

図1 医師・視能訓練士の点数の相関  
 a: 自宅・近見・遠見に分けた医師・視能訓練士の点数の差 (n=69).  
 b: 合計点の医師・視能訓練士の点数の差 (n=69).

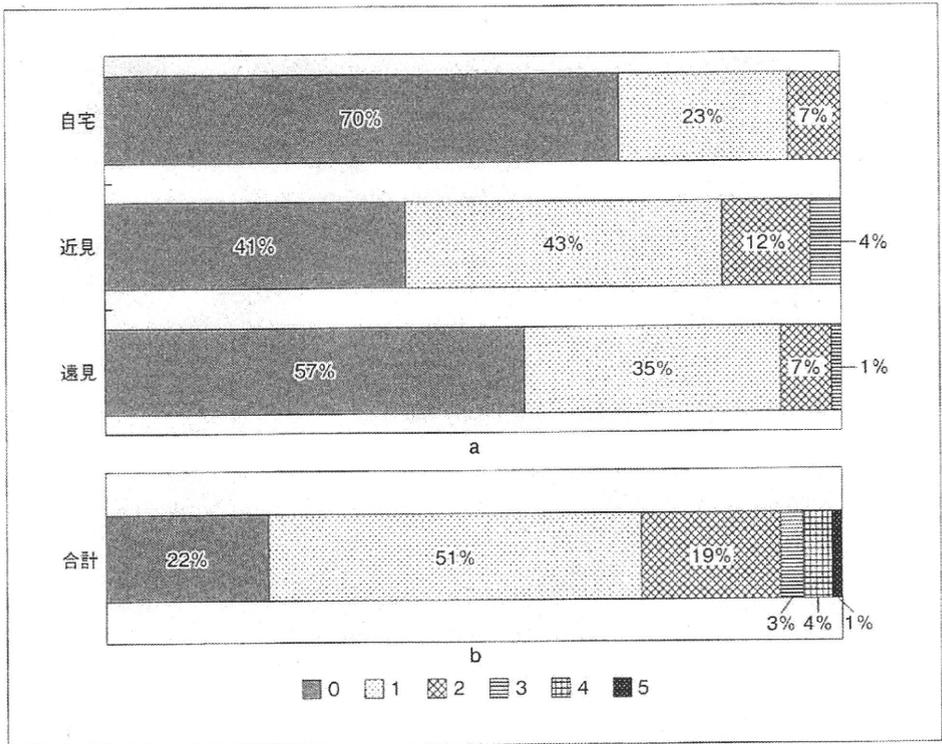
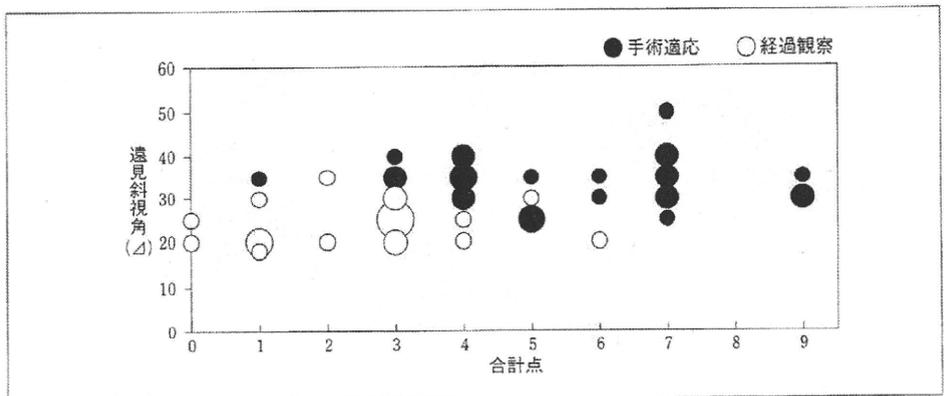


図2 治療方針と斜視角・合計点の関係 (n=54)  
 横軸は合計点, 縦軸は遠見斜視角,  
 丸の大きさは人数, ●は手術適応,  
 ○は経過観察を表す。



と有意に手術適応群のスコアが高値だった ( $p < 0.0001$ ).

### 考按

NCSを診療に用いて気づいた点を述べる。

#### (1) 医師・視能訓練士の点数の相関

医師・視能訓練士の点数は、良い相関が得られたため、NCSは複数の検者で眼位のコントロール状態を評価する場合に使用可能と考えた。一方で、医師と視能訓練士の合計の点差が3点以上あったものが、69名中6名存在した。点差が大きかった原因として、6名中3名が3歳以下で、検査の集中力不足が考えられる。また、6名中5

表2 手術適応群と経過観察群の人数・斜視角の平均・合計点の中央値

	人数 (%)	斜視角 平均±SD (Δ)	合計点 中央値 (最小～最大)
手術適応	32名 (59.3)	32.5±6.3	5 (1～9)
経過観察	22名 (40.7)	24.0±4.5	3 (0～6)

\* : 斜視角 有意差なし (Mann-Whitney U検定  $p < 0.001$ ).  
 \*\* : 合計点 有意差なし (Mann-Whitney U検定  $p < 0.0001$ ).

名は、後半に記録した医師のNCSのほうが高い値となっていた。これは、医師の診察までの待ち時間が長く、疲労による悪化と考える。また、医師・視能訓練士の検査室の構造上の違い・両親の付き添いの有無・緊張度の違

いなどが点差の原因となった可能性もある。本来、間欠性外斜視は、眼位のコントロール状態が変化することを理解した上で、NCSの評価を利用するとよいと考える。

家族からの聞き取りによる自宅のスコアは、同一人物に同じ質問して得られるため、医師・視能訓練士の点差が1点以上ついた者が30%存在した。原因として、眼位のコントロール状態について家族に質問する際に、医師・視能訓練士、それぞれ4名の質問の仕方によって家族の答えが変化したり、答えの解釈が質問者によって異なることが考えられた。

### (2)点数と斜視角の関係

点数と斜視角の相関から、斜視角が小さくても、斜位を保ちにくい症例があることが明らかとなった。眼位のコントロール状態の悪化により、両眼視をする時間が減少する。よって、間欠性外斜視の経過観察には斜視角と眼位のコントロール状態の両者が必要であると考えられる。

### (3)実際に行った治療方針と斜視角・合計点との関係

間欠性外斜視のコントロール状態は、一般的に診察室でのみ判断されるが、手術適応を決める際には、家族の意見も影響する。斜視角が20°以下であればスコア3点未満で手術となったのはわずか1名のみであった。斜視角が30°以上であってもスコア3点の14名中、手術になったのはわずか4名で、残りの10名は経過観察されており、これがスコア4点では10名中4名が経過観察されていた。手術適応となる境界が、スコア3～4点に存在すると思われた。

## おわりに

眼位のコントロール状態の評価は、それぞれの検者の判断であり、共通の判断基準は多く知られていない。医

師・視能訓練士が間欠性外斜視の眼位のコントロール状態をNCSで評価し、共通の判断基準として利用できること、複数の検者で評価できること、などが利点と考える。また、来院時のみの評価ではなく、自宅の評価がスコアに含まれるため、より日常視に近い状態の眼位のコントロール状態を知ることが可能であることも利点である。評価方法は簡便であり、他施設との共通の判断基準に利用できる<sup>10)</sup>。

点数と斜視角の相関は弱いいため、治療方針の決定には斜視角と眼位のコントロール状態の両者を用いるのがよいであろう。

## 文献

- 1) 山下牧子, 佐藤百合子, 他: 間欠性外斜視の遠見及び近見での両眼視機能. 眼臨 75: 174-180, 1981.
- 2) 楠部 亨, 阿部考助, 他: 間欠性外斜視の斜位の維持能力に影響する因子. 眼臨 97: 302-305, 2003.
- 3) 細島 淳, 葵 由喜, 他: 外斜視患者の融像力の Red Filter Bar による評価. 眼臨 91: 1206-1209, 1997.
- 4) 谷本旬代, 松本富美子, 他: 間欠性外斜視における斜位の維持能力の検討. 眼紀 52: 795-799, 2001.
- 5) 丸尾敏夫, 川村 緑, 他: 視能矯正マニュアル改訂版. メディカル出版, 東京, 158, 2005.
- 6) Buck D, Clarke MP, et al: Grading the severity of intermittent distance exotropia: the revised Newcastle Control Score. Br J Ophthalmol 92: 577, 2008.
- 7) Haggerty H, Richardson S, et al: The Newcastle Control Score: a new method of grading the severity of intermittent distance esotropia. Br J Ophthalmol 88: 233-235, 2004.
- 8) Buck D, Hatt SR, et al: The use of the Newcastle Control Score in the management of intermittent exotropia. Br J Ophthalmol 91: 215-218, 2007.
- 9) Hatt SR, Mohny BG, et al: Variability of control in intermittent exotropia. Ophthalmology 115: 371-376, 2008.
- 10) 南村佳子, 高橋悦子, 他: 間歇性外斜視の tropia のなり易さについて. 日本視能訓練士協会誌 21: 121-126, 1993.

# Magnetic Resonance Imaging of the Medial Rectus Muscle of Patients with Consecutive Exotropia after Medial Rectus Muscle Recession

Takashi Negishi, MD,<sup>1,2</sup> Akiko Hikoya, MD, PhD,<sup>1</sup> Haruo Isoda, MD, PhD,<sup>3</sup> Yoko Tsuchiya, MD,<sup>1</sup> Mayu Sawada, MD,<sup>1</sup> Yoshihiro Hotta, MD, PhD,<sup>1</sup> Miho Sato, MD, PhD<sup>1</sup>

**Purpose:** To investigate the morphologic characteristics of the medial rectus muscle in patients with consecutive exotropia.

**Design:** Retrospective, nonrandomized, interventional study.

**Participants and Controls:** Eleven eyes of 10 patients with consecutive exotropia were studied. Thirteen eyes of 13 age-matched normal subjects were studied as controls.

