

- [59] Tufik, S., *Psychopharmacology*, 1981, Vol. 72, No. 3, pp. 257-260.
- [60] Veselinka Karadzic, *The Nature of Sleep*. 1973, pp. 172-174.
- [61] Vogel, G. W., et al., *Archives of General Psychiatry*, 1968, Vol. 18, pp. 287-300.
- [62] Vogel, G. W., et al., *Psychophysiology*, 1968, Vol. 4, p. 382.
- [63] Vogel, G. W., et al., *Psychophysiology*, 1968, Vol. 5, p. 239
- [64] Vogel, G. W., et al., *Archives of General Psychiatry*, 1968, Vol. 18, pp. 301-311.
- [65] Vogel, G. W., et al., *Archives of General Psychiatry*, 1975, Vol. 32, pp. 765-777.
- [66] Vogel, G. W., *Waking and Sleeping*, 1979, Vol. 3, No. 4, pp. 313-318.
- [67] Vogel, G. W., et al., *Archives of General Psychiatry*, 1980, Vol. 37, No. 3, pp. 247-253.
- [68] Walter, B., et al., *The nature of sleep*, 1973, p. 172.
- [69] Zarcone, V., et al., *Archives of General Psychiatry*, 1968, Vol. 18, pp. 194-202.
- [70] Zarcone, V., et al., *Archives of General Psychiatry*, 1975, Vol. 18, pp. 1431-1436.

眼球运动的类型及其表现形式

于国丰

中国科学院心理研究所

一、前 言

来自外界的信息，约有80—90%是通过人的眼睛获得的。为了取得这些信息，人眼必须连续不断地运动，这就是眼球运动（下简称眼动）。

眼球运动使静止对象或运动对象都可在视网膜黄斑部的中央凹上结象，而且能使两眼互相协同动作，并适应头部和躯体的运动和位置。

眼动在视知觉中起着重要作用，眼睛在扫描和观察外部世界的细节时，总是连续运动着。即使在睡眠状态中，眼球也是在不断地运动着。

临床诊断有时也要观察眼动情况，主要看有否眼球震颤（下简称眼震）。如对内耳前庭系统障碍的病人，要观察有无自发性眼震。这时检查者以食指放在被检者眼前40—60厘米处，让被检者注视。食指向上、下、左右移动时，嘱被检者跟踪追视，但头部不要动。如有眼震记录其快慢方向，习惯上以眼震快相的方向定为眼震方向，如快相向右侧就是眼震向右，眼震有水平性 \rightarrow 、垂直性 \updownarrow 或是旋转性等类型，幅度大小及持续时间长短也有不同。

人在睁着眼被动旋转时，除前庭器官（三半规管和耳石器官）受到刺激外，外界环境的相对移动也是对视觉的刺激。在旋转后二者都可引起快速和慢速的眼震。前者称为前庭性眼震，后者叫做视动性眼震。眼震是受一定的刺激或由一些病因而引起的，它是眼动的一种特殊表现形式。

当人眼注视的对象向左右、上下及前后移动时，眼的追视运动是以不同方式进行的。在

前两种情况下,两眼是向同方向呈同一角度移动,这叫协调运动或称对应性运动。而在第三种情况下,两眼却是互以相反方向旋转和移动,这时两眼视线交差角亦发生变化。这叫辐辏离散运动。

人们在日常生活中观察外界时,通常都是由上述两种运动的适当组合而移动视线的。

视觉系统有障碍的病人,有的不能做协调运动,有的不能做辐辏运动;有的两种运动都不能做。这两种运动,不仅仅是眼动方式的不同,也显示着在生理上支配二者的结构亦是相异的。

二、眼动的类型及其表现形式

眼动有以下各种类型,其各自的表现形式和机制约如下述。

(一) 平稳跟踪运动

平稳跟踪运动(smooth pursuit movement)或称跟随运动(following movement),亦叫眼追迹运动(ocular tracking movement)。这是一种慢速的眼动,所以可叫慢速跟踪运动。

