

上斜筋麻痺の上下方向の vergence adaptation

河野 玲華, 長谷部 聡, 大月 洋

岡山大学医学部眼科学教室

要 約

目的：片眼性上斜筋麻痺の上下方向の vergence adaptation (VA) の特徴を探る。

対象と方法：先天性 15 例, 後天性 7 例, および正常者 35 例を対象に, ミラーハプロスコープを用いて, 上下方向に 3Δ の視差刺激を与えた条件下での斜位変化を 30 分間計測した。刺激前後の斜位変化から VA の利得を算出し, 3 群間のそれを比較した。さらに, VA の利得と年齢, 上下方向の融像幅, プリズムアダプテーションテスト (PAT) の反応, および患眼上斜筋の形態異常との関係を検討した。

結果：視差刺激 30 分後の VA の利得 (%) は, 先天

性 86 ± 53 (平均値 \pm 標準偏差), 正常者 58 ± 16 , 後天性 34 ± 23 の順に良好 ($p < 0.01$) であった。先天性では VA の利得と PAT の反応の間に正の相関があった ($p = 0.02$, $r = 0.60$) が, 他では有意な関係はなかった。

結論：先天性は後天性よりも VA の利得は良好で, その利得の良否は PAT の反応に反映される。(日眼会誌 106 : 34–38, 2002)

キーワード：上下方向の vergence adaptation, 上斜筋麻痺, プリズムアダプテーションテスト, Vergence adaptation の利得

Vertical Vergence Adaptation in Cases of Superior Oblique Palsy

Reika Kono, Satoshi Hasebe, and Hiroshi Ohtsuki

Department of Ophthalmology, Okayama University Medical School

Abstract

Purpose : To investigate the characteristics of vertical adaptation (VA) in superior oblique muscle palsy (SOP).

Subjects and Methods : VA was examined in 15 patients with unilateral congenital SOP, 7 patients with unilateral acquired SOP, and 35 normal volunteers. An adaptive change in the fusion-free ocular alignment, VA, was measured with a computer-aided mirror haploscope. The fusion-free ocular alignment was measured before inserting a 3 prism-diopter vertical prism, immediately after inserting the prism, and at 10 minutes and 30 minutes after insertion. We investigated VA gain, age, vertical fusional range, response of prism adaptation test (PAT), and superior oblique muscle atrophy via magnetic resonance imaging (MRI).

Results : The VA gain (mean \pm standard deviation, %) at 30 minutes in congenital, acquired, and

normal groups was 86 ± 53 , 34 ± 23 and 58 ± 16 , respectively. The mean of the VA gains at 30 minutes in the congenital group was greatest, and that in the acquired group was least ($p < 0.01$). In the congenital group there was a correlation between VA gain and response of PAT ($p = 0.02$, $r = 0.60$). The VA gain did not significantly correlate with age, vertical fusional range, or muscle atrophy.

Conclusion : The VA gain observed in congenital SOP was greater than that of acquired SOP, and affected the response of PAT. (J Jpn Ophthalmol Soc 106 : 34–38, 2002)

Key words : Vergence adaptation in vertical direction, Superior oblique palsy, Prism adaptation test, Gain of vergence adaptation

I 緒 言

プリズムで視差ずれを与えると, 数秒以内にこのずれ

を瞬時に補正する融像性の眼球運動が生じる。その後, この融像運動は緩徐な融像運動で徐々に代償され, 最終的には後者の運動で眼位が維持される。この現象は

別刷請求先 : 700-8558 岡山市鹿田町 2-5-1 岡山大学医学部眼科学教室 河野 玲華

(平成 13 年 2 月 15 日受付, 平成 13 年 6 月 25 日改訂受理)

Reprint requests to : Reika Kono, M.D. Department of Ophthalmology, Okayama University Medical School, 2-5-1 Shikata-cho, Okayama 700-8558, Japan

(Received February 15, 2001 and accepted in revised form June 25, 2001)

phoria adaptation あるいは vergence adaptation (以下, VA) と呼ばれ¹⁾, 水平¹⁾のみならず上下²⁾についても確認されている。VA は, 発育, 加齢, 疾病, 眼鏡装用などに伴う解剖学的変化ならびに機能的変化に対して正位を維持するための中枢神経系の合目的な適応機構の一つと考えられている。