**Methods:** All of the patients underwent an advancement of a previously operated medial rectus muscle. Patients were divided into 3 groups based on the insertion of the medial rectus muscle: Normally recessed stretched scar, and slipped muscle.

**Main Outcome Measures:** A comparison was made of the clinical findings, intraoperative findings, and distance from the limbus to the medial rectus muscle measured on magnetic resonance images among the groups.

**Results:** The medial rectus of 4 eyes of 3 patients had normally recessed insertions and 7 eyes had abnormal insertions (3 stretched scars, 4 slipped muscles). The clinical findings were not different among the 3 groups. The magnetic resonance images showed that the medial rectus muscle was located closest to the limbus in the control subjects and most distant in the patients with a slipped muscle ( $P < 0.005$ ). The clinical findings in the patients with a stretched scar and with normally recessed were indistinguishable.

**Conclusions:** Magnetic resonance images of the medial rectus muscles of the control subjects and operated groups are significantly different morphologically. A slipped medial rectus muscle has characteristic magnetic resonance findings that are distinguishable from the muscle with normally recessed and stretched scar.

**Financial Disclosure(s):** The authors have no proprietary or commercial interest in any of the materials discussed in this article. *Ophthalmology* 2010;117:1876–1882 © 2010 by the American Academy of Ophthalmology.



A consecutive exotropia is one of the most common complications of esotropia surgery, and can occur immediately after an initial medial rectus muscle recession or even decades after the surgery. The causes for the overcorrection include miscalculation, accommodation, amblyopia, poor binocularity,<sup>1,2</sup> and mechanical problems of the previous surgery. The incidence of consecutive exotropia has been reported to be 4% to 20%,<sup>3</sup> but the percentage is usually higher if patients are followed for longer times.<sup>4,5</sup>

It is important to know the surgical history of a patient before surgery to correct a consecutive exotropia. However, in many adult cases, medical records are not available, and the memories of the patients are vague, even on the direction of the deviation. In these cases, we must speculate on the type of the earlier surgeries by a careful search for conjunctival scars with a slit lamp, by a limitation in duction, the existence of nystagmus, and the presence of dissociated vertical deviations. Earlier surgeries can also be detected by performing imaging studies including magnetic resonance (MR) imaging, computed tomography, and ultrasonic biomicroscopy.

Muscles that have undergone surgery have occasionally

been found to be abnormally attached to the sclera. Parks and Bloom<sup>6</sup> called a rectus muscle that is not attached to the sclera directly, but is attached to the sclera through an empty capsule, a slipped muscle. The empty capsule is a thin connective tissue that can be easily pulled up from the sclera, and the muscle is located after the membrane. Unlike a lost muscle, a slipped muscle can often be retracted within Tenon's capsule, and this condition can be corrected.<sup>7</sup> A large angle of deviation, accompanied by limitation in adduction, slow saccadic velocity, widening of the palpebral fissure,<sup>8,9</sup> and an oculocardiac reflex<sup>10</sup> have been proposed as clinical signs of a slipped muscle. However, a recent study showed that only operative exploration can accurately diagnose a slipped muscle.<sup>11</sup>

Ludwig found that a previously operated rectus muscles can attach to the sclera by scar tissue rather than a tendon or the muscle.<sup>12,13</sup> This condition is named a stretched scar, and the scar is an abnormally elongated cicatricial tissue of the operated rectus muscle. A stretched scar gradually progresses, taking several years to decades to stabilize, and the angle of deviation increases with the progression. The

angle of deviation is usually small, and there is minimal limitation of adduction. Therefore, detecting a stretched scar is difficult by clinical observations, and a proper diagnosis can only be made after exposing the medial rectus muscle surgically.

To treat consecutive exotropia, a recession of the lateral rectus muscles has been recommended<sup>14</sup> rather than advancing the previously recessed medial rectus muscles.<sup>15,16</sup> But, in eyes with either a slipped muscle or a stretched scar, the medial rectus muscle needs to be sutured onto the sclera firmly during the reoperation.<sup>17</sup> If these anomalous muscle insertions are found and secured, there is a good chance for success.<sup>7,18,19</sup>

Considerable information about the morphologic and functional aspects of the extraocular muscles (EOMs) and the connective tissues in the orbit can be obtained by MR imaging. Despite the many MR imaging studies, an identification of the insertion site of the EOM by MR imaging is still very difficult, possibly because the rectus muscle arcs over the globe. Thus, it is believed generally that there is no valid way to diagnose a slipped muscle and stretched scars other than during surgery.

Slipped muscles and stretched scars seem to be distinct clinical entities, but we were not able to extract any comparative pathologic or clinical studies on these 2 conditions by a search on PubMed with the terms of "consecutive exotropia," "slipped muscles," "stretched scars," and "scar remodeling." It would be a great help for preoperative planning if we can determine insertion anomalies by MR imaging. Thus, the purpose of this study was to determine the type of medial rectus muscle insertion by MR imaging.

## Methods

### Study Design

A retrospective, nonrandomized, interventional study was performed.

### Participants

Eleven eyes of 10 consecutive patients with consecutive exotropia who had been treated with advancement of the medial rectus muscle with or without recession of the lateral rectus muscle of the same eye were studied. There were 2 men and 8 women. The average age of the patients was  $42.3 \pm 14.7$  years (range, 25–72). Thirteen eyes of 13 normal adult volunteers—8 men and 5 women between 26 years and 44 years (average, 33.2)—served as controls. Patients requested strabismus surgery because of their unacceptable appearance; none complained double vision.

The procedures used conformed to the guidelines of the Declaration of Helsinki and were approved by the Institutional Review Board of the Hamamatsu University School of Medicine. Informed consent was obtained from all subjects after an explanation of the procedures to be used and possible side effects. Each subject completed a standard preexamination questionnaire used to screen for contraindications of an MR examination.

### Main Outcome Measures

The relationship between the distance from the limbus to the position where the medial rectus muscle starts enlarging as mea-

sured on MR images and the insertion of the medial rectus muscles determined intraoperatively was investigated.

## Clinical Examinations

The histories of the past surgeries were obtained from the medical records when available, from statements by the patients, and by careful observations with a slit lamp. The age of the patient, age at the initial surgery, interval between the first surgery to the most recent surgery, and the muscles previously operated on were recorded and used in the analyses.

The angle of deviation for far objects was determined by prism cover test. If the patient had limited adduction in 1 eye, the angle of deviation was determined with the prism placed in front of the paretic eye, which neutralizes the deviation. If the patient had limited adduction in both eyes, the prism was placed in front of the nonfixing eye or in front of both eyes when the angle exceeded 50 prism diopters.

A limitation in adduction was scored as  $-4$  when the eye did not move,  $-3$  when the eye moved to the midline but not past the midline,  $-2$  when the eye movement was intermediate, and  $-1$  when the eye had only a slight limitation of adduction.

## Magnetic Resonance Imaging

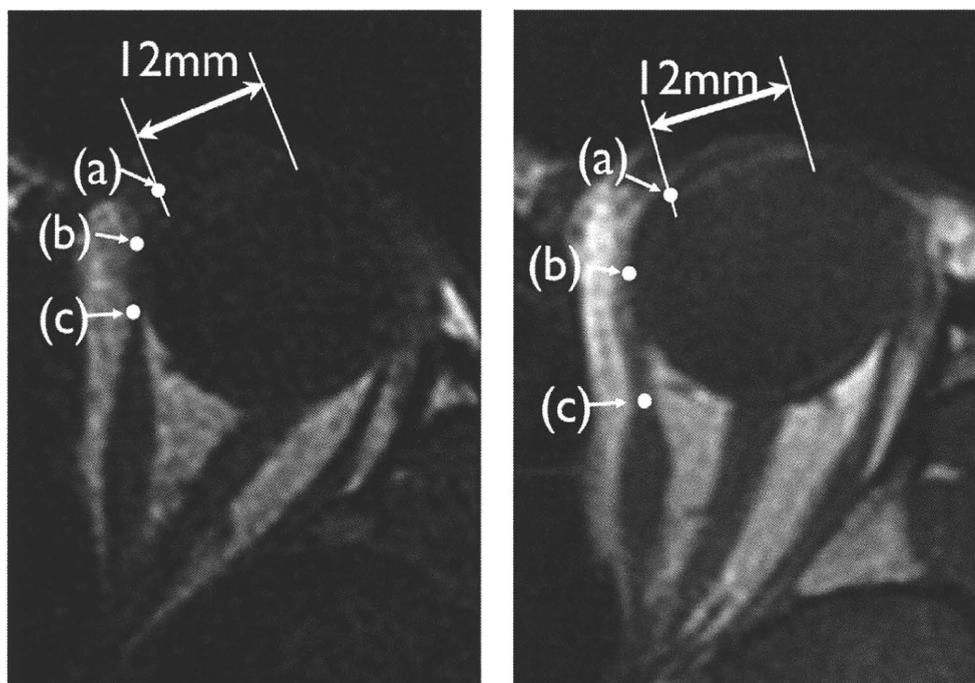
Horizontal MR images (T1- or T2-weighted image) that included both the medial and the lateral rectus muscles were recorded in the primary and adducted position. A 1.5 Tesla MR scanner (Signa Infinity Twin speed with Excite, version 12, GE Healthcare, Waukesha, WI) with a commercially available 8-channel head array coil was used. We used T1-weighted images for the analyses in most of the cases, but T2-weighted images were also used in other cases, which showed better resolution. The field of view was  $12 \times 12$  or  $10 \times 10$  cm, and the thickness was 3, 4, or 8 mm without gap. Because some patients could not adduct fully or had extreme difficulty maintaining a particular eye position, the imaging time was modified according to the abilities of each patient.

The head of the subject was placed in a head rest and stabilized by a head band. The patients were instructed to fixate small targets at the center, 30 degrees to the right, and then 30 degrees to the left of the inner surface of the head coil with the operated eye. In patients who could not fully adduct the operated eye, they were requested to adduct as far as possible with the fellow eye. When the patients could not adduct both of their eyes fully, they were requested to adduct as much as possible with either eye. The images of the primary and adducted positions were used for the analyses.

