

Dissociated vertical deviation における眼球運動の研究

井上美奈香, 喜多 能子

滋賀医科大学眼科学教室

要 約

Dissociated vertical deviation (DVD) 8 症例の眼球運動を, **Fundus Haploscope** (稲富, 1980) と **Eye Movement Analyzing System** (可児, 1985) を用いて方向成分に分けて解析した。眼球上転時には全例において外方回旋が起こり, 固視眼は 6 例において内方回旋が起こっていた。これらは左右が共同したまわしむき運動 (**cycloverision**) であった。上下運動と回旋運動は近似した形をとっていたが, 回旋方向のみの運動も各所に認められた。両眼視努力時の回旋性眼振は, ほぼ純回旋性の **pendular type** の眼振であり, 先天性眼振と類似した性質を持つと思われた。DVD の回施運動は主に“異常な **version movement**”であった。DVD の回旋運動は, より上位レベルでの異常を反映しているものと思われ, DVD における回旋運動中枢の異常が想定された。(日眼会誌 97:1312-1319, 1993)

キーワード: DVD, 回旋運動, まわしむき運動, 回旋眼振

Eye Movements in Dissociated Vertical Deviation

Minaka Inoue and Yoshiko Kita

Department of Ophthalmology, Shiga University of Medical Science

Abstract

The horizontal, vertical and cyclorotational components of eye movements were analyzed in 8 cases of dissociated vertical deviation (DVD), using a Fundus Haploscope (Inatomi, 1980) and an Eye Movement Analyzing System (Kani, 1985). Excyclomovements and upward movements were observed in the deviating eyes in all cases, and incyclomovements in the fixating eyes in 6 cases. Sequential analysis revealed these movements to be “cycloverision”. Vertical movements and cyclorotational movements were similar in their forms, but in some parts only the torsional movements were recognized. The rotatory nystagmus of patients' binocular vision efforts were almost purely rotatory, of the pendular type, and seemed to have congenital nystagmus characteristics. Many kinds of abnormal cyclorotational movements were found in these DVD cases. These movements were all version movements. Cyclorotational movements in DVD cases were thought to reflect abnormalities in the upper levels of the central nervous system. Abnormalities of the “cyclorotational movement center” were assumed in DVD. (*J Jpn Ophthalmol Soc* 97:1312-1319, 1993)

Key words: DVD, Cyclorotational movement, Cycloverision, Rotatory nystagmus

別刷請求先: 520-21 大津市瀬田月の輪町 滋賀医科大学眼科学教室 井上美奈香

(平成5年4月15日受付, 平成5年6月3日改訂受理)

Reprint requests to: Minaka Inoue, M.D. Department of Ophthalmology, Shiga University of Medical Science, Tsukinowa-cho, Seta, Otsu 520-21, Japan

(Received April 15, 1993 and accepted in revised form June 3, 1993)

I 緒 言

Dissociated vertical deviation (DVD) は、種々の眼異常を伴った上下斜視の一型として知られる。DVD は、その本態に関しても未だ定説がなく、多彩な側面を持つために疾患名自体も変遷してきている。1930 年代に Bielshowsky¹⁾ は、この疾患を alternating hyperphoria と命名し、我が国では主として交代性上斜位と呼ばれてきたが、この疾患は根本的には斜位とは異なるものであり、名称としては必ずしも適当でないといわれてきた²⁾。Von Noorden³⁾ はこの疾患を Dissociated vertical deviation (DVD) と呼び、その頃から我が国でも DVD という名称が多く用いられるようになってきた。弓削⁴⁾ は、この疾患を非連合性上下ずれと呼んでいるが、日本名としてはこちらの方が DVD に近い表現といえよう。このような経緯から本論文では Dissociated vertical deviation (DVD) という疾患名を用いた。

DVD では種々の回旋運動の異常がみられる。一つは眼球上転時に回旋偏位がみられることであり、もう一つは回旋成分を持った眼振の存在である。DVD の本態に関しては、Bielshowsky¹⁾、Helveston⁵⁾、久保田⁶⁾ に代表されるように中樞性要因が大きいとする考え方が多いが、回旋偏位を根拠として DVD の本態は斜筋の不全麻痺ではないかとする説⁷⁾ もあった。また、回旋