プリズムで斜視角を中和し矯正すると(プリズムアダプテーションテスト: 以下, PAT), 中和できずに斜視角が増加する(eat-up, build up)現象がある場合が少なくない。この eat-up 現象は内斜視のみならず, すべての病型の斜視にみられるものであるが, その原因については明らかではない。しかし, 強固な VA を示す症例にあってはプリズム中和が容易でないことが指摘されている。VA と eat-up 現象との関係については, eat-up する斜視角は VA で代償される偏位部分であると推察する意見もある¹⁾³⁾。

VA と eat-up 現象の関係はさておき, すでに上斜筋麻痺を対象に disparometer を用いて固視ずれを測定し, 上斜筋麻痺の VA の利得を解析した論文⁴⁾が報告されている。この報告によれば, VA の利得は疾患の発症時期で異なり, 先天性の方が後天性よりも利得が良好であることが指摘されている。しかし, この論文では VA に影響を及ぼすと予想される因子の検討や, 先天性および後天性の 2 病型間の症例の臨床的背景の比較はなされていない。果たして上斜筋麻痺にも VA という生理的現象は存在するのであろうか。もし, 存在するならば発症時期で VA の利得に差があるのであろうか。加えて, eat-up 現象と VA の利得の間には有意な関連があるのであろうか。このような事項を背景に, 我々は上斜筋麻痺症例を対象に, ミラーハプロスコープを用いて両眼分離下の眼位(斜位)を経時的に計測することにより, VA の利得を解析し興味のある結果を得たので報告する。

II 対象および方法

1. 対 象

片眼性の代償不全性を含む先天性上斜筋麻痺 15 例と後天性上斜筋麻痺(滑車神経麻痺)7 例を対象とした。対象の年齢分布は 13~77 歳(平均 43 歳)。上斜筋麻痺の診断には, Parks の 3 段階法, Hess 赤緑試験, 9 方向むき眼位検査, 回旋偏位検査を用いた。幼少時期に代償性頭位異常が写真や問診で証明される症例, あるいは受診の数年前から複視や眼精疲労を訴える症例で, 頭部外傷などの明らかな原因となるような既往のない上斜筋麻痺は先天性と診断した。他方, 複視の出現前には明らかな頭位異常などの代償不全症状がなく, 頭部外傷後の複視あるいは突然の複視を主訴とする, 回旋偏位が主体の上斜筋麻痺は後天性と診断した。今回の対象からは, 片眼手術後に他眼の上斜筋麻痺が出現する masked bilateral palsy や両眼性の上斜筋麻痺は除外した。PAT による

斜視角を基準に手術を施行し, 術後頭位異常は消失し, 両眼単一視が獲得できた症例を対象とした。対象例の手術後の上下偏位(正面視)のレンジは 0~4 プリズムジオプター(D)で, 偏位のみられる場合はすべて斜位であった(表 1)。なお, 正常者 35 例(平均 37.4 歳)を対照とした⁵⁾。

2. 実 験 方 法

1) VA の計測

ミラーハプロスコープを使用して異質図形を同時視させ, 両眼視を分離した。まず, 視差刺激を与えない条件下の眼位を測定した(図 1)。次に, 麻痺眼(正常者では右眼)に上下の眼位ずれを増強させるように 3D を基底部を上にして装用させ, これを視差刺激とした。視差刺激後, 日常視(両眼視)下での適応を 30 分間行った。その間に, ミラーハプロスコープを用いて, 視差刺激開始直後, 同 10 分後, および同 30 分後の斜位を計測した。視差刺激開始直後と同 10 分後の斜位の差を視差刺激 10 分後の適応量, 刺激開始直後と同 30 分後の斜位の差を視差刺激 30 分後の適応量とし, 視差刺激開始前と開始直後の斜位の差を視差刺激プリズムの偏向角とした。適応量を視差刺激プリズムの偏向角で除したものを百分率で示し, それぞれの視差刺激時間の VA の利得(%)を求めた⁵⁾。

2) PAT

屈折異常の矯正下に 5 m の注視距離のプリズム交代遮閉試験で得られた全斜視角(顕性+潜在性)を Fresnel 膜プリズムで完全矯正した。その後, 15~30 分ごとに斜視角をチェックし, 斜視角に過不足があれば Fresnel 膜プリズムの度数を調整し, 斜視角を完全矯正した。斜視角の増減がなくなった時点の斜視角を基準に手術を行った。斜視角が PAT 前に比べて PAT 後に減少した場合は“-”で示し, 増加(eat-up)した場合は“+”で示した。斜視角の増加の程度を示す指標として eat-up 比を用いた[$\text{eat-up 比}(\%) = (\text{PAT 後の上下偏位} - \text{PAT 前の上下偏位}) \times 100 / \text{PAT 前の上下偏位}$]。