## Image Analyses

The MR images were transferred to a computer (PowerMac G5, Apple Inc., Cupertino CA), formatted as PNG file with a file size of approximately 300 kilobytes,  $72 \times 72$  pixels/inch were analyzed with software Image J 1.41 (Wayne Rasband, National Institutes of Health, Bethesda, MD). The distances from the limbus to the medial rectus muscle was measured on the screen images by 2 investigators (MS and TN) in a masked way, and the average of their measurements were used (Fig 1). The average of the insertion site of the control subject was estimated to be 5.0 mm from the limbus for normal adults.<sup>20</sup>

The sum of the length from the limbus to the insertion and the length from the insertion to the location where the muscle became thicker was taken as the distance from the limbus to the muscle and used for the statistical analyses.



**Figure 1.** Measurement of the distance from the limbus to the insertion of the muscle. **Left:** Horizontal magnetic resonance image of a normal control in adduction. **Right:** Horizontal magnetic resonance image of a case with consecutive exotropia in adducting position. Arrows indicate 12 mm distance at the level of the lens. (a) Corneal limbus was defined as the end point of a 12-mm line passing across the cornea. (b) Point where the medial rectus muscle inserts onto the globe. (c) Point where the medial rectus muscle becomes thicker. In the control subjects, b is estimated to be 5 mm from the limbus based on the average of normal adults. The total of the length from a to b, and from b to c is taken as the distance from the limbus to the muscle and used for statistical analyses.

### Operative Techniques and Intraoperative Findings

All of the operations were performed under microscopic view with a magnification of  $15 \times 0.3$  or more under general anesthesia. When the lateral rectus muscle was felt to be tight on the forced duction test, the lateral rectus muscle was exposed and recessed.

A fornix-based conjunctiva incision was made in the nasal quadrant, and the nasal aspect of the sclera was exposed. A Jameson muscle hook was inserted into area of the sub-Tenon's membrane and pulled forward to capture the medial rectus muscle. If the hook retracted a tendon or a tendonlike tissue attached to the sclera, it was carefully separated from the surrounding connective tissue, and the tissue remaining attached to the globe was carefully inspected. If the tissue included muscle fibers which were firmly attached to the sclera, it was defined as a normally recessed muscle (Fig 2; Video clip 1, available online at <http://aaojournal.org>). The distance between the limbus and the insertion site was then measured.

Two interrupted 6-0 coated Vicryl (Ethicon Inc, Somerville, NJ) sutures were placed at the upper and lower edges of the medial rectus muscle approximately 2 mm from the insertion. Then the muscle was detached from the sclera, advanced to the appropriate location, and securely sutured to the sclera.

When the muscle was found connected to the globe, but included a tendonlike tissue that was clearly distinguished from the muscle when pulled forward between the muscle and the insertion site, it was defined as a stretched scar (Fig 3; Video clip 2, available online at <http://aaojournal.org>). The distance between the limbus to the insertion site, and between the insertion site and the location of the true muscle were measured. Two interrupted, 6-0, coated, Vicryl sutures were placed at the upper and lower edges of the true muscle. Then the tendonlike tissue was detached from the

sclera and removed, and the true muscle was advanced to the appropriate location and sutured to the sclera.

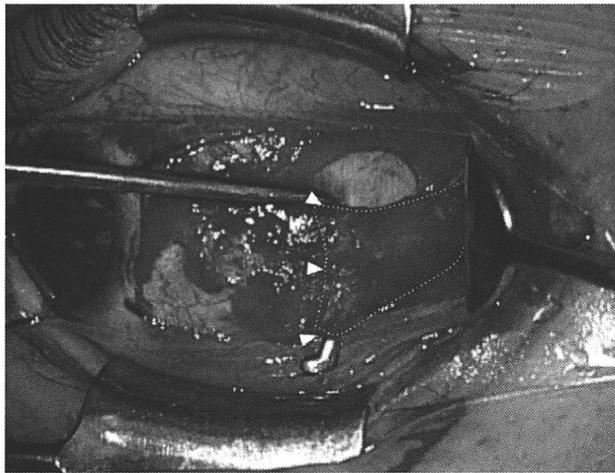
When the tissue connected to sclera was a thin translucent membrane followed by true muscle fibers, it was defined as a slipped muscle (Fig 4; Video clip 3, available online at <http://aaojournal.org>). The thin membrane was traced as far posteriorly as possible until the true muscle was found. The membrane was removed, and the muscle was advanced to the appropriate location.

Specimens removed during surgery for both slipped muscle and stretched scars were sent for pathologic examination and confirmed that they did not include skeletal muscle fibers.

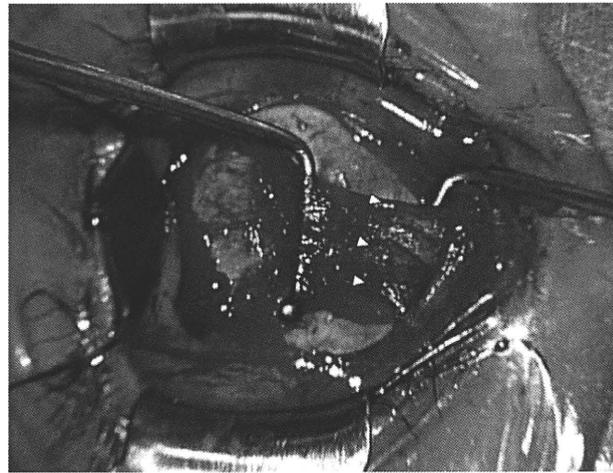
After the medial rectus muscle was operated on, the lateral rectus muscle was recessed when needed. The locations for the medial rectus muscle and the lateral rectus muscle to be sutured on to the sclera were determined by the normal "spring back tests."<sup>21</sup> For selected cases, the adjustable suture technique was used on the lateral rectus muscle, and the adjustment was performed on the next day.

### Statistical Analyses

The computer software Statview for Windows, ver.5 (SAS Inc., Cary, NC) was used for the statistical analyses. Analysis of variance was used for the analysis among the different anatomic groups, and the Bonferroni correction was used as a post hoc test.  $P < 0.05$  and  $P < 0.016$  were considered significant, respectively. The relationship between clinical appearance and MR findings, and the relationship between intraoperative measurements and MR findings were analyzed with the Mann-Whitney  $U$  test;  $P < 0.05$  was defined as significant.



**Figure 2.** Intraoperative view of a normally recessed medial rectus muscle (left eye, surgeon's view). The muscle inserts to the globe with firm tissue which is most likely a true tendon. Arrowheads indicate the origin of skeletal muscle that surrounded by dotted line.

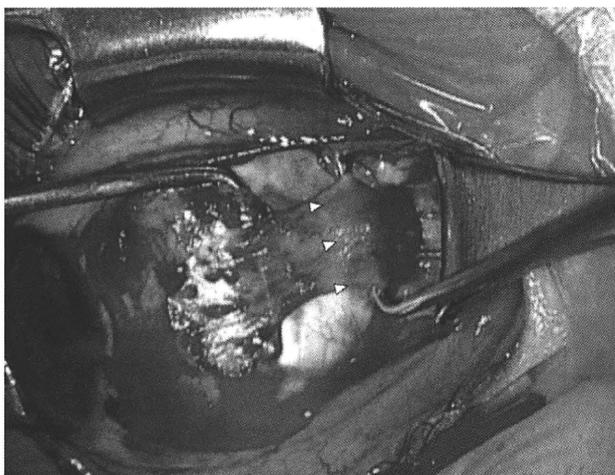


**Figure 4.** Intraoperative view of a slipped muscle (left eye, surgeon's view). The muscle is attached to the globe by very thin connective tissue, and the muscle is seen far posterior to the insertion. Note the muscle hook beneath the tissue is clearly visible. Arrowheads indicate the origin of skeletal muscle.

## Results

The demographics and intraoperative measurements of the patients are presented in Table 1. The insertion of 4 medial muscles of 3 patients were classified as normally recessed 3 were stretched scars, and 4 were slipped muscles. The median adduction deficit was the greatest in the slipped muscle cases but the difference in the degree was not different from that of the other 2 groups. There were no differences in the clinical findings among the 3 groups.

The distance between the limbus and the insertion site of the muscle or the musclelike tissue attached to the sclera measured intraoperatively was significantly longer in the normally recessed group than in the other groups ( $P < 0.01$ ). The distance from the limbus to the muscle measured intraoperatively was significantly longer in slipped muscles than that of normally recessed muscles ( $P < 0.01$ ).



**Figure 3.** Intraoperative view of a stretched scar (right eye). The muscle is attached to the globe by thick connective tissue, and the muscle is seen posterior to the insertion. Arrowheads indicate the origin of skeletal muscle.

The measurements obtained from the MR images are shown in Figure 5. The distance from the limbus to the edge where the muscle begins enlarging on the MR images was significantly shorter in adduction than in the primary position only in the control subjects ( $P < 0.001$ ). The distance did not change significantly in the different fields of gaze in patients with consecutive exotropia. The distance between the limbus and the beginning of the muscle measured on the MR images of the normally recessed group was not significantly different from that of the stretched scar group both in the primary position and in the adducted position. However, the distance for the slipped muscle group was significantly longer than that of the other 2 groups ( $P < 0.01$ ). There was a positive correlation between the intraoperative measurements and MR measurements (Fig 6).

## Discussion

At the beginning of this study, we found that the distance from the limbus to the insertion site on the MR image was not different from that obtained intraoperatively, but the correlation was weak. However, there was a limitation of the MR measurements because the arc of the medial rectus muscle on the globe made it difficult to determine the insertion site accurately. Therefore, we used only the total length along the globe which was measured by using 3 points rather than a straight line from the limbus to the muscle insertion.

The medial rectus muscles of the control subjects were distinguishable from previously recessed medial rectus muscles with or without insertion anomaly on the horizontal MR image taken in the adducted position. In cases of unoperated medial rectus muscles, the point where the muscle begins to enlarge shifts anteriorly in the adducted position, but this was not observed in previously operated recessed muscles.