偏位が DVD の根本原因であると考えられ、斜筋手術が提唱されたこともあった⁸⁾。このように回旋運動は DVD の本態解明の一つの手がかりと思われるが、これらの回旋運動を他覚的に定量した文献は非常に少ない⁹⁾。DVD で認められる回旋異常が何を反映しているのかを推測するには、その回旋運動を正確に把握する必要がある。そこで Fundus Haploscope¹⁰⁾ によって、DVD の眼球運動を両眼同時に記録し、さらに画像解析によって方向成分ごとの運動を計測した。その結果から DVD の眼球運動について検討し、DVD の病因について考察を加えた。

II 実験方法

1. 検査方法

はじめに Fundus Haploscope の両眼に、視角約 1° の○と×の同時視図形を呈示する。被検者に両眼視努力を促しておいて、一眼の背景光(約 100 asb)を数秒間消灯(off)する。被検者にとって片眼は暗く、視標が見えない状態となる。数秒後再び背景光を点灯(on)して両眼視努力を再開させる。この操作(図では遮閉と表現する)を左右交互に繰り返し、この状態における両眼の眼球運動を VTR に記録した。

2. 解析方法

Fundus Haploscope からの映像を、Eye Movement Analyzing System¹¹⁾を用いて解析した(図1)。すな

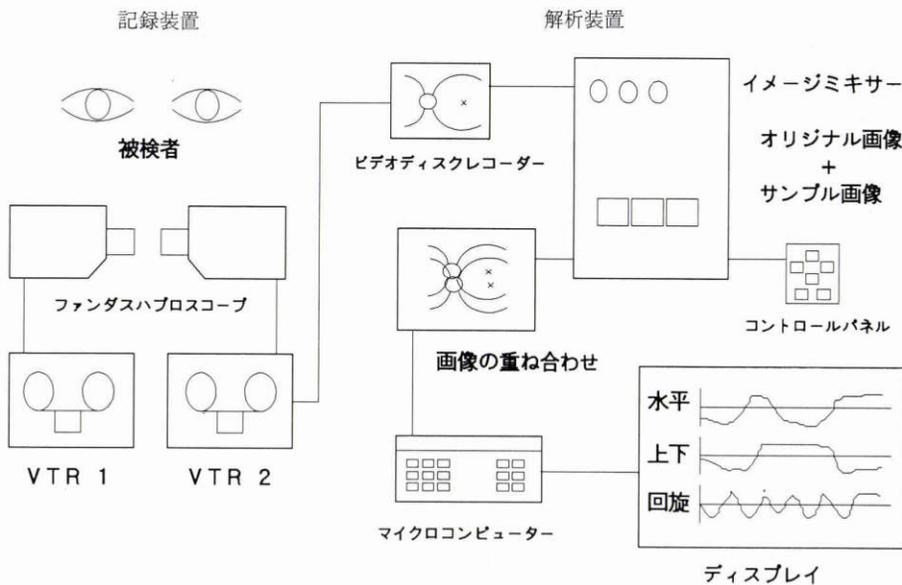


図1 Eye Movement Analyzing System のブロックダイアグラム。

表1 検査対象

症例	年齢	性別	水平斜視	斜筋異常	手術既往
1	14	女	ET, XT	左) 上斜筋過動	水平筋
2	23	女	ET min.	なし	なし
3	10	女	ET	両) 下斜筋過動	水平筋, 下斜筋
4	31	男	ET min.	なし	なし
5	14	女	ET, XT	左) 下斜筋過動	水平筋
6	10	女	EPT	左) 下斜筋過動	水平筋
7	11	女	ET	なし	なし
8	9	女	ET min.	なし	水平筋

*ET, XT: 内斜視, 固視眼を変えると外斜視
 ET min.: 微小角内斜視
 EPT: 内斜位斜視

わち、これらの映像をコンピュータ内蔵の image mixer に取り込み、任意の二つの画面を選んで重ね合わせる操作により、水平、上下、回旋方向のそれぞれの移動量を求めた。この重ね合わせの操作は、回施変化が見やすいために optic disc を回旋中心として行った。眼球運動の評価には、この値を中心窩の移動量に変換した値を用いた。この system の最小解析間隔は 60 fields/sec である。今回の解析間隔は平均 10 fields/sec、眼振など眼球運動の変化が多い部分は 30~60 fields/sec で行った。解析精度は水平、垂直成分は 0.05°、回旋成分は 0.2° (rough な画面では 0.5°) である。