跟随一个缓慢而平稳运动着的目标时的眼动,叫做平稳跟踪运动。此时眼球运动与目标物的运动之间,保持一种固定关系。

图1是一个视标在以从左到右的正弦波运动时,眼球运动追视这一视标的记录。

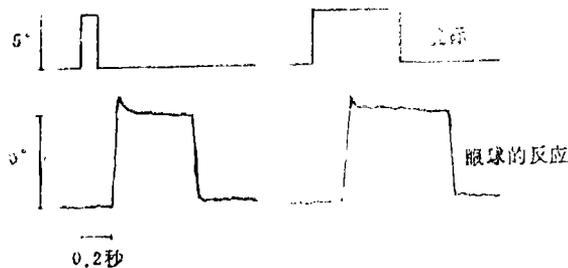


图1 眼球对脉冲运动输入的回答反应

此图是右眼运动的记录,左眼的运动也是同样的。当视标做上下垂直运动时,眼动情况也和左右运动时的跟踪情况类似。

眼睛在追随视标运动时,除较为平稳的正弦波运动外,还有不断发生的快速跳跃式运动。前者就称为慢速跟踪运动;后者则叫做眼扫瞄(或称扫视)运动。

眼的跟踪运动是因注视对象运动的刺激而产生的,至于扫视运动则因注视对象与视线方向之间的背离而引起的。所以这两种运动成分,产生的原因不同。其产生的生理结构也有区别。

在观察对象静止的情况下,不出现跟踪运动。例如读书或看静止的画面,都是由扫视运动实现的。

跟随运动的速度,最高可达 $30^{\circ}/\text{秒}$ (比之扫视运动是较慢的速度),如运动的物体超过此值,在眼睛追不上的情况下,为了补偿这种误差,则出现扫视运动。

眼球运动和目标运动是连续配合的,在正常人,一旦目标滑出中央凹,就会刺激扫视结构产生扫视运动,并禁止正常的跟踪运动,从目标出现到开始跟踪,潜伏期约为125毫秒。

因目标速度超过跟踪运动速度而出现扫视运动并阻断跟踪运动的现象,叫做扫视性跟踪(saccadic pursuit),亦叫跳跃式跟踪(jerk pursuit)。这种扫视运动使目标回到中央凹,

然后重新再开始跟踪。

眼球跟踪运动不仅取决于视标的运动速度，而且也取决于运动频率有关。同步反应（即视标频率和眼动频率相等）时，其强度最大。临床检查的最适宜速度是 $60^{\circ}/\text{秒}$ ，而其适宜频率则以 $0.5\text{—}2$ 赫范围为最好。

跟踪运动是由前枕叶控制的。右侧枕叶司掌向左跟踪，左侧枕叶管理向右跟踪；双侧枕叶活动支配垂直性跟踪。

支配水平跟踪运动的神经径路，多半来自对侧，再自枕叶到脑干网状结构，大部在第三和第四神经核平面交叉，然后终止于桥脑凝视中枢。

支配垂直跟踪运动的神经径路，自枕叶下降，经内矢状层和视丘后结节到达前四叠体区。

晚近在猫眼视网膜上，除观察到了X和Y细胞外，还看到了第三类神经节细胞，称为W细胞，其轴突的传导速度较慢于X细胞，主要导向上丘和外膝状体。这些方向性、选择性细胞，可能是控制眼球运动的。它在慢速跟踪运动尤其是在注视物体时起重要作用。

另外，也有的资料提到慢速跟踪运动与周边视网膜有关。

（二）扫视运动

扫视运动（saccadic movement）是一种速度很快的跳跃式的眼动。

扫视运动也叫飞跃运动、跳跃运动或冲动性眼动。当眼球从某个目标上移动，去注视另一个目标时，就出现了扫视，它能很快地把新目标投入视网膜的中央凹上。

扫视运动同前述的跟踪运动及后述的辐辏运动一样，都是随意运动。Ron等人（1972年）证明了所有形式的快速眼动都产生于相同的前运动神经通路。

研究证明：从刺激开始到出现扫视运动的潜伏期为 $150\text{—}200$ 毫秒。正常情况下，其速度为 $600^{\circ}\text{—}700^{\circ}/\text{秒}$ ，最高可达 $1000^{\circ}/\text{秒}$ 。持续时间一般为 $10\text{—}80$ 毫秒。扫视运动乃是有计划的非常精确的运动。正常情况下，往往有落后于目标（under shoot）或超过目标（over shoot）的现象。

如果是运动的物体，当所注视的对象和视线之间发生分离，视标从视野中消失时，眼球就快速校正或补正，使视标回到原来位置。如果是静止的物体，当眼睛可以从一个注视点跳到另一个注视点。这时，都会出现扫视运动。

扫视运动持续的时间，随运动的大小而变化。运动角度愈大，时间就愈长。但是，这种扫视运动的最高速度常常是一定的，并不取决于运动的大小。

扫视运动的幅度非常小（约为 1 弧分），其频率的主要成分在 $80\text{—}120$ 赫的范围。超过 80 毫秒以上的较大的扫视运动，常常要辅以头动，而且眼动与头动的方向一致。

扫视运动除特殊情况外，一般不发生在 0.2 秒以下的间隔内。如图1所示，当视标做脉冲样往复运动时，不管输入脉冲的幅度如何短，眼球反应的脉冲，却不在 0.4 秒以下。

在正常情况下，看静止的图象时，人的视线的移动不是缓慢的而是扫描式的。从扫描运动开始前约 50 毫秒到终止期视觉机能显著降低，这叫做扫视性抑制（saccadic suppression）。