3) 両眼視機能検査

Bagolini 線条レンズ検査で両眼単一視の可能なことを確認の上, プリズマバーを用いて上下偏位を増強する方向にプリズム度数を順次負荷し, 遠見の break point を測定し, 運動性融像幅を計測した。

4) 外眼筋の画像検査

Magnetic resonance imaging (MRI) を用いて 22 例中 21 例の上斜筋の形態変化の有無を判定した。外眼筋筋腹を冠状断でスライス幅 3 mm で撮影し, 冠状断画像をコンピュータに取り込み, 画像解析ソフトを用いて上斜筋の断面積の画素数を求め健側に対する麻痺側の比を算出し, 50% 未満を“萎縮あり”と判定した。この判定基準から, 先天群では 15 例中 7 例(47%), 後天群では 6 例中 3 例(50%)を萎縮ありと判定した(表 2)。

表 1 対象例の臨床背景

	先天性上斜筋麻痺群(15例) 平均値±標準偏差 (レンジ, 中央値)	後天性上斜筋麻痺群(7例) 平均値±標準偏差 (レンジ, 中央値)	正常群 ⁹⁾ (35例) 平均値±標準偏差 (レンジ, 中央値)	p 値†
年齢(歳)#	36.5±18.1(13~65, 32)	57.9±20.3(28~77, 65)	37.4±13.8(21~67, 33)	p=0.022
眼位(Δ)*	1.5±1.4(0~4, 2)	0.3±0.8(0~2, 0)	—	p=0.045
融像幅(Δ)##	3.9±2.7(1~10, 3)	1.6±0.8(0~2.7, 2.0)	2.6±1.0(1.0~4.3, 3)	p=0.043
Eat-up 量(Δ)**	4.4±6.0(-6~10, 2)	5.0±6.4(-1~17, 4)	—	n. s.
Eat-up 比§	34±44(-33~130, 25)	101±124(-33~283, 50)	—	n. s.
PAT 前の上下偏位(Δ)	15.3±8.1(8~35, 14)	6.1±4.0(2~14, 5)	—	p=0.011
PAT 後の上下偏位(Δ)	19.7±10.6(9~40, 16)	11.1±7.3(2~23, 12)	—	n. s.

* : 検査時(術後)の上斜位の量。
 ** : PAT(プリズムアダプテーションテスト)でみられた eat-up 量。上下偏位が減少した場合は“—”で示す。
 § : Eat-up 比(%)=(PAT 後の上下偏位-PAT 前の上下偏位)×100/PAT 前の上下偏位
 † : 対応のない t 検定(先天群 v. s. 後天群)
 # : p=0.002(一元配置分散分析法)
 先天群 v. s. 後天群 : p=0.005, 先天群 v. s. 正常群 : n. s., 後天群 v. s. 正常群 : p=0.002(多重比較検定法 Scheffé's F 法)
 ## : p=0.015(一元配置分散分析法)
 先天群 v. s. 後天群 : p=0.046, 先天群 v. s. 正常群 : p=0.048, 後天群 v. s. 正常群 : n. s.(多重比較検定法 Scheffé's F 法)

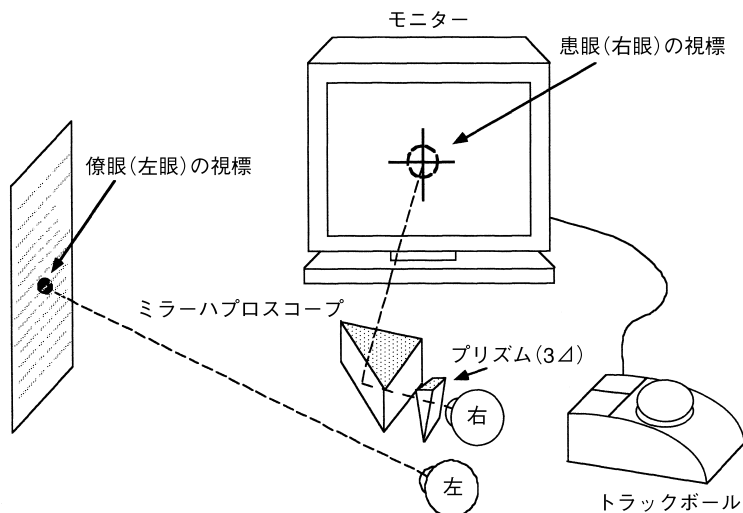


図 1 Vergence adaptation の計測方法.