3. 対象

Fundus Haploscope において背景光の交代点滅を行い、off した方の眼に眼球上転が起こる症例を DVD とした。9 方向眼位検査において斜筋異常がみられる場合は側方視にての交代点滅も行い、いずれにおいても off した眼に上転が起こる例を DVD とした。このようにして診断できた症例のうち、検査、解析が可能であった 8 症例を対象とした。各症例の年齢、水平斜視、斜筋異常の合併および手術既往を表 1 に示す。なお、矯正視力は全症例が 1.0 以上であった。

III 結 果

1. 一眼 off 時の眼球運動について (症例呈示)

特に DVD の特徴が表れていると考えられた 3 症例の連続解析による結果を示す。

1) 症例 1: 14 歳女性。先天内斜視にて 3 歳のとき両側外直筋の後転術を施行された。術後 9 か月頃から DVD がみられるようになった。1 m 斜視角は左眼固視にて 12°の内斜視と 6°の上斜視、右眼固視にて 12°の内

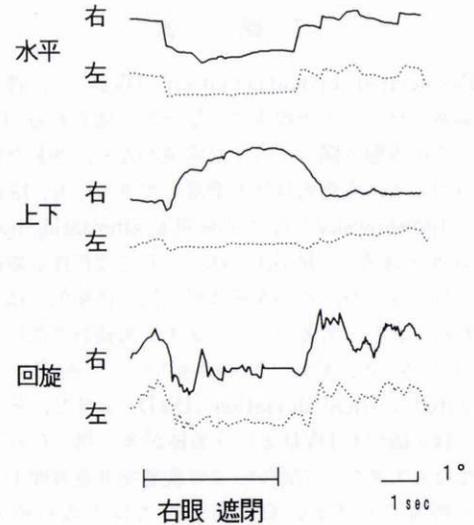


図2 症例1における右眼の視標 off 時の眼球運動。(井上, 眼臨 1993¹⁷⁾より引用)

横軸は経過時間、縦軸は偏位量。上方向は水平では右、上下では上、回旋では時計回りである。「右」は右眼、「左」は左眼を表し、実線は偏位眼、点線は固視眼であることを表す。以下図 6 まで同様。

斜視と 3°の上斜視がみられた。Fundus Haploscope において同時視、融像、立体視のいずれも認められなかった。大型弱視鏡でも同様であった。

右眼 off (図 2) 水平成分: off によって固視交代が起こり、右眼は 3°内転した。上下成分: off 後、軽い下方への共同運動をみた後、右眼が 5°上転した。運動の軌跡はなだらかな山型を示し、on の後は徐々に下降し、off 前の眼位に戻った。上転の速度は約 8°/sec、下転の速度は約 15°/sec であった。回旋成分: 偏位眼は、off 後一旦 3°内方回旋方向へ動いた後、9°外方回旋方向へ偏位していた。on の後は不安定な変動を伴いながらほぼ off 前の眼位に戻った。この間、固視眼には 5.3°の内方回旋偏位がみられた。一連の運動において、固視眼は終始偏位眼と同じ動き方をしていた。すなわち、これらの回旋運動は cycloverision であった。全体を通じて小刻みな回旋の動揺が見られた。

左眼 off (図 3) 水平: off の間、固視交代により、両眼とも右方に移動していた。水平斜視は出現しなかった。上下: 偏位眼は off 後 6°/sec の速度で 5.2°上転し、視標を on すると 0.2 秒後に 28°/sec で下転し、off 前の眼位に復した。回旋: off 後偏位眼は、上下成分とほぼ同じ速度で約 6°外方回旋方向に偏位していた。

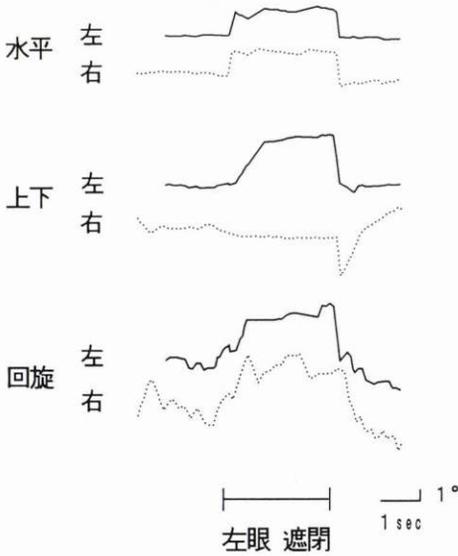


図 3 症例 1 における左眼 off 時の眼球運動.