看静止图象时，视线在一点上停留的时间，经测定为 $0.2\text{—}0.4$ 秒。之后再移向另一点，以便充分看清物体。这也是注视点所要求的时间。

已往认为扫视运动进行中不能取样，只是在运动終了后才取样。但近来的研究表明，扫

视运动是能连续不断处理信息的。不过一旦眼动确实发生，其运动输出对刺激改变有很大抗拒。这时在整个扫视过程中，视阈增加，视敏感度和接收性减弱。

扫视运动的皮层中枢在额叶Brodman氏18区。也有的人认为扫视运动与视网膜黄斑部有关（慢相与周边视网膜有关）。

水平扫视运动径路：在动眼核平面交叉后下降，到达旁中桥脑网状结构。而垂直扫视运动径路：经过双侧下降到达中脑的前四叠体区（不交叉）。

（三）固视微动

人眼视线停留在一点上进行固视时，在无意识情况下，眼睛仍然不断地有微小运动。这称为固视微动（small involuntary movement）（见图2）。因为这种形式的眼动，具有维持眼的位置作用，故又称位置维持系统（position maintenance system），它维持对目标的凝视，或使视线凝视于某一特殊位置。

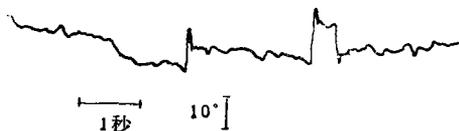


图2 固视微动的波型（测定右眼）

迄今为止，对这种固视微动的研究最少。对其生理机制还不清楚。近来的研究表明：微细慢动是由眼系统固有的不稳定性所致，而微细快动则是维持目标落在中央凹的矫正性运动。而微细漂动还可由辐辏误差所引起。

除按上述的微细快动和微细慢动划分外，按运动的大小、速度快慢和频率高低还可以区分为下列三种（Alpern, 1976年）：

1) 微细闪动

微细闪动（flicks）即快速微动，亦可称微细扫视运动（micro saccade），又可叫晃动。这是以0.03—0.05秒的时间间隔，约在20"的视角内，呈跳跃式锯齿状或是脉冲状的不规则的眼动。这种眼动只在双眼同时向同方向运动时产生。其幅度约为反射光的1—3倍。持续时间约为0.01—0.02秒，频率为0.2—0.3秒/度；振幅为1—2'。

2) 微细漂动

这种眼动（drift）即慢速微动，出现于上述的微细闪动之间。亦称为漂移运动。是视角在5'以下非常小的慢速摆动，其速度为6'/秒，振幅为5'，双眼在这种微动中并无固定关系。

3) 微细抖动

这种眼动（trimor）亦可称为微细颤动。这是一种振幅约为视角15"左右、具有30—100赫的频率成分的微小运动。

在戴上接触透镜，让被试者注视固定在透镜上的图形时，由于固视微动的消失，所看到的图形，会在数秒钟后消失。这说明固视微动在知觉的维持上，有着不可或缺的作用。图形的消失，不是整个画面同时变得模糊起来，而是组成画面的各个成分交替消失和复现。图3所示就是观察三角形时，它的消失过程。

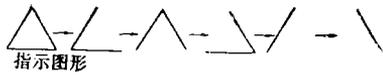


图3 三角形的消失过程

另外，有的资料提到，不规则的图形，在消失过程中，是先将不规则的图形变为规则的图形，然后消失。

固视微动的皮层中枢为额区和枕顶区。枕区的作用是维持对某个特定目标的凝视。只有枕顶区大的双侧病变，才能使位置维持失效。

(四) 辐辏运动

眼的辐辏运动(辐辏离散运动的简称)通过控制视轴，使目标形象落到双眼视网膜相应的部位上。因此，任何时候目标投影落在视网膜上的非相应点时，就有辐辏运动出现。例如，当目标自远处移向眼前时，就必须使双眼视线辐合，以保持目标投影落在每只眼视网膜的中央凹上。反之，当目标自眼前移向远方时，则两眼出现分离运动。这种运动的速度约为 $20^{\circ}/\text{秒}$ 。其潜伏期约为160毫秒。

辐辏离散运动的结构关系尚不甚清楚。其功能表现在枕顶叶皮层。Richard (1968)认为校正由于眼球辐辏运动所引起的左右视网膜之间的位置偏移的结构，是在“外膝状体”。但这还只不过是假说。

(五) 前庭性眼震

这种眼震 (vestibular nystagmus) 是有快相和慢相的节律性眼动。通常以快相方向定为眼震的方向 (见图4) 眼震是在前庭器官受到刺激或受一定程度的损害时出现的。如当身体和头部进行运动，或身体不动而只是头部做各种运动时，就会出现前庭性眼震 (见图4)。这种眼震在临床上做冷热试验及旋转试验时也会出现。