There was a significant correlation between the distance from the limbus to the muscle measured on the MR images

Table 1. Characteristics of Subjects

Case	Gender	Age (y)	Age at First Operation (y)	Duration (y)	VA (R/L)	Affected Eye	Limitation in Adduction	Strabismus Angle (PD)	Intraoperative Findings (mm)		
									From Limbus to Insertion	From Insertion to Muscle	From Limbus to Muscle
Normally recessed											
1	Female	37	3	34	1.2/1.5	Right	-2	30	12	0	12
2	Male	29	3	26	0.8/1.5	Right	-1	35	10	0	10
3						Left	-1	35	9	0	9
4	Male	28	3	25	1.5/1.5	Left	-1	45	12	0	12
Average		31.3	3.0	28.3			-1.3	36.3	10.8*	0* <sup>#</sup>	10.8 <sup>†</sup>
Stretched scar											
5	Female	40	5	35	1.5/0.3	Left	-3	70	10	4	14
6	Female	61	16	45	0.8/1.5	Left	-1	75	9	3.5	12
7	Female	25	3	22	1.2/1.5	Right	0	25	9	5	14
Average		42.0	8.0	34.0			-1.3	56.7	9.2 <sup>†</sup>	4.2* <sup>‡</sup>	13.3
Slipped muscle											
8	Female	71	25	46	1.2/1.2	Left	-3	40	5	8	13
9	Female	49	3	46	1.5/0.09	Left	-2	40	7	9.5	17
10	Female	42	4	38	1.5/1.5	Left	-3	85	6	8	14
11	Female	44	3	41	1.2/1.0	Left	-3	80	7	7	14
Average		51.5	8.8	42.8			-2.8	61.3	6.3	8.1	14.4

Note. Cases 2 and 3 are the same patient.  
 PD = prism diopter; VA (R/L) = corrected visual acuity (right eye/left eye).  
 \* $P < 0.001$  vs slipped muscle group.  
<sup>†</sup> $P < 0.01$  vs slipped muscle group.  
<sup>#</sup> $P < 0.001$  vs stretched scar group.

in the primary position and the real distance between the limbus and the muscle. Therefore, examining the MR images before surgery can help to determine whether the medial rectus muscle had been operated on and if the medial rectus muscle has slipped. If we conclude that there was a

slipped muscle on the MR image, it may help to avoid advancing only the thin elastic connective tissue, which may cause a recurrence of a consecutive exotropia. Although MR imaging helps us to go to surgery already knowing that we have a slipped muscle, in many situa-

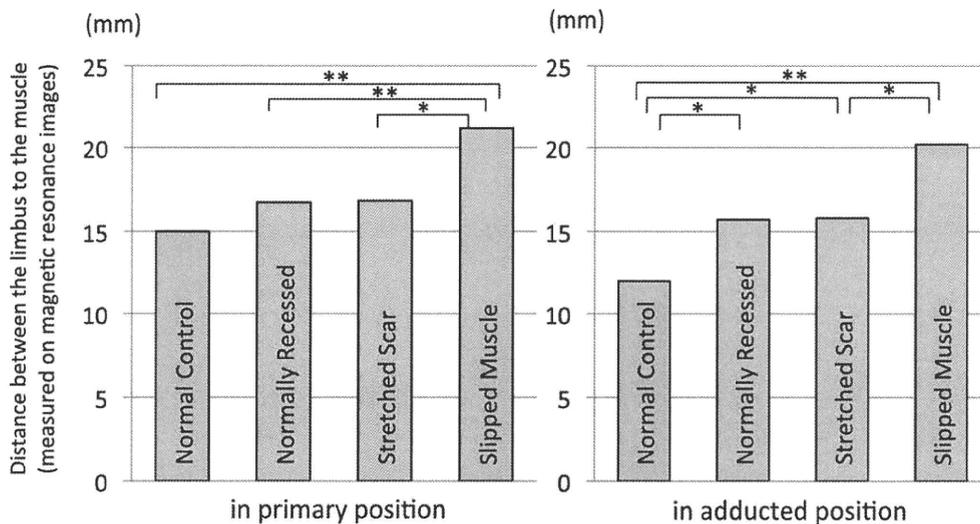


Figure 5. The average distance between the limbus and the muscle measured on the magnetic resonance images taken in the primary position (left) and in the adducting position (right). \* $P < 0.005$ ; \*\* $P < 0.001$ . The distance between the limbus and the beginning of the muscle was not different between that of normally recessed group and that of stretched scar group, but that of the slipped muscle group was significantly longer ( $P < 0.01$ ) than the other 2 groups.

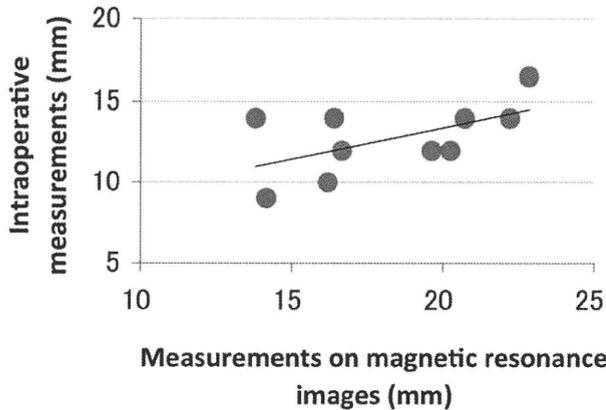


Figure 6. The distance obtained from the magnetic resonance measurements and the actual distance from the limbus to the muscle are highly correlated ( $y = 0.388x + 5.66$ ;  $r^2 = 0.33$ ).

tions the surgeon must open the conjunctiva to see the anatomy of the medial rectus to decide whether it has a stretched scar or not, and to decide whether to operate it on again or not.

Among the cases with a previously recessed medial rectus muscle, only cases with a slipped muscle can be differentiated from the other conditions on the MR images obtained in the primary position. The difference in the distances between the control subjects and the normally recessed muscle or stretched scar was detected only in the adducted position. It may be simply expected that the location of the skeletal muscle in cases of a slipped muscle is farther posterior in the orbit than those of control, normally recessed muscles, and stretched scar, but the intraoperative measurements did not show significant differences among the 3 groups.

Recently, the surgical effects of the location and shape of the EOMs have been observed by MR imaging, and a better prediction of the appropriate surgical interventions has been made. The functional insertion site of the EOM has been recognized to be related to the site of pulley, and the relationship between the surgical effect and surgical procedures may be better explained by the pulley theory than the classic tension-length theory.<sup>22</sup> The postoperative changes in the path and length of the lateral rectus muscle has been documented by MR imaging, and the mechanism of the different surgical effects can be explained from the images.<sup>23</sup> A change of the pulley location after a recession of the medial rectus muscles has been documented on the MR images taken under different gaze positions.<sup>24</sup> Then, the mechanisms of a higher incidence of muscle slippage in the inferior and medial rectus muscles could be explained on the MR images as a small wraparound effect of the muscle on the globe.<sup>25</sup>

We understand that there is an argument about the differential diagnosis of slipped muscle and stretched scar. In this study, the final diagnosis was made by the observations of one surgeon (MS). We need to mention that, until the early 1960s, free tenotomy of the medial rectus muscle was the most popular procedure for treating esotropia in Japan. Forty years later, some of the patients returned to the clinic

to treat their large consecutive exotropia. We speculate that cases 8 and 10 underwent free transconjunctival tenotomy rather than recession, which suggests that these cases have a "true" slipped muscle. Histopathologic studies showed that normal tendon, stretched scar, and slipped muscle consist of diffuse connective tissue, and they are indistinguishable.<sup>12</sup>

Both slipped muscle and stretched scars are similar in that both muscles do not attach directly to the sclera, but there is a significant difference in the MR findings in these 2 conditions. There is a possibility that the properties of the connective tissue in these 2 conditions are different. The connective tissue of a slipped muscle is much weaker than that of a stretched scar, and thus less contractive force is transmitted to the globe from the muscle. There remains a question of whether a stretched scar is the earlier stage or a less severe form of the slipped muscle. If so, a stretched scar should be diagnosed and corrected appropriately before advancing to the slipped muscle stage.

We exposed the medial rectus muscle of all consecutive exotropia operated between 2007 and 2009. Among the 11 eyes of 10 patients, 4 eyes of 3 patients had normally recessed muscles, and 7 eyes of 7 patients had an abnormal insertion (64%). This is the highest frequency of abnormal insertions among the reported studies. The clinical findings and MR findings of the cases with stretched scar are quite identical to those of normally recessed muscles. Thus, these conditions may be underdiagnosed; if the medial rectus muscle is left alone and treated only by recession of the lateral rectus muscle, the scar may gradually progress and it will not be able to be cured.

There are some limitations of this study. First, the number of patients was quite small. Second, the final diagnosis was made from the observations of 1 surgeon (MS) and not confirmed pathologically, even though a histologic differentiation may not be possible. To give the true incidences of slipped muscle and stretched scar in consecutive exotropia cases, a larger prospective study is required with many surgeons using universal criteria.

## References

1. Bietti G, Bagolini B. Problems related to surgical over-corrections in strabismus surgery. *J Pediatr Ophthalmol* 1965; 2:11-4.
2. Folk ER, Miller MT, Chapman L. Consecutive exotropia following surgery. *Br J Ophthalmol* 1983;67:546-8.
3. Bradbury JA, Doran RM. Secondary exotropia: a retrospective analysis of matched cases. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1993;30:163-6.
4. Stager DR, Weakley DR Jr, Everett M, Birch EE. Delayed consecutive exotropia following 7-millimeter bilateral medial rectus recession for congenital esotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1994;31:147-50.
5. Yazawa K. Postoperative exotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1981;18:58-64.
6. Parks MM, Bloom JN. The "slipped" muscle. *Ophthalmology* 1979;86:1389-96.
7. Plager DA, Parks MM. Recognition and repair of the "lost" rectus muscle: a report of 25 cases. *Ophthalmology* 1990;97: 131-6.