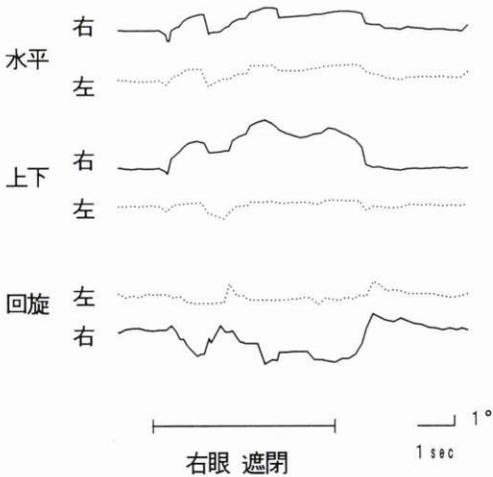


図 4 症例 2 における右眼 off 時の眼球運動.

on によって 8.9° 内方回旋方向へ動いた。固視眼も偏位眼と同じ大きさで同じ方向へ動いていた。やはり回旋眼位は不安定で、小刻みな回旋の同揺が認められた。

2) 症例 2 : 23 歳女性。1 m 斜視角は左眼固視にて 8° 上斜, 右眼固視にて 3° 内斜, 6° の上斜であった。Fundus Haploscope において同時視図形にて jump を示し, 融像 (+), 立体視 (+) であった。

右眼 off (図 4) 水平: off によって, 不安定な共同運動が認められた。上下: off 後 0.2 秒で軽い下方への共同運動をみた後右眼が上転するが, 一旦上転が停滞

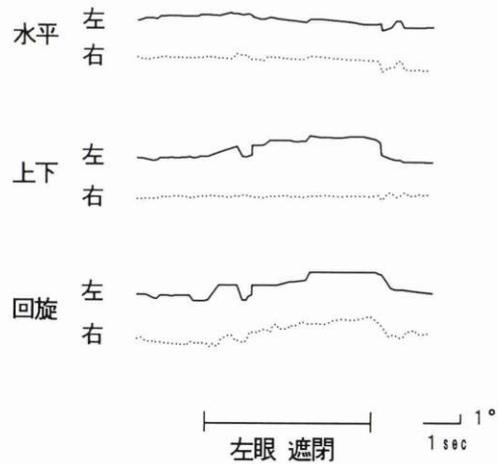


図 5 症例 2 における左眼 off 時の眼球運動.

し, 左眼とともに下方へ動き, 再び上転する形がみられた。回旋: off によって偏位眼は最大 5.6° 外方へ回旋していた。偏位眼の回旋は, 上下と似た動き方をしていた。固視眼は偏位眼に比べて回旋偏位は少ないが, 一連の動きは偏位眼と同調していると思われる形を示していた。

左眼 off (図 5) 水平: 殆ど眼位変化はなかった。上下: 偏位眼はゆっくりと (1°/sec) 2.5° まで上転し, 急速に (40°/sec) 下転した。回旋: off 後偏位眼は 3.3° 外方回旋方向に偏位し, 動き方は上下成分とよく似た形を示した。固視眼には 3.6° の内方回旋偏位がみられ, 偏位眼と同調した動きがみられた。

3) 症例 3 : 10 歳女児。生直後に頭蓋内出血を起こした既往がある。先天内斜視にて 3 歳のとき水平筋の前後転術と下斜筋後転術が施行された。第一眼位では右眼の下斜視を認めるが, 遮閉するとわずかに上転を示す。右眼固視にて 4° の上斜視を認める。現在も内斜視と両眼の下斜筋過動は残存している。Fundus Haploscope において同時視, 融像, 立体視のいずれも認めなかった。

右眼 off (図 6) 水平: 偏位眼は不安定な眼位を示した。上下: off 後, 偏位眼はわずかに下転したあと上転した。回旋: 偏位眼と固視眼の動きは同調した動きであった。off 後, 一旦時計回りの方向への急激な cycloverversion が起こった後, 偏位眼 (右眼) が外方回旋に向かう方向への cycloverversion が起こっていた。on 後にも off 後と同様の一過性の cycloverversion が起こった。