僚眼(正常者では左眼)に眼前の視角約 30 分の視標を, 患眼(正常者では右眼)にミラーハプロスコープを用いてモニター上の視角約 120 分の視標を同時視させて両眼視を分離し融像除去眼位を測定した。被検者に 2 つの異質図形がモニター上で重なるようにモニター上の視標と運動したトラックボールを操作させた。

表 2 Magnetic resonance imaging(MRI)による上斜筋の形態評価

	上斜筋筋腹	
	萎縮群	非萎縮群
先天性上斜筋麻痺(15例)	7例	8例
後天性上斜筋麻痺(7例)*	3例	3例
計	10例(48%)	11例(52%)

* : 1例はMRI未試行.

3. 解 析

対象を先天性上斜筋麻痺群(先天群)と後天性上斜筋麻痺群(後天群)の 2 群に分類し, まず両群間の年齢, 眼

位, 融像幅, eat-up 量, eat-up 比, PAT 前後の上下偏位を比較した。次に, 先天群, 後天群, 正常群の 3 群間の年齢と融像幅, 視差刺激 10 分後と 30 分後の VA の利得を比較した(表 1)。さらに, 先天群および後天群の 2 群間の eat-up 比と VA の利得, VA の利得と年齢, 融像幅, PAT 後の上下偏位, 上斜筋の形態異常の関係を調べた。統計学的検討はそれぞれのデータが正規分布に従うと仮定し, 対応のない t 検定, Pearson の相関係数, 一元配置分散分析法および多重比較検定法(Scheffé's F 法)を用い, p<0.05 を有意差ありと判定した。

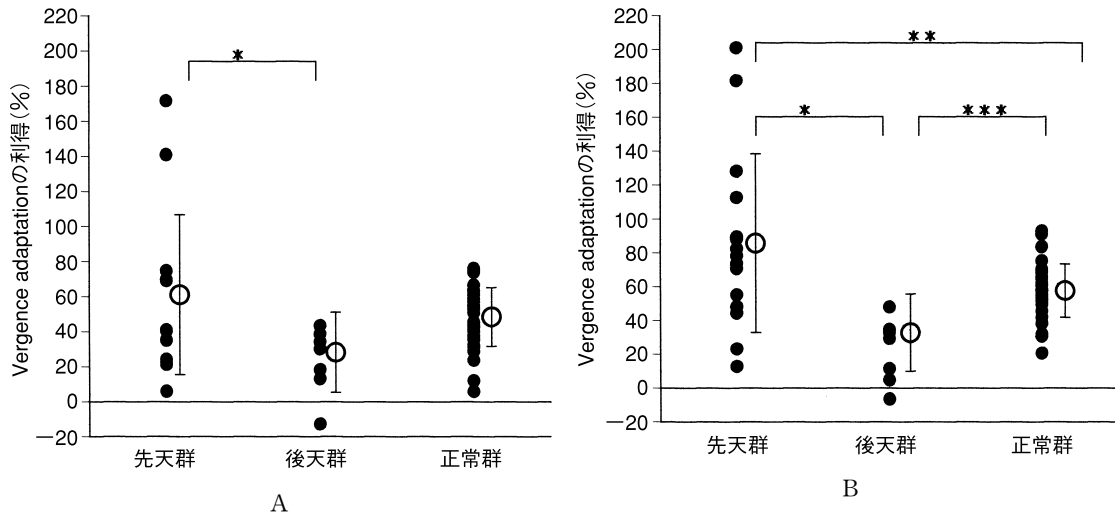


図 2 先天性・後天性上斜筋麻痺および正常者の vergence adaptation の利得.

A：視差刺激 10 分後では，先天群(15 例)，後天群(7 例)，正常群(35 例)の 3 群間の vergence adaptation の利得(平均値±標準偏差 60±46%，27±23%，48±17%)に有意な差があった(一元配置分散分析法：p=0.041)．先天群と後天群の 2 群間の利得(*：p=0.043)に有意な差があった(多重比較検定法 Scheffè's F 法)．

B：視差刺激 30 分後でも，3 群間の vergence adaptation の利得(平均値±標準偏差：86±53%，34±23%，58±16%)に有意な差があった(一元配置分散分析法 p<0.0001)．先天群と後天群(*：p=0.0001)，先天群と正常群(**：p=0.016)，後天群と正常群(***)：p=0.021)の間の利得に有意な差があった(多重比較検定法 Scheffè's F 法)．