8. Murray AD. Slipped and lost muscles and other tales of the unexpected. Philip Knapp Lecture. *J AAPOS* 1998;2:133–43.
9. Bloom JN, Parks MM. The etiology, treatment and prevention of the "slipped muscle". *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1981;18:6–11.
10. Apt L, Isenberg SJ. The oculocardiac reflex as a surgical aid in identifying a slipped or 'lost' extraocular muscle. *Br J Ophthalmol* 1980;64:362–5.
11. Chen SI, Knox PC, Hiscott P, Marsh IB. Detection of the slipped extraocular muscle after strabismus surgery. *Ophthalmology* 2005;112:686–93.
12. Ludwig IH. Scar remodeling after strabismus surgery. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1999;97:583–651.
13. Ludwig IH, Chow AY. Scar remodeling after strabismus surgery. *J AAPOS* 2000;4:326–33.
14. Cooper E. The surgical management of secondary exotropia. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1961;65:595–608.
15. Mims JL III, Wood RC. Outcome of a surgical treatment protocol for late consecutive exotropia following bilateral medial rectus recession for esotropia. *Binocul Vis Strabismus Q* 2004;19:201–6.
16. Patel AS, Simon JW, Linger LL. Bilateral lateral rectus recession for consecutive exotropia. *J AAPOS* 2000;4:291–4.
17. Donaldson MJ, Forrest MP, Gole GA. The surgical management of consecutive exotropia. *J AAPOS* 2004;8:230–6.
18. MacEwen CJ, Lee JP, Fells P. Aetiology and management of the 'detached' rectus muscle. *Br J Ophthalmol* 1992;76:131–6.
19. Ohtsuki H, Hasebe S, Tadokoro Y, et al. Advancement of medial rectus muscle to the original insertion for consecutive exotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1993;30:301–5.
20. Miller AM. Functional anatomy of normal human rectus muscles. *Vision Res* 1989;29:223–40.
21. Apers R, De Clipperleir L, Van Lammeren M. Basic principles for strabismus reinterventions. *Bull Soc Belge Ophtalmol* 1989;232:53–60.
22. Miller AM, Mims JL III. The influence of pulleys on the quantitative characteristics of medial rectus muscle recessions: the torque vector model. *J AAPOS* 2006;10:318–23.
23. Clark RA, Demer JL. Posterior inflection of weakened lateral rectus path: connective tissue factors reduce response to lateral rectus recession. *Am J Ophthalmol* 2009;147:127–33.
24. Demer JL, Oh SY, Poukens V. Evidence for active control of rectus extraocular muscle pulleys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:1280–90.
25. Chatzistefanou KI, Kushner BJ, Gentry LR. Magnetic resonance imaging of the arc of contact of extraocular muscles: implications regarding the incidence of slipped muscles. *J AAPOS* 2000;4:84–93.

## Footnotes and Financial Disclosures

Originally received: September 22, 2009.

Final revision: January 31, 2010.

Accepted: February 4, 2010.

Available online: June 11, 2010.

Manuscript no. 2009-1314.

<sup>1</sup> Department of Ophthalmology, Hamamatsu University School of Medicine, Hamamatsu, Japan.

<sup>2</sup> Department of Ophthalmology, Juntendo University School of Medicine, Tokyo, Japan.

<sup>3</sup> Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine, Hamamatsu, Japan.

Presented at: The American Academy Annual Meeting, October, 2009, San Francisco, California.

Financial Disclosure(s):

The authors have no proprietary or commercial interest in any of the materials discussed in this article.

Correspondence:

Miho Sato, Department of Ophthalmology, Hamamatsu University School of Medicine, 1-20-1 Handa-yama, Higashi-ku, Hamamatsu 431-3192 Japan. E-mail: mihosato@hama-med.ac.jp.



## 総説

## 間欠性外斜視の評価と分類

佐藤 美保

## 〔要 約〕

間欠性外斜視は、アジア人に最も多い斜視の一つである。小児では、整容面、立体視や視力といった視機能が問題となり、成人では、整容面と複視が問題となる。遠見と近見の眼位の差で分類し、術式の選択に役立てる。手術は4歳以降で行うことが勧められ、外直筋後転術、内直筋前転術の単

独あるいは組み合わせが行われる。整容的な治癒をえるためには、斜視角が15プリズム以内に収まるのが重要であるが、斜視角だけでなく、コントロール状態が良好であることが必要である。コントロール状態を評価するために、Newcastle Control Scoreを用いると良い。

## はじめに

間欠性外斜視 (intermittent exotropia: 通常 X (T) と記載する。(表 1)<sup>1)</sup>) とは、外斜視と外斜位をくりかえすものでアジア人では最も頻度の高い斜視である。斜位の際には、両眼視機能がよいが、斜視の際には抑制がかかるか複視を自覚する。手術によって眼位も両眼視機能も改善することが多いが、術後の再発がしばしばみられることから、治療のタイミングや治療方法が議論となる。大切なことは、正しく病態の評価を行ったうえで治療することであり、そうすれば高い患者満足度が得られる。

表 1 一般的な斜視の記載方法

	斜 位		斜 視		間欠性斜視	
	近見	遠見	近見	遠見	近見	遠見
内方偏位	E'	E	ET'	ET	E (T)'	E (T)
外方偏位	X'	X	XT'	XT	X (T)'	X (T)

E: Esophoria 内斜位, ET: Esotropia 内斜視  
 X: Exophoria 外斜位, XT: Exotropia 外斜視  
 「'」は近見眼位を意味する  
 ( ) でくると間欠性を意味する

## I. 間欠性外斜視の症状

小児期に発症した間欠性外斜視では、外斜視のときには片眼が抑制されて複視を自覚しないが、斜位の際には抑制はかからず良好な立体視を示すことが多い。そのため多くの場合、見え方に関する症状を自覚することはないが、家族が外見から斜視に気づき来院することが多い。また戸外の明るい所に行くと、片目を閉じてしまい見づらそうにすることがある。本人が斜視に気づく年齢に達し、鏡や写真で自分を見たり、他人から指摘されたりして斜視を自覚するようになると、意識して両眼で見ようとすることが多い。一方、近見で斜視になり自分でコントロールができない場合、複視や眼精疲労を自覚することがある。遠方視で目立つ斜視だと、対人関係に自信をなくしたり、就職で不利な評価をうけたりして社会生活上の問題となる。患者のなかには、整容的に気にしていることは恥ずかしいと感じる人もあり、訴えが曖昧なことがある。その点に配慮したうえで診療に当たることが必要である。

## II. 間欠性外斜視の診断

間欠性外斜視には、斜位のとときと斜視のとときがなくはない。斜位とは両眼開放時には眼位ずれがなく、片眼を遮閉したときのみ眼位ずれがみられる状態である。近見時は常に外斜視であるが遠見時は常に斜位である場合、その逆の場合も間欠性外斜視という。斜視になりにくい場合には、長く遮閉してから遮眼子をはずすようにする。それでも診察室のなかでは、斜視があきらかにならないこともある。間欠性外斜視は明るい場所にでると出現しやすいが、暗室のような薄暗いところでは顕性になりにくいからである。どうしても斜視が顕性になりにくいときには、気になる写真を持参してもらうと良い。

## III. 間欠性外斜視の頻度と自然経過

間欠性外斜視はアジア人に多い斜視であることが知られている。白人で最も多い斜視は調節性内斜視であるのに対し、アジア人では間欠性外斜視が最も多い。その理由があきらかではないが、白人に遠視性屈折異常が多いのに対して、アジア人では近視が多いことから屈折異常との関連が深いと考えられている。間欠性外斜視の自然経過は、眼位の変化とコントロール状態の変化で評価を行うとわかりやすい。PEDIG (Pediatric Eye Disease Investigator Group) の研究によると、約 50% は 5 年の間に斜視角は変化せず、約 1/4 は悪化、約 1/4 は改善するとされた。さらにコントロール状態 (斜位の保ちやすさ) でも、ほぼ 50% が不変で約 1/4 が悪化、1/4 が改善していた<sup>2)</sup>。

## IV. 間欠性外斜視の分類

間欠性外斜視の分類は、遠見と近見の眼位の差によって基礎型、輻湊不全型、開散過多型に分類され、手術方針決定の指針となる。その他、上方視と下方視の眼位の差によって、A 型や V 型と判断される。遠見と近見の眼位から 3 つの型にわけするためには、正確に眼位を測定する必要がある。間欠性外斜視の眼位は、診察する時間、患者の疲労、診察場所の明るさ、見ている画像や背景によって異なることを認識しておく。

遠見斜視角 (XT) と近見斜視角 (XT') から間欠性外斜視を分類する。開散過多型の分類で注意が

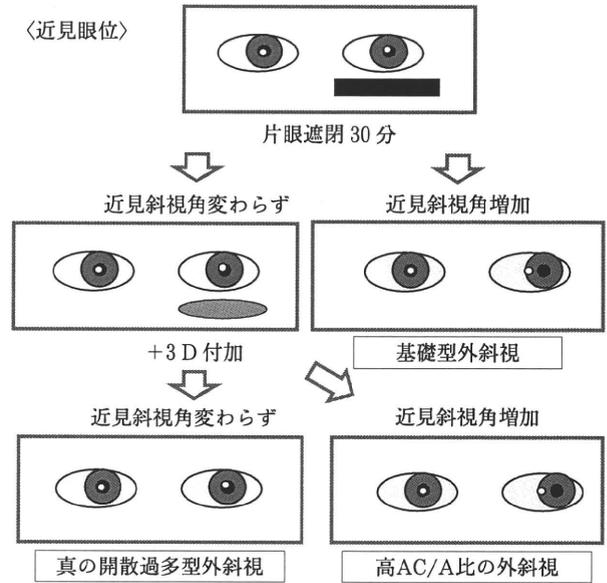


図 近見眼位 < 遠見眼位の場合

必要なものに偽開散過多型がある。本当は tenacious fusion (頑強な融像: 実際は基礎型, 稀に輻湊不全型) か高 AC/A 比に分類すべきものが混在するからである。偽開散過多型の診断の方法を図に示す。まず tenacious fusion を除外するために、片眼遮閉を 30 分以上行い融像を除去する。近見斜視角が増加すれば基礎型となる。眼位の変化がなければ、+3 D のレンズを装着させる。近見斜視角が増加すれば、高 AC/A 比であり遠見斜視角をもとに手術をすると術後、近見内斜視となり遠近両用眼鏡が必要になる。もし、+3 D を加入しても近見眼位が遠見眼位より明らかに大きい場合に真の開散過多型と診断する。