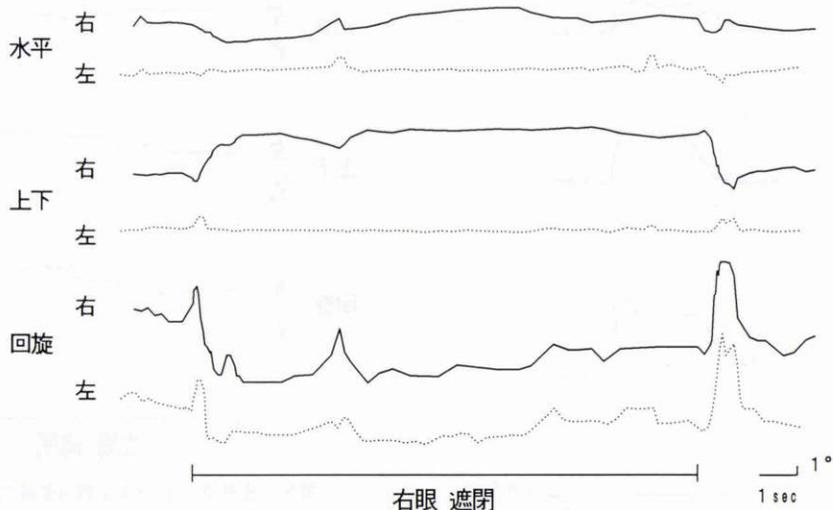


図6 症例3における右眼 off 時の眼球運動.

表2 最大偏位量

症例	off 眼	上下(偏位眼)	回旋(偏位眼)	回旋(固視眼)
1	R	5.0	exc. 9.0°	inc. 5.3°
	L	5.2	exc. 8.9°	inc. 8.8°
2	R	5.4	exc. 5.6°	inc. 1.3°
	L	2.5	exc. 3.3°	inc. 3.6°
3	R	5.3	exc. 13.5°	inc. 12.3°
	L	8.9	exc. 9.3°	inc. 6.1°
4	R	9.4	exc. 6.2°	inc. 2.7°
	L	2.3	exc. 1.2°	1>
5	R	2.6	exc. 1.2°	1>
	L	3.5	exc. 5.3°	1>
6	R	4.8	exc. 4.8°	inc. 1.7°
	L	4.8	exc. 7.2°	inc. 3.0°
7	R	8.1	exc. 1.3°	1>
	L	10.7	exc. 4.7°	1>
8	R	2.8	exc. 3.5°	inc. 3.3°
	L	6.3	exc. 3.7°	inc. 1.5°

*exc.: 外方回旋 inc.: 内方回旋 1>: 1度未満

2. 一眼 off 時の眼球運動について (最大偏位量の検討)

視標を off してから on した後, 眼位が安定するまで (通常 1.5 秒後) の間における偏位量の最大値と最小値を求め, その差を最大偏位量とした.

対象となった 8 症例の偏位眼と固視眼の上下および回旋の最大偏位量を表 2 に示した.

上下成分は, 偏位眼は最小 2.3°, 最大 10.7° の上転を示した.

回旋成分は, 偏位眼は 8 例 16 眼全例 (100%) が 1°

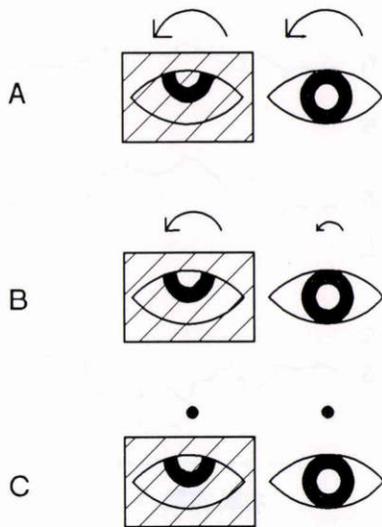


図7 眼球上転時における両眼の回旋運動.

矢印は回旋の方向と大きさを表し, 斜線の四角形は視標を off していること (cover に相当する) を示す. 上から A タイプ, B タイプ, C タイプを表す.

以上の外方回旋を示した. 13 眼 (81%) においては 3° 以上の外方回旋であり, 最も大きかった例 (症例 3) では 13.5° の外方回旋がみられた. この症例は両眼の下斜筋過動を合併していた. 固視眼は 8 例 16 眼中 6 例 11 眼 (69%) が内方回旋を示した. 他の 3 例 5 眼は 1° 以内の変動であった.

