能検査所見を表1に示す。特記すべきは近見立体視である。偏光フィルターにて両眼分離するTitmus stereo testsではall pass (40秒) にもかかわらず、赤緑フィルターによるTNO stereo testではplate I ~ III (1980秒) のみと、分離の程度によって融像力が弱いことを疑わせる所見が見られた。

訓練方法：訓練開始にあたっては問題点を評価 (表2) し、それに準じた視能矯正を2009年3月から施行した。具体的には正面視の複視を軽減するため、右眼2 Δ基底上方および左眼2 Δ基底下方のプリズム眼鏡を処方し、感覚性融像

の安定化と運動性融像の増強拡大を目的に月に1回外来にて大型弱視鏡によるfusion lock training (垂直方向は融像分離結合訓練と融像幅増強訓練) やsaccade速度低下、undershootなどの眼球運動障害を改善させるため眼球運動図 (以下、EOG) による狭義の眼球運動訓練、

表1 初診時の視機能検査所見

Vd = 0.1 (1.2 × 2.75D=cyl-0.75D 180°)		
Vs = 0.1 (1.2 × 2.75D=cyl-0.75D 180°)		
Hirschberg	ortho'	
EOM	full'	
NPC	6 cm	
TST	fly (+) animal (3/3) circle (9/9)	
TNO	plate I ~ III (+) 1980 sec.	
APCT	Near Far	
(far best)	R fix } 4ΔLH(T)	6ΔLH(T)
	L fix }	
Bielschowsky head tilt test (-)

図1 EOGによる眼球運動波形
上方視においてsaccadeの眼球運動速度低下とpursuitによる輻湊後退眼振が見られた。

図2 対光-近見反応解離
対光反射は消失しているが近見縮瞳は保存されている。

表2 訓練前の問題点

- #1 両眼) 近視性乱視
- #2 左眼) 上斜視 (skew deviation)
- #3 上方視時のundershoot・動揺視
- #4 融像衰弱
- #5 複視・遠近感消失
- #6 実技実習(野球・バドミントン)が困難

家庭訓練では融像限界点の延長と眼球運動障害を自覚的に改善させるため赤フィルター (図3) とメジャーテープ (図4) による方法をそれぞれ毎日20分間施行した。訓練効果は融像域 (°) と眼球運動速度 (deg/sec) にて他覚的に判定した。なおヘルシンキ宣言の理念に則り、訓練の主旨に関して十分な説明を行い、承諾を得られた後に行った。

Ⅲ. 結 果

訓練開始時、正面視に対する複視はプリズム眼鏡にて消失するも、上方視時の違和感は解消されなかった。また大型弱視鏡による融像域は右方20°、左方30°、上方0.5°、下方2°と上方が狭く、saccade時のundershootも見られたが、訓練3か月後には融像域が左右方向ともに30°、上方1.5°、下方3°と拡大し、眼球運動速度も250deg/secから279deg/secとなった。さらに訓練6か月後には上方の融像域が2°、眼球運動速度は285deg/sec、undershootも軽減し、自覚症状が改善された。水平、垂直4方向の融像域およびEOGによる上方視時の眼球運動波形と速度を図5に示す (垂直方向は1△=0.5°換算)。

Ⅳ. 考 按

今回、松果体腫瘍治療後に残存した垂直眼球運動障害例に対する視能矯正の効果を検討した。

図3 赤フィルターによる方法
融像域拡大を目的とした家庭訓練である。両眼単一視を確認後、光源を水平もしくは垂直方向に反復追従させ、複視を融像可能な位置から限界点を延長していく。

図4 メジャーテープによる方法
家庭でのsaccade (pursuitも可) 訓練である。メジャーテープを水平、垂直に壁に貼り、視線に合わせた目盛を基準として、不自由なく眼球運動可能な距離から間隔を広げていく。

図5 融像側方移動訓練とEOGによる訓練の結果
 訓練6か月後には4方向の融像域および上方視時の眼球運動速度とともに自覚症状も改善された。(水平は1目盛5°、垂直は1°として表記)

視能矯正施行にあたってはPOS方式に準じて、まず問題点を評価することが重要であるとされている⁵⁾。本症例は体育教諭を目指しており、複視と遠近感消失から野球やバドミントンなどの実技実習が困難であること、その背景に上方視時の眼球運動速度低下と垂直方向の融像域が狭いなどの問題点を有していた。

垂直方向の融像幅は約1.5°～2.5°と水平方向に比して狭い^{6), 7)}ものの、視能訓練により増強されることが報告されている^{8)～10)}。また合目的の眼球運動には外眼筋自体が筋収縮を感覚することで、眼球の動きと眼球位置を調整して正確に視中枢に伝える必要があるが、何らかの異常を生じると外眼筋自己受容器系の固有感覚が喪失するとされる¹¹⁾。