## V. 間欠性外斜視の検査

### 1. 視力検査

間欠性外斜視でも、眼科一般検査は重要である。まず視力、屈折検査を行う。両眼あるいは片眼の視力低下があると廃用性外斜視になるので、視力検査ができない場合や、矯正視力が不良な場合には、視力不良の原因をさぐるために前眼部検査や眼底検査を行う。また、成人の斜視のなかには、片眼で見ているときには、軽度の近視であるにも関わらず、両眼視をさせると強い近視となり眼鏡処方に困難を要することがある。これは、外斜視をコントロールするために、調節性輻輳を行っているからで、両眼視時に近視化するために起きる現象である (斜位近視)。

「両眼でみるとよく見えない」などと訴えて来院するため、片眼視力だけでなく、両眼開放視力を測定することがポイントで、斜視手術の良い適応である。くれぐれも過矯正の眼鏡を処方しないようにする。

## 2. 眼位・眼球運動検査

眼位検査には、両眼での動き（むき運動）と単眼での動き（ひき運動）、さらに輻湊、開散（よせ運動）をみる。斜視角が大きい場合には、むき運動検査だけでは斜視眼の内転が制限されているように見えることがあるため、かならず片眼をかくしてひき運動検査で十分に内転できるかどうか確認する必要がある。

むき運動は、左右、上下、斜めを含む8方向でみる。斜め方向の動きをみるときは、内転眼が過剰に上転したり、過剰に下転したりしないか確認する。習慣的に内転時の上転過剰を下斜筋過動、内転時の下転過剰を上斜筋過動と呼んでいるが、実際にそれらの筋が肥厚したり過剰なインパルスを受けていることを示したデータはなく、あくまでも相対的な表現であることを理解しておく。

## 3. 斜視角の測定

遠見での斜視角測定には、はっきり見える固視目標をもちいて、正面（第一眼位）、上下左右（第二眼位）、斜め上下（第三眼位）を確認する。眼位検査は調節状態を理解しながら行う。調節をさせずに最大斜視角を引き出したときには、ペンライトのように調節できない視表を用い、日常生活での眼位コントロール状態を見たいときには、調節しやすい絵柄のついた視表を用いる。大切なことは調節状態を検者がコントロールしながら行うことである。輻湊は、融像させた状態で眼前どこまで近づけるかを測定する。

斜視角測定にはプリズムを用いて交代遮閉試験を行う。プリズムは基底を内方にむけて目標を固視させながら交代遮閉試験を行う。間欠性外斜視は、検査時によって斜視角が変化することは珍しくない。常に同じ斜視角を測定するためには、最大斜視角を引き出すよう、努力するのがよい。そのためには、十分に遮閉してから遮閉を外す。また、30分以上の片眼遮閉を行ったり、5メートル以上はなれた固視目標を用いたりして斜視角測定をするとよい。

## 4. コントロール状態の評価

顕性になるかどうかは、診察室内および家族への

表2 Newcastle Control Score

1) 家族による観察	
0: 全く気づかない	
1: ときどき気づく	
2: しばしば気づく	
3: 斜視/片眼つわりに近見でも気づく	
2) 診察室での観察 (遠見)	
0: 遮閉で顕性になるが、瞬きせずに戻る	
1: 遮閉で顕性になるが、瞬きや刺激で戻る	
2: 遮閉で顕性になり、戻らない	
3: 自然に顕性になり、戻らない	
3) 診察室での観察 (近見)	
0: 遮閉で顕性になるが、瞬きせずに戻る	
1: 遮閉で顕性になるが、瞬きや刺激で戻る	
2: 遮閉で顕性になり、戻らない	
3: 自然に顕性になり、戻らない	
1), 2), 3) の点数の合計	点

質問で評価するのがよい。外斜視は明るいところで顕性になりやすいため、薄暗い眼科の診察室内でだけ見ていたのでは、斜視を見逃すことになる。特に手術前の診察では、最大斜視角を引き出すために十分に明るい室内で検査をすることが必要である。コントロール状態を数値化するために Newcastle Control Score (NCS) などを用いるとよい (表2)<sup>3)</sup>。我々が実際に斜視手術を進めているのは、NCSが4点以上であることが明らかになった<sup>4)</sup>。

## 5. 両眼視機能

先天性の恒常性斜視と異なり、両眼視ができていて良好な立体視を獲得していることが多い。いったん立体視が低下しても、手術によって眼位が改善すれば良好な立体視を取り戻すことができるとされている。しかし、中には斜位を保っていても立体視が不良な症例や、手術で眼位が改善しても両眼視が不良なままのこともあり、術前から微少斜視であることが考えられる。

網膜対応検査は術後の複視の出現を予測するために行うが、検査方法によって結果が異なること、特殊な視環境の検査であることを知っておく。自然視に近い状態で検査するほど異常対応となることが多い。例として40プリズムの外斜視なのに30プリズム相当のプリズムで補正した場合、外斜視が残存するにもかかわらず非交叉性複視を自覚するような場合である。しかし、そのような場合でも、弱いプリ

ズムから徐々に度数を上げながらプリズムを長時間装着させると、複視が消失する場合もあるので、事前に時間をかけて検査して確かめるのがよい（プリズムアダプテーションテスト）。

## VI. 間欠性外斜視の治療

### 1. 非観血性治療

間欠性外斜視は、視能矯正によって眼位の保持と斜視角の安定が期待できる。その一つは、屈折矯正である。特に近視のために遠見眼位が不良な場合に有効である。学校生活には不自由のない程度の軽度の近視であっても、眼鏡装用を勧める。調節性輻湊を利用して眼位を保つために意図的に近視の過矯正眼鏡を処方することもある。眼精疲労の訴えがなければ効果的であり、近視の進行もないとされているが、長期経過は不明である。最も多く行われているのは輻湊訓練であり、家庭でできるプッシュアップ法や三点カードが用いられる。また、成人の輻湊不全外斜視のように、複視を伴う間欠性外斜視ではプリズムによる複視の軽減が試みられる。この場合には最大斜視角ではなく、症状が改善する最小のプリズムを利用するのがよい。

### 2. 観血的治療

#### 1) 手術適応

手術適応は 1) 整容面で家族や本人が希望している場合、2) 両眼視機能が低下している場合、3) 複視を自覚している場合、4) 眼精疲労の原因となっている場合、である。

最初に述べたように、小児と大人では自覚症状が異なり、手術の目的も異なる。小児では、両眼視機能の獲得や保持、弱視予防、整容面が重要であるのに対して、大人では複視の改善と整容面が重要な主訴となる。小児では斜視の再発を防止するために術後意図的に過矯正を行うことがある。しかし、過矯正が長く続くと弱視となったり、両眼視機能が低下したりすることがある。そのため、小児の間欠性外斜視の手術は 4 歳まで待つのが望ましい。整容的な治療の目標は、日本弱視斜視学会斜視治療基準である第一眼位 15 プリズム以内を目標とすればよく、15 プリズム以内の斜視に対して整容的な治療を望む患者に対しては術後満足度が低いことを念頭において対処する。眼精疲労は、間欠性外斜視だけでなく、さまざまな原因でおきる。不適切な眼鏡、ドラ

表 3 外直筋後転 1 mm あたりの手術効果  
(単位プリズムジオプター)

術後期間 術前斜視角	1 週間	1 ヶ月	3 ヶ月	6 ヶ月
20-25	2.2	1.5	1.6	1.3
30-35	2.3	2.0	2.0	1.8
40-	2.5	2.5	2.0	2.0

表 4 日本弱視斜視学会斜視治療基準

治療度		判定内容	
		偏位度・自覚症状	両眼視の程度
IV	治癒	10 度以内 9 方向眼位にて自覚症状のない斜位	立体視 60" 未満, 正常対応
III	ほぼ治癒	第一眼位にて斜位, 自覚症状の強い斜位	立体視 60" 以上, 正常対応
II	部分治癒	第一眼位で斜位-斜視, 微小斜視	立体視 60" 以上または実用的立体視
I	整容治療	第一眼位で $\pm 15 \Delta$ 以内, 上下 $10 \Delta$ 以内の斜視, 異常頭位の軽減または消失	
0	無効		

イアイ、作業環境、精神的ストレスなどを除外したうえで、斜視が原因の眼精疲労と判断すれば手術適応となる。

#### 2) 手術方法

手術は、主に内直筋前転（短縮）術と外直筋後転（減弱）術の単独あるいは組み合わせで行う。内直筋は、近見時の眼位に与える影響が強く、外直筋は遠見時眼位に与える影響が強いため、組み合わせかた、手術量によって得られる手術結果が異なる。一般的には、基礎型には前後転術か両外直筋後転術、輻湊不全型には前後転術か両内直筋前転術、開散過多型には両外直筋後転術が多く用いられる。また、非優位眼で手術をするほうが、術後の生活はしやすいが、優位眼に手術をしたり、片眼の内直筋前転と、他眼の外直筋後転を組み合わせる方法もある。手術効果は経過観察期間が長くなると低下し、われわれの施設の結果では、術前の眼位が小さいほど 1 mm

あたりの矯正効果が少なく、術前眼位が30プリズム以上では術後6ヶ月には1mmの後転が約2プリズムの矯正効果を持つ。両外直筋後転術の結果を示す<sup>5)</sup>(表3)。治療効果の判定には日本弱視斜視学会による斜視治療基準を参考とするとよい(表4)。

### おわりに

間欠性外斜視は、頻度の高い斜視であり、手術適応となることも多い。一方で眼精疲労の原因が斜視以外にあることや、背景に器質的疾患があることもあり、診断には注意が必要である。家族や本人の訴えを理解して、適切なタイミングで手術に踏み切ることが大切である。

### [文 献]

- 1) Gunter K, von Noorden: Binocular vision and Ocular Motility Sixth edition. Mosby ch 8, 131, Table 8-1.
- 2) Romanchuk K G, Dotchin S A, Zurevinsky J: The natural history of surgically untreated intermittent exotropia-looking into the distant future. J AAPOS 3: 225-231, 2004.
- 3) Haggerty H, Richardson S, Hrisos S, et al: The Newcastle Control Score: a new method of grading the severity of intermittent distance exotropia. Br J Ophthalmol 88: 233-235, 2004.
- 4) 鷲山 愛, 藤田由美子, 浅野麻衣, 他: Newcastle Control Scoreによる間欠性外斜視の評価について. 眼臨紀 3(1): 52-55, 2010.
- 5) 佐藤美保: 間欠性外斜視 小児の両外直筋後転術. 眼臨紀 1: 47-50, 2008.