偏位眼と固視眼の最大回旋偏位量を両者の比でみる

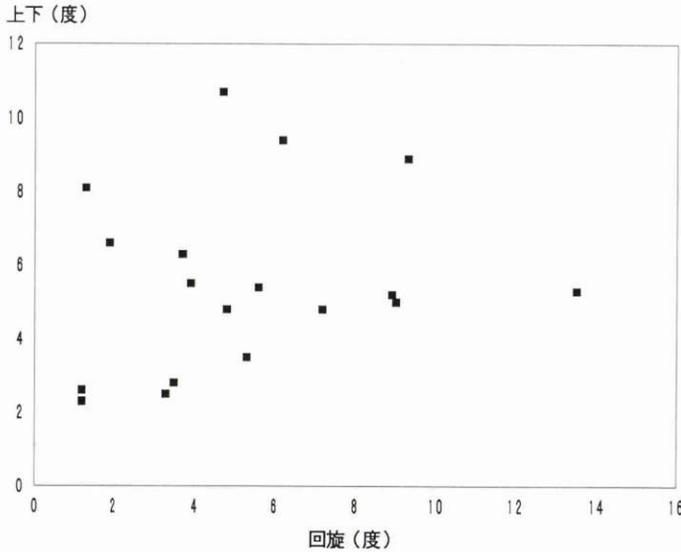


図8 偏位眼の上下方向の最大偏位量と回旋方向の最大偏位量の関係.

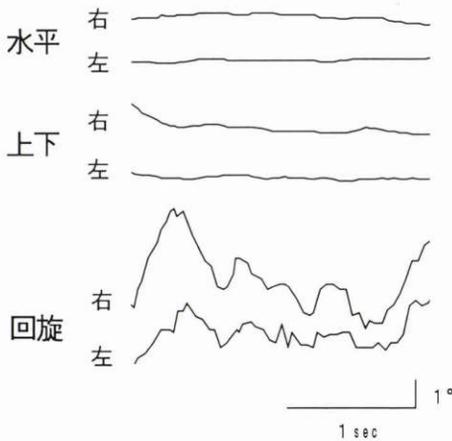


図9 症例1の両眼努力時にみられた回旋眼振様運動.

横軸は経過時間、縦軸は偏位量。上方向は水平では右、上下では上、回旋では時計回りである。「右」は右眼、「左」は左眼を表わす。

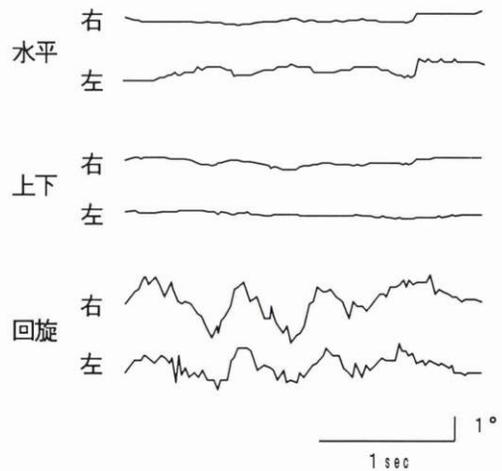


図10 症例2の両眼視努力時にみられた回旋眼振様運動.

(井上, 眼臨 1993¹⁷⁾より引用)

と、以下のような3つのタイプに分類できた。固視眼の回施量が偏位眼の1/2以上であったもの(Aタイプ)が6眼、1/2以下であったもの(Bタイプ)が7眼、両眼とも1°前後の回旋量にとどまったもの(Cタイプ)が3眼であった(図7)。

偏位眼の上下と回旋の最大偏位量の間には明らかな相関はみられなかった(図8)。

3. 両眼視標呈示における眼球運動について

両眼に視標を呈示している場合には両眼視機能が無い場合でも、水平や上下は眼位変動がみられないものが殆どであった。回旋成分は、回施偏位は認めなかったが、水平や上下の眼位に比べると不安定であった。

両眼視努力時においては回旋眼振様の運動がしばしば認められた。図9、10は、症例1と症例2の両眼視努力時の眼球運動である。水平、上下の動きは殆どな

く、回旋成分のみにおいて反復性の運動がみられた。両眼の動きはほぼ同期していた。

IV 考 按

1. 上下運動

Helveston⁵⁾が行った electrooculogram (EOG) による解析では DVD の眼球上転は saccadic speed よりも遅く、この点が下斜筋過動や Bell 現象の上転と異なる点であるとした。また、下転する時は比較的速いスピードであったとしている。我々の解析においても上転の速度は、saccadic speed よりもはるかに遅く、下転の速度は比較的急速である傾向を認めた。