○：平均値，バーは±1 標準偏差

III 結 果

先天群は後天群よりも平均年齢が低く(p=0.022)，検査時の上下偏位(p=0.045)，融像幅(p=0.043)，PAT 前の上下偏位(p=0.011)がいずれも大きな値を示した．しかし，PAT 後の上下偏位，eat-up 量，eat-up 比には 2 群間で有意差はなかった(対応のない t 検定，表 1)．さらに，一元配置分散分析法を用いて，先天群，後天群，正常群の 3 群間の年齢，融像幅について比較したところ，年齢(p=0.002)，融像幅(p=0.015)に有意差があり，後天群では年齢が有意に高く，先天群では融像幅が有意に大きかった(表 1)．

先天群，後天群，および正常群の 3 群の VA の利得を図 2 に示す．視差刺激 10 分後の VA の利得の平均値(±標準偏差)は，先天群 60±46%，後天群 27±23%，正常群 48±17% で，3 群の中では先天群の VA の利得が最も良好であった(一元配置分散分析法；p=0.041，図 2 A)．視差刺激 30 分後の VA の利得の平均値(±標準偏差)は，先天群 86±53%，後天群 34±23%，正常群 58±16% で，先天群，正常群，後天群の順で良好であった(p<0.0001，図 2 B)．

先天群，後天群ともに VA の利得と年齢，融像幅の間には有意な関係はなかった．患眼上斜筋形態異常と VA の利得の関係を検討した結果では，上斜筋筋腹萎縮群の VA の利得(平均値±標準偏差)が，視差刺激 10 分後(65±50% v. s. 39±31%)，視差刺激 30 分後(92±62

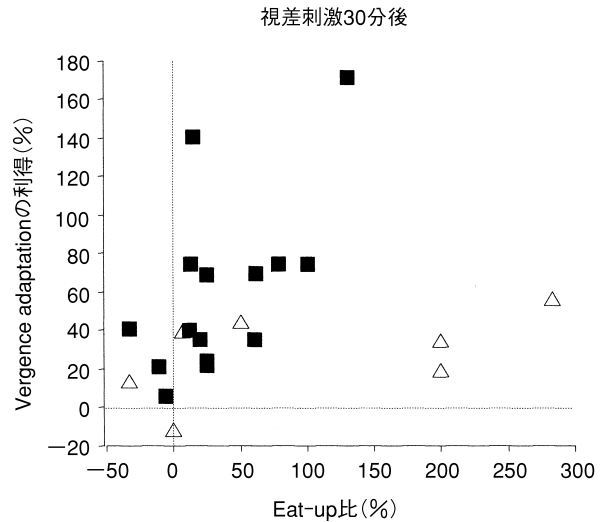


図 3 Eat-up 比と vergence adaptation の利得の関係.

先天群では，eat-up 比*と視差刺激 30 分後の vergence adaptation の利得の間に正の相関があった(p=0.02，r=0.60)．後天群では，eat-up 比と視差刺激 30 分後の vergence adaptation の利得の間に有意な相関はなかった．

Eat-up 比(%)=(プリズムアダプテーションテスト(PAT)後の上下偏位-PAT 前の上下偏位)×100/PAT 前の上下偏位

■：先天性上斜筋麻痺，△：後天性上斜筋麻痺

% v. s. $51 \pm 34\%$)ともに、非萎縮群の VA の利得よりも大きい傾向を示したが、両群の間には有意な差はなかった。

先天群では、視差刺激 30 分後の VA の利得と eat-up 比の間に有意な相関があり、eat-up 比の値が高くなるほど VA の利得が高値を示した (Pearson の相関係数, $p=0.02$, $r=0.60$)。しかし、後天群では両者の間に有意な相関はなかった (図 3)。

IV 考 按

先天群では後天群よりも良好な VA の利得を示した (図 2)。今回の結果は、Rutstein⁴⁾の報告を支持するもので、先天性の方が VA の利得が良好であった原因として、先天性では長期にわたる罹病期間のうちに代償頭位に加えて、VA の利得を上昇させて上下偏位を減少し⁶⁾、近見での両眼視を容易にするような代償機転が働いていることが推察される。

興味のある点は、VA の計測方法および視差刺激方法が、Rutstein⁴⁾と著者らでは異なっていたにもかかわらず、同様の結果が得られたことにある。VA の計測方法および視差刺激が変化しても、先天性の VA と後天性の VA の相対的な関係、すなわち、先天性の方が後天性よりも VA が良好であるという関係は不変であると推察される。