# 眼精疲労と間欠性外斜視

*Eye Fatigue and Intermittent Exotropia*

土屋陽子\* 佐藤美保\*

## はじめに

眼精疲労とは、眼を使う作業をしたために感じる全身の疲れである。ぼやけて見にくい、ピントが合わない、眼が重い、眼をあけていることがつらいといった眼症状から、肩が重い、頭が痛いといった全身症状まである。「疲れ目」は、休息をとることによって症状が消失する眼の疲れだが、休息をとっても残るような頑固な全身症状がある場合を眼精疲労とよぶ。

眼精疲労の原因は、長時間の読書やコンピュータ作業など作業自体の負荷が高い場合、薄暗い部屋での作業など作業環境に問題がある場合、作業に対する精神的ストレス、眼鏡、コンタクトレンズや眼に問題がある場合がある。眼や眼鏡の原因としては、不適切な眼鏡装用、斜視、ドライアイなどがあげられるが、本稿では特に間欠性外斜視と眼精疲労について述べる。

## I 間欠性外斜視の分類

間欠性外斜視とは、外斜視と斜位の両方が存在する状態である。遠見と近見での眼位の差から基礎型（遠見＝近見）、開散過多型（遠見>近見）、輻湊不全型（遠見<近見）に分類される。このうち、特に強い眼精疲労を訴えやすいのは、近見時の眼位ずれが大きい輻湊不全型外斜視である。また、過剰に調節することで斜位にもち込む際に近視化することによって視力低下を起こすことがある。この状態を斜位近視といい、眼精疲労の原因となる。

調節力が良好な小児期には、間欠性外斜視が原因で眼精疲労を訴えることはほとんどないが、中学生以上になると眼精疲労の訴えが聞かれるようになる。治療には、原因を取り除くこと、適切な屈折矯正をすること、プリズム眼鏡、手術などがある。

## II 輻湊不全型外斜視

近見時には、輻湊・調節・縮瞳の三者が互いに関連して作用するが、これを近見三徴候という<sup>1)</sup>。輻湊とは、目標物を見る際に両眼の視線を目標物に合わせるために、内側に寄せることであり、近くのものを見る時にはより多くの輻湊が必要となる。輻湊には、融像性輻湊、緊張性輻湊、調節性輻湊、近接性輻湊がある。融像性輻湊は、両眼で見た際の左右眼の目標物の像のずれ（視差）を認識することでひき起こされ、両眼で見ることが必要である。解剖学的な眼球の安静位置は、やや外側を向いているため、意識のある状態ではわずかな輻湊が起きる。これを緊張性輻湊といい、筋のトーンスが関連している。調節性輻湊は、近くのものを見るために働く調節に付随してひき起こされる輻湊である。

したがって、斜視や視力低下のために十分な融像性輻湊がひき起こされない場合や、加齢により筋のトーンスが低下して緊張性輻湊が低下したり、調節力が低下して調節性輻湊が低下すると、輻湊不全となりやすくなる。そして、過剰な調節負荷や、外眼筋に過剰な緊張をかけて輻湊を起こそうとすることで眼精疲労となるが、逆に

\* Yoko Tsuchiya & Miho Sato : 浜松医科大学眼科学教室

〔別刷請求先〕 土屋陽子 : 〒431-3192 浜松市東区半田山1-20-1 浜松医科大学眼科学教室

十分な輻湊が起きないと複視を自覚して、やはり眼精疲労の原因となる。

### III 斜位近視

斜位近視とは比較的大きな角度の間欠性外斜視があり、眼位を斜位に保つ際に近視が発現、もしくは増強することである。間欠性外斜視患者だからといって、すべてに斜位近視が起こるわけではない。過去の報告では、斜位近視での受診年齢は16~39歳であり、小児期に受診することはないと言われている<sup>2)</sup>。藤木らは、9歳以下、10代、20代、30代の4群間での近視化度数と縮瞳率についての検討を行っており、30代ではほとんどの症例で近視化を認めており、優位に縮瞳がみられたと報告している<sup>3)</sup>。間欠性外斜視では融像性輻湊を用いて正位を保つが、その際に輻湊性調節が惹起されることにより近視化が起こると考えられている。加齢により輻湊力が低下すると、正位を保つためにはよりいっそうの輻湊努力が必要となり、過大な輻湊性調節が働くために、より強く近視化すると考えられている。そのため、片眼での視力検査では矯正視力は良好だが、両眼開放状態での視力は近視化のために低下するという症状が出現する。

治療は間欠性外斜視に対しての手術が基本となる。

### IV 診 断

外斜視が眼精疲労の原因であるかどうかを確認する。そのためには、眼精疲労が起こる作業の内容、作業時間、精神状態、睡眠状態、常用薬などについても十分な問診をとる。特に抗コリン薬（抗不安薬や睡眠薬、Parkinson 病治療薬など）の内服は調節力を低下させ、ひいては調節性輻湊も低下し、近視化の原因となるので問診で確認しておく。小児期に遠視であったり斜視手術を受けていることもあるため、既往歴も確認する。

一般的な眼科検査に加えて、屈折検査、眼位検査、調節検査を行う。眼位検査は遠見眼位と近見眼位を測定するが、近見眼位の測定には、調節視表（ペンライトでなく小さな絵や文字などの書かれたもの）を用いる。

さらに、9方向眼位検査、輻湊近点測定、融像域測定、調節近点測定を行う。輻湊近点測定は、視表を近づけ、複視を自覚するまでの距離を測定する。融像域測定は、

近見で文字の書かれたカードなどを見せ、ベースアウトプリズムを装用していき、複視を自覚するプリズム度数を記録する。

眼精疲労を他覚的に評価することは困難であるが、瞳孔反応を用いて推測する試みがなされている。トライアイリスは固視目標を動かしながら瞳孔反応を記録する装置である。斜視手術の前後で記録することにより、瞳孔径の変化を測定することができる。瞳孔径の変化から調節の状態を知ることができる<sup>4)</sup>。

### V 治 療

#### 1. 原因除去

輻湊不全型外斜視に伴う眼精疲労の場合、作業環境や作業時間を改善させたり、睡眠を十分にとるだけで改善することがある。抗コリン薬を内服している場合には、処方している医師と相談のうえ、内服量の調整を行うことで症状の改善をみることがある。

#### 2. 屈折矯正

眼精疲労治療の基本である。眼精疲労は成人に多いため、近視の過矯正眼鏡を装用していないか、近見用の適切な度数が加入されているかについてチェックする。小児期には調節性内斜視であったものが、徐々に外斜視化してきている場合、適切な屈折矯正が行われていないこともあるので注意が必要である。また、レンズのプリズム効果を目指す場合には、近視であればレンズ中心間距離を広めにとることで外斜視に対応することができる。

#### 3. プリズム眼鏡

4プリズム以内であればレンズに組み込むことが可能である。軽度の間欠性外斜視や輻湊不全型外斜視で有効である。処方の際には、トライアルレンズを装用して症状の改善を確認する。それ以上の度数が必要な場合には膜プリズムを使用することになるが、外見上の問題や視力の低下をきたすために推奨しない。

#### 4. 視能訓練

指を使ったプッシュアップや、3点カードなどを利用した輻湊訓練を行う。過剰な訓練は逆に眼精疲労を増す

ことになるので注意する。

### 5. 斜視手術

斜視角が20プリズム以上の間欠性外斜視は手術のよい対象である。小児では術後過矯正を目標とすることが多いが、成人では術後複視は日常生活への不都合が多いため、過矯正にならないように行う。

外直筋の後転および内直筋の短縮術、あるいは両外直筋の後転術を行う。開散過多型斜視では両眼外直筋後転術が、輻湊不全型外斜視では前後転術がよい。術後複視を予防するために、術前にプリズムでシミュレーションを行うとよい。

手術前の説明では術後の合併症について説明を行い、特に車のバックのときに複視の可能性があること、視野が狭くなる可能性があることなどを具体的に説明する。

## VI 症例呈示

### <症例1：輻湊不全型外斜視> (図1)

59歳、男性。主訴は眼精疲労。

初診時視力：VD=0.5 (0.9×cyl-3.0D Ax5°),  
VS=1.5 (矯正不能)。

近見視力：VD=0.5 (1.0×+2.0D○cyl-3.0D Ax5°),  
VS=0.5 (1.0×+2.0D)。

交代遮閉試験：遠見 25ΔXP, 近見 45ΔXP'。

チトマス (Titmus) 立体視検査：

Fly (+), Animal (3/3), Circle (6/9)。

右眼外直筋5mm後転+内直筋5.5mm短縮術を施行。

術後視力：VD=0.9 (1.2×+0.5D○cyl-1.5D Ax5°),  
VS=1.5 (矯正不能)。

術後交代遮閉試験：遠見 6ΔXP, 近見 18ΔXP'。

チトマス立体視検査：

Fly (+), Animal (3/3), Circle (7/9)。

術後は自覚的な右眼視力の改善と、眼精疲労の軽快が得られた (図2)。

### <症例2：斜位近視> (図3)

37歳、男性。主訴は両眼で見ると物がぼやけて見え、眼精疲労がある。

初診時の視力：VD=0.06 (1.5×-7.5D○cyl-0.75D Ax10°),  
VS=0.07 (1.5×-7.0D○cyl-1.0D Ax160°)。

斜位での両眼開放視力：BVA=(0.4×上記レンズ)。

交代遮閉試験：遠見 45+20ΔXP, 近見 40+20ΔXP'。



図1 症例1：輻湊不全型外斜視

左：術前、近見外斜位の状態。

右：術前、近見で外斜視の状態。



図2 症例1：術後

術後ほとんど斜位の状態を保っている。



図3 症例2：斜位近視

左：術前、斜位の状態。両眼開放視力はBVA=(0.4)と低下した。右：術前、外斜視の状態。



図4 症例3：基礎型間欠性外斜視

左：術前，斜位の状態。外斜位の状態と比べ両眼縮瞳している。右：術前，外斜視の状態。

チトマス立体視検査：

Fly (+), Animal (0/3), Circle (1/9).