Bielshowsky¹⁾は 1938 年、DVD の本態に関して vertical vergence center の異常であろうという仮説をたてた。1980 年、Helveston⁵⁾は EOG による解析を行い、上下成分において両眼の分離運動がみられる状態においても、瞬目などの際に共同運動が保たれていることから、Bielshowsky¹⁾が提唱した vertical vergence center の異常説を支持している。我々の解析でも上下成分において、分離運動と共同運動が混在した形がみられた。

2. 回旋運動

これまで報告されてきたように、偏位眼には上転時に外方回旋が起り、下転時には内方回旋が起ることが確認された。これらの運動方向は斜筋異常の有無にかかわらず同じ方向であった。また、偏位眼に外方回旋偏位が起る間、固視眼においては内方回旋偏位がみられた。Crone¹²⁾は固視眼に内方回旋が起ることを記載しており、DVD でよくみられる頭位異常は、両眼視を得るためではなく、固視眼の内方回旋偏位を修正するためであるとしている。我々の測定では、これらの回旋偏位が測定中に頭位変化が起きたためのみかけの変化ではないことを確認した。Fundus Haploscope のモニター上では、わずかの頭位変化が起きても画像の alignment がくずれることにより察知できるためである。

さらに、この偏位眼の外方回旋運動と固視眼の内方回旋運動は version movement であることが本解析により明らかになった。すなわち、これらの回旋運動は一連のまわしむき運動 (cycloverversion) であった。これらの結果から DVD においては、より上位レベルに回旋中枢の異常が存在することが示唆された。

3. 上下と回旋

回旋運動は上下運動と近似した形を示してはいた

が、完全に付随してはいなかった。偏位眼の上下と回旋の最大偏位量の比較では、両者の間には特に相関はみられなかった。固視状態が変化するときなどには、回旋成分のみの顕著な動きがみられた。このことから、DVD の回旋運動は垂直運動に付随した運動の現れではないと考えられた。また、これらの回旋運動は固視眼にも起こっていた。DVD では一眼に異常垂直運動が起こるとき、両眼に異常回旋運動が引き起こされることがわかった。

上下と回旋は、固視 (foveation) ということに関して大きな違いがある。回旋方向は上下や水平のように固視による抑制がかからないために、固視眼にも異常運動を来し得る。回旋運動において両眼性の異常インパルスが示唆されたが、垂直方向においても異常なインパルスは両眼性に加わっているという可能性も、このことから考えれば矛盾はない。

上下運動が vergence center の異常と推測される事実に対比すると、回旋に関しては多くの動きは version movement であった。特に症例 1 や症例 3 のように左右眼の回旋量が同程度のもの (A タイプ) では明らかに version movement といえる。しかも、これは正常ではみられない“異常な version movement”である。症例 2 のように、固視眼の動きが少ないもの (B タイプ) では version と vergence が混在しているのかもしれないが、いずれにしても DVD が vertical vergence center のみの異常であると考えするには疑問が残る。

4. 両眼視機能との関係

DVD では一般に両眼視機能は不良とされるが¹³⁾、症例 2 のように立体視が可能な例も存在する。症例 1 や症例 3 のように両眼視機能が不良なものは上下および回旋の偏位量が大きく、異常な cycloverversion も顕著に現れる傾向がうかがわれた。

5. 回旋眼振

Verhoeff¹⁴⁾は DVD 42 例のうち 3 例に、Anderson¹⁵⁾は 42 例のうち 2 例に回旋眼振を認めたとしている。Helveston⁵⁾は DVD 111 例の殆どに水平性および回旋性の眼振を認めたとしている。眼底像の VTR を通して注意深く観察すれば、回旋異常の有無は肉眼的に診断することができる。我々が VTR で観察できた DVD 30 症例のうち、15 症例で回旋眼振を認めた。しかし、これらの眼振は非常に小さく速い動きであるため、タイプや性質を検討するには解析が必要である。この解析結果から、ほぼ純回旋性眼振といってよいと思われ