上斜筋麻痺に VA が関与していることはこれまでも指摘されてきており、Hwang ら⁶⁾は VA が強く関与していると予想される上斜筋麻痺にあつては、一定時間の片眼遮閉後に、通常の Lancaster 赤緑試験を行うことを奨めている。つまり、片眼遮閉により VA で代償される斜位部分を露呈することによって上斜筋麻痺本来の偏位パターンが検出され、確実な診断が可能なこと、さらには適切な治療ができることを述べている。また、Eskridge²⁾および Rutstein⁴⁾は VA の利得が低値を示す方がプリズムに対する許容度が大きく、一方、VA の利得が高値を示す場合はプリズム治療に抵抗することを指摘している。実際のプリズム治療の反応の程度と VA の利得の関係を統計学的に解析した報告は散見されないが、彼ら^{2,4)}の報告を参考にすれば、VA の利得が高値を示した先天群は、後天群に比べてプリズム治療に抵抗することが予想される。“プリズムに抵抗する”という表現を“eat-up 量が大きくなる”と解釈するならば、先天性の方が後天性よりも PAT で斜視角の変動を示す症例が多いという臨床的事実に合致する。Eat-up 量が大きい症例は VA の利得が高い、という傾向は先天群にのみあり、後天群ではこのような傾向はなかった (図 3)。プリズム治療に対する反応が異なるのは VA の良否がこれに関係するため^{2,4)}と指摘されているが、今回の解析では病型により異なる結果が得られたため、VA と

eat-up 現象との関係については今後さらに検討する必要があると思われる。

VA が生じるために必要かつ十分な視差刺激時間については統一された見解はないが、VA が生じるには数分以上¹⁾から 30 分²⁾の刺激時間が必要とされており、Hwang ら⁶⁾は Lancaster 赤緑試験から VA の影響を除去するために少なくとも 30 分の片眼遮蔽を推奨している。今回の実験でも同様の傾向が確認された。つまり、視差刺激 10 分後では、先天群と正常者、後天群と正常者の間には有意差がなかった (図 2) のに対して、視差刺激 30 分後では 3 群間の VA すべてに有意差が出現した。したがって、VA を誘発するのに最低 30 分程度は必要であると推察される。

本実験の問題点として、まず、検査時の頭位の影響が挙げられる。バイトブロックで頭位を固定しなかったため、頭位が検査中に変化した可能性があり、検査結果にバイアスが生じた可能性も否定できない。次に、外眼筋の形態学的変化の評価方法である。MRI 検査では上斜筋筋腹の萎縮のみ評価しており、MRI 画像および手術時所見による上斜筋腱の laxity の評価は行っていない。したがって、筋の形態学的異常の有無と VA の関係が適切に評価されなかった可能性がある。最後に、上斜筋麻痺群 (特に後天群) で症例数が少なかったことが挙げられる。今後、症例を増やしての検討が望まれる。

今回の結果から、垂直方向の VA が上斜筋麻痺、すなわち上下斜視にも存在することを確認した。また、VA の利得は先天性 (早期発症例) の方が後天性よりも良好であることを客観的方法で証明し、VA の利得と eat-up 現象の反応の間に関連が存在することを示した。

文 献

- 1) **Leigh RD**: Adaptive mechanisms to maintain ocular alignment. In: Leigh RD, et al (Eds): The neurology of eye movements 3rd ed. Oxford University Press, New York, 302-306, 1999.
- 2) **Eskridge JB**: Adaptation to vertical prism. Am J Optom Physiol Opt 65: 371-376, 1988.
- 3) **Ohtsuki H, Hasebe S, Kono R, Shiraga F**: Prognostic factors for successful surgical outcome with preoperative prism adaptation test in patients with superior oblique palsy. Acta Ophthalmol Scand 77: 536-540, 1999.
- 4) **Rutstein RP**: Vertical vergence adaptation for normal and hyperphoric patients. Optom Vis Sci 69: 289-293, 1992.
- 5) **Kono R, Hasebe S, Ohtsuki H, Furuse T, Tanaka T**: Characteristics and variability of vertical phoria adaptation in normal adults. Jpn J Ophthalmol 42: 363-367, 1998.
- 6) **Hwang JM, Guyton DL**: The Lancaster red-green test before and after occlusion in the evaluation of incomitant strabismus. J AAPOS 3: 151-156, 1999.