今回、試みたfusion lock trainingは視覚性と筋性の眼球位置覚を反復統合することで喪失した外眼筋の自己受容感覚を再建させることを原理とした徐筋系の訓練である¹¹⁾。

融像を固定した状態での平行眼球運動の負荷と反復刺激が重要になるが、大型弱視鏡では垂直方向の両眼同時の平行移動は困難であり、融像側方移動訓練は不可能である。また本症例

は核上性の垂直眼球運動障害であるため、上記の原理に基づいた改善か否かは訓練効果(数値)の信頼性を含め再検討が必要ではあるが、感覚性融像が安定し、運動性融像幅が増強されたこと、外眼筋自己受容器から中枢への投射経路がヒトでも存在する¹²⁾ことから、本法が融像域拡大の一助となり得たものと考えられる。

一方、外眼筋の速筋系に対する訓練としてsaccadeによる眼球運動訓練を施行したが、Optican et al¹³⁾によれば、外転神経麻痺症例に対して訓練後には麻痺眼の眼球運動速度が訓練前の正常眼と同等となり、正常眼はHeringの法則により速度の著明な加速が見られたと報告している。これらはサルによる実験モデルでも同様の見解が得られるものの、小脳を破壊切除することで効果が消失すると述べている。本症例においても眼球運動速度とundershootの改善が見られたことは、小脳虫部皮質領域や室頂核におけるsaccadic adaptationやmemory saccadeの関与が推察された^{14), 15)}。またこれらの適応制御(adaptive control)は数日から数週で見られるとされているが、本症例では外来での訓練が月に1回程度であったため自覚症状の消失まで

に6か月を要した。治癒までの期間や訓練時間は原疾患によって異なるものの患者自身の意欲も大きな要因であり、より短時間で効果的な訓練方法を考案していきたいと考えている。

以上のごとく患者自身の強い訓練意欲が必要ではあるが、核上性垂直眼球運動障害に対する視能矯正により融像域や眼球運動速度が改善することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 早川友恵, 深井小久子, 木村 久, 中村ヤス子, 筒井純: 頭頸部外傷後発症した外斜視の視能訓練. 神眼 6 : 63-67, 1989.
- 2) 椎原久美子, 深井小久子, 早川友恵, 難波哲子, 木村 久, 田淵昭雄, 他: Blowout fractureに対する視能訓練の有効性について. 日視会誌19 : 127-131, 1991.
- 3) 新井紀子: 甲状腺眼症の眼球運動障害に対する視能訓練. 眼臨87 : 1533-1537, 1993.
- 4) 岡真由美, 深井小久子, 木村 久, 向野和雄: 脳腫瘍術後の陳旧性眼球運動障害に対する視能訓練. 日視会誌27 : 139-144, 1999.
- 5) 深井小久子: POMR方式による斜視治療効果の判定. 眼臨71 : 1355-1361, 1977.
- 6) Takao S : Vertical fusion amplitude. J Jpn Ophthalmol Soc. 40 : 245-251, 1936.
- 7) Sharma K, Abdul-Rahim AS : Vertical fusion amplitude in normal adults. Am J Ophthalmol. 114 : 636-637, 1992.
- 8) Robertson KM, Kuhn L : Effect of visual training on the vertical vergence amplitude. Am J Optom Physiol Opt. 62 : 659-668, 1985.
- 9) Rutstein RP : Vertical vergence adaptation for normal and hyperphoric patients. Optom Vis Sci. 69 : 289-293, 1992.
- 10) Luu CD, Abel L : The plasticity of vertical motor and sensory fusion in normal subjects. Strabismus. 11 : 109-118, 2003.
- 11) 深井小久子: 後天性眼球運動障害の視能訓練. 日視会誌26 : 49-61, 1998.
- 12) 三井幸彦, 向野和雄, 伊藤文雄, 筒井 純, 榎本弘, 田村修: 外眼筋プロプリオセプション. 神眼 4 : 2-36, 1987.
- 13) Optican LM, Zee DS, Chu FC : Adaptive response to ocular muscle weakness in human pursuit and saccadic eye movements. J Neurophysiol 54 : 110-122, 1985.
- 14) Robinson FR, Fuchs AF : The role of the cerebellum in voluntary eye movements. Annu Rev Neurosci 24 : 981-1004, 2001.
- 15) Scudder C, McGee D : Adaptive modification of saccade size produces correlated changes in the discharge of fastigial nucleus neurons. J Neurophysiol 90 : 1011-1026, 2003.