右眼外直筋7mm後転+内直筋5.5mm短縮術を施行。

術後視力：VD=0.06 (1.5×-7.75D)。

VS=0.07 (1.5×-7.0D°)。

正位での両眼開放視力：BVA=(1.2×上記眼鏡)と視力改善が得られた。

チトマス立体視検査：

Fly (+), Animal (0/3), Circle (1/9)。

	手術前 瞳孔径	手術後 瞳孔径
右眼	2.56mm	2.60mm
左眼	3.65mm	3.73mm

術前後のトライイリスで測定した瞳孔径の変化である。術後は瞳孔径が拡大している。術前と比較し瞳孔径の拡大が認められ、輻湊努力が小さくなったと考えられた。

#### <症例3：基礎型間欠性外斜視> (図4)

30歳，男性。主訴は焦点が合いにくい。

初診時視力：VD=0.07 (1.5×-4.5D○cyl-0.75D Ax180°)。

VS=0.08 (1.5×-4.0D○cyl-0.75D Ax180°)。

交代遮閉試験：遠見35ΔXP，近見25ΔXP'。

チトマス立体視検査：

Fly (+), Animal (3/3), Circle (3/9)。

両眼外直筋7.5mm後転術を施行した。

術後視力：VD=0.06 (1.5×-4.75D○cyl-0.5D Ax180°)。

VS=0.07 (1.5×-4.5D○cyl-0.5D Ax180°)。

術後交代遮閉試験：遠見16ΔXP，近見8ΔXP'。

チトマス立体視検査：

Fly (+), Animal (3/3), Circle (5/9)。

	手術前 瞳孔径	手術後 瞳孔径
右眼	3.9mm	5.66mm
左眼	3.44mm	4.99mm

術前後のトライイリスで測定した瞳孔径の変化である。術後は瞳孔径が拡大している。術前と比較し瞳孔径の拡大が認められ、輻湊努力が小さくなったと考えられた。

#### まとめ

間欠性外斜視を伴う眼精疲労は訴えが強いことが多いので背景も含めて詳細な問診が必要である。眼精疲労の原因が斜視であることを確認したら積極的に治療する必要がある。

#### 文 献

- 1) Schor CM：輻湊と調節の順応過程。眼臨 92：624-628, 1998
- 2) 内海 隆：斜位近視の病態と治療。眼臨 97：222-224, 2003
- 3) 藤木かおり，阿曾沼早苗，小嶋由香ほか：間欠性外斜視にみられる斜位近視と年齢についての検討。眼臨 101：80-84, 2007
- 4) 平岡満里：調節の他覚的測定。神眼 22：348-353, 2005

## 特集

フローチャートでみる私の処方

### XI. その他の処方

## 1. 急性結膜炎

浜松医科大学 眼科 佐藤美保

### KEY WORDS

ウイルス結膜炎, 細菌性結膜炎, アレルギー性結膜炎, クラミジア結膜炎

### I. 疾患の状態

急性結膜炎は、急激に発症する結膜の炎症の総称で、非感染性と感染性に分けられる。主な症状は眼脂を伴う結膜の充血、浮腫や異物感、痒感、羞明、熱感、眼痛などである。結膜炎は大きく感染性と非感染性に分けられ、それぞれ治療方法が全く異なるため、その判別は重要であるが、発症初期には臨床症状から鑑別することが困難なことも多い。非感染性の結膜炎は、アレルギー性結膜炎やドライアイなどの際に見られ、感染性結膜炎は細菌やウイルス感染によって引き起こされる。眼瞼結膜は充血し濾胞を形成、充血、腫脹も見られる。角膜に障害が及ぶと、流涙、眼痛、視力低下が強い。

クラミジア結膜炎は、ほとんどの場合、新生児の産道感染である。生後5～14日で発症し、眼瞼腫脹、粘液膿性眼脂、ビロード状の結膜浮腫と充血、ときに偽膜を伴う。幼児では濾胞が形成される。

淋菌性結膜炎は生後すぐ発症し、眼瞼浮

腫、大量の膿性眼脂、充血が特徴である。菌は角膜にも親和性をもち角膜穿孔の危険がある。

小児に多い細菌感染症の原因菌は、インフルエンザ菌、肺炎球菌、黄色ブドウ球菌である。アデノウイルス結膜炎には流行性角結膜炎と咽頭結膜熱がある。流行性角結膜炎は、アデノウイルス8型でおきる急性濾胞性結膜炎で、角膜炎を伴う。咽頭結膜熱（プール熱）は、アデノウイルス3、4型が多く、咽頭痛や発熱を伴う結膜炎である。ともに耳前リンパ節腫脹を伴う。潜伏期間は流行性角結膜炎が約1週間、咽頭結膜熱が4～5日である。いずれも伝染力が強く、学校伝染病に指定されている。流行性角結膜炎では、角膜炎のために視力の低下をしばしば伴う。この視力障害は成人では一時的なことが多いが、小児期に発症すると、角膜混濁や乱視によって恒久的な視力障害を残すことがある。

その他のウイルス性結膜炎に、エンテロウイルスによる出血性結膜炎がある。

学童期以降になると、アレルギー性結膜炎

表 感染症の鑑別

	細菌	ウイルス	クラミジア	アレルギー
自覚症状	眼脂 (3+) 流涙 (2+)	眼脂 (+) 流涙 (3+)	眼脂 (3+) 流涙 (3+)	かゆみ (3+) 流涙 (2+)
潜伏期	1~3日	5~14日	5~12日	
結膜所見	カタル性	濾胞性	濾胞性	乳頭増殖
耳前リンパ節腫脹	+-	++	++	-
感染力	+-	++	++	-

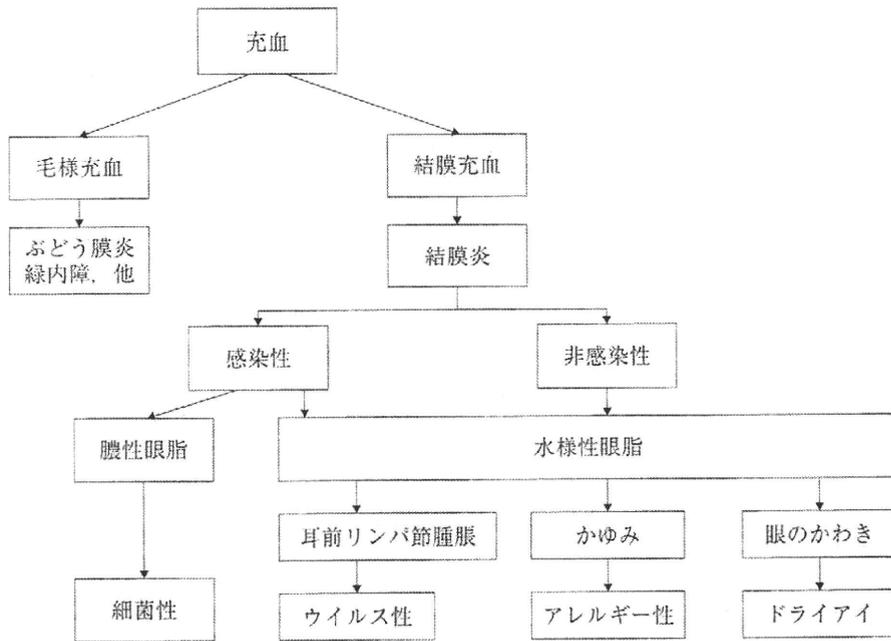


図 結膜炎の診断

が増加する。アレルギー性結膜炎にはアトピー性結膜炎、春季カタル、巨大乳頭結膜炎、花粉症などが含まれるが、急性結膜炎として発症するのは主に花粉症である。日本での罹患者は2,000万人もあり、季節性のあるのが特徴である。近年アレルギー性結膜炎発症時期の低年齢化がすすんでいる。アレルギーの原因で最も多いのは、スギ花粉であるが、その他カモガヤ、ブタクサ、ヒノキなども原因となる。花粉の飛ぶ時期がそれぞれ異なるため、春だけでなく、秋にも花粉症が見られる。通年性アレルギー源として、ハウスダストやダニがあげられる。アレルギー性結膜

炎の症状はかゆみが主であるが、かゆみのために眼をこすると、激しい結膜浮腫を来すことがある(表, 図)。

## II. 重症度

結膜炎の原因と重症度は年齢によって異なる。成人では軽症の結膜炎でも、新生児では重症の結膜炎となり、全身症状を伴うこともある。また、ウイルス性結膜炎では角膜炎を引き起こすことがあり、恒久的な視力障害を残すことがある。ウイルス性結膜炎では、眼瞼結膜の濾胞形成が見られるが、新生児では濾胞形成でなく偽膜を作ってしまうことがあ