る動きが検出できた。この回旋眼振は振幅3°前後、周期0.5~0.6 sec程度の大きさのpendular typeの眼振と考えられた。この波形はさらに細かい動きを含んでおり、スピードと両眼が同期していることから、これらは固視微動(miniature eye movement)と考えられた。この回旋眼振は両眼視努力時の他、固視交代やむき眼位の維持など意図によって増強しやすい傾向がみられた。これらの結果から、この回旋眼振は先天眼振に類似した性質を持つと思われる。

6. 中枢性疾患との関係

Anderson¹⁵⁾はDVDが高率に出生時の異常を伴っていたとし、回旋眼振を認めるタイプに特に多いと述べた。羅¹⁶⁾による1960年代におけるCTの検索では、DVDを伴うものは、伴わないものよりも多彩な脳内画像変化が認められたという。今回、顕著な異常回旋運動がみられた症例3において生直後に頭蓋内出血の既往があり、磁気共鳴画像撮影法(MRI)にて小脳に広範な萎縮が認められた。回旋眼振という側面から、延髄疾患や前庭疾患とのかわりも興味を持たれる点である。

V ま と め

このようにDVDでは垂直運動の異常に加えて回旋運動の異常が存在すると考えられ、その多くは異常なversion movementであった。DVDの回旋運動は、より上位レベルでの異常を反映した所見であり、DVDが中枢性要因の大きい疾患であることを裏付けていると考えられた。回旋運動中枢が存在すると仮定するならば、DVDとそのあたりの異常は密接にかかわりあっているのではないかと推測された。

なおこの研究は、日本斜視弱視学会のシンポジストの指名を受けて発表したため、その記録として内容の一部は眼科臨床医報¹⁷⁾に記載されている。その後さらに研究を重ね、上記のような結論に達したため、改めてここに原著として発表させて頂いた。

稿を終えるに当たり、ご指導いただきました稲富昭太滋賀医大副学長および可児一孝教授に深く感謝いたします。本研究は文部省科学研究費一般研究(B)課題番号01480415の援助を受けて行った。

文 献

- 1) **Bielshowsky A**: Lectures on moter anomalies. II. The theory of heterophoria. Am J Ophthalmol 21: 1129-1136, 1938.
- 2) 久保田伸枝: 交代性上斜位に関する研究. 第1報. 交代性上斜位の定義, 名称および臨床的重要性について. 日眼会誌 72: 59-63, 1968.
- 3) **Von Noorden GK**: Von Noorden-Maumenee's Atlas of Strabismus. CV Mosby, St. Louis, 156-159, 1977.
- 4) 弓削経一: 斜視および弱視. 第3版, 南山堂, 東京, 242-243, 1970.
- 5) **Helveston EM**: Dissociated vertical deviation. A clinical and laboratory study. Trans Am Ophthalmol Soc 78: 734-779, 1980.
- 6) 久保田伸枝: 交代性上斜位に関する研究. 第7報. 交代性上斜位の本態について. 日眼会誌 72: 647-653, 1968.
- 7) **Brown HW**: Dissociated Vertical Anomalies. Arruga A: International Strabismus Symposium. S Karger, New York, 175-179, 1966.
- 8) **Guyton JS, Kirkman N**: Ocular movement. Am J Ophthalmol 41: 438-476, 1956.
- 9) 井上美奈香: 上下斜視における回旋成分の解析—交代性上斜位について—. 眼紀 38: 1095-1102, 1987.
- 10) 稲富昭太, 寺尾直道, 可児一孝, 阿部國臣, 大野隆: 眼底の観察できる新しいハプロスコープ(Fundus Haploscope)について. 臨眼 34: 815-819, 1980.
- 11) 佐藤友哉, 井上美奈香, 可児一孝: 新しい眼球運動解析装置について. あたらしい眼科 2: 879-881, 1985.
- 12) **Crone RA**: Alternating hyperphoria. Brit J Ophthalmol 38: 591-604, 1954.
- 13) **Lang J**: Congenital convergent strabismus. Int Ophthalmol Clin 11: 88-92, 1972.
- 14) **Verhoeff FH**: Occlusion hyperphoria. Arch Ophthalmol 25: 780-795, 1941.
- 15) **Anderson JR**: Ocular vertical deviations and the treatment of nystagmus. ed2. Br Med Assoc, London, 15-44, 1959.
- 16) 羅 錦堂: 外斜視の病態に関する神経放射線学的研究. 臨眼 35: 587-596, 1981.
- 17) 井上美奈香: 交代性上斜位の回旋と両眼視. 眼臨 87: 1096-1101, 1993.