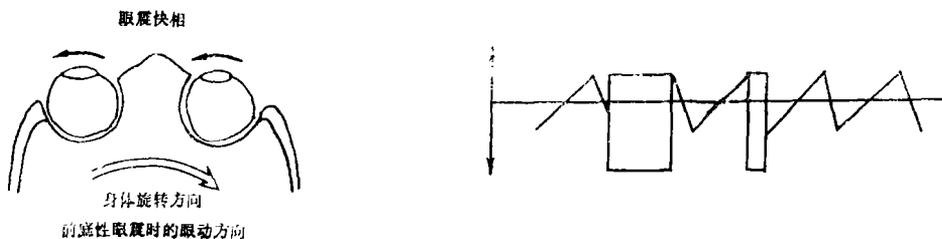


图4 眼震电图

前庭性眼震的表现形式有水平型、垂直型、斜行型、旋转型以及上述各种形式的混合。

头部或身体沿着垂直轴进行旋转时，两个水平半规管的脊顶 (cupula) 发生偏移。从而引起水平性眼震。

旋转停止后出现旋转后眼震。这是因脊顶向相反方向的偏移引起的。不管正加速度还是负加速度，凡使脊顶偏移就会引起眼震。人类内耳前庭器官，左右各有三个半规管，即水平的、上垂直的和后垂直半规管。因此，可以对左右、前后和上下方向的加速运动作出反应。

由于视觉系统的优势胜过前庭，因此，在对眼震做检查时，为防止视觉固视的抑制作用。需要给被试者或患者戴上很厚的凸透镜（约有20个屈光度），并且内装光源。这叫做Frenzel氏眼镜。这样，患者就因变得近视而不能固视，从而可以较容易地看出受检者的眼震情况来。

根据近代的实验研究，单纯的直线加速度或曲线加速度亦会引起眼震（如人坐在座舱内进行加速度运动时）。前一种加速度使耳石结构受到影响；后一种加速度则使半规管受到刺激，结果引起眼震（Steer 1967；Young 1969）。

前庭性眼震的慢相是前庭系统引起的，而其快相则是网状结构激发出来的。由于前庭系统与下视丘之间的联系，前庭器官产生强烈兴奋时，常有不愉快感觉，头昏、眩晕、恶心呕吐、出冷汗、面色改变、心跳变慢或加快等。出现这些症状时，称为运动病（motion sickness；或kinetosis）。

特定瞬间的眼球位置，决定于凝视系统和凝视中枢进入第三和第六脑神经核的全部刺激冲动。这种信息输入在正常人是平衡的，其眼球运动也是平稳协调的。如在凝视系统出现刺激的变化，就可干扰正常的平稳，形成眼震。

在稳定状态下，双侧前庭核发出平衡的慢相冲动（张力性冲动）至各自的对侧桥脑水平凝视中枢，使眼球处于稳定状态。每侧桥脑凝视中枢发出冲动，经第六脑神经核的径路，到同侧外直肌。且经第六脑核区域的交叉纤维，交叉后的纤维经内侧纵束和网状结构到达相当的眼动神经核。

（六）视动性眼震（OKN）

当受试者看书中三行文字时，如用电眼震图记录下来，便如图5所示。

从记录上可以看出，眼睛向左运动时，向上偏斜，而在向右运动时，则向下偏移。阅读时的眼动，有快速的扫视运动及两个扫视运动之间的注视期。当注视点到达一行的末尾时，它就以单个的扫视运动跳到下一行的开端。每一扫视运动持续在10—80毫秒的范围。这取决于扫视运动的幅度，眼睛在每一扫视运动中的平均角速度是在 200° — 600° /秒的范围。

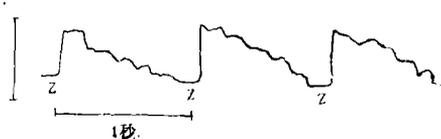


图5 在读课文中的三行文字时，眼动的三条线。每条线有5—6个扫视运动。Z是大的扫视运动（出现在下一行开始阅读之前）。

视动性眼震，可以由水平性和垂直性移动诱发出来。为了更精确地分析视动性眼震，通常使用的刺激，是投射到半圆柱体透镜内的水平性和垂直性运动的亮的或暗的条带模式。

视动性眼震的两个快相之间的最短时间，约为200毫秒，而眼动的最小频率约为5赫。

眼球跟踪运动的潜伏期较短，约为125毫秒。扫视运动的潜伏期约为200毫秒，其角速度可高达 700° /秒，最高的能达 1000° /秒。

正如前面所述，由视动刺激引起的眼球运动，有四个方向：即水平方向的左和右，垂直

方向的上和下。其慢相为眼球跟随目标的跟踪运动；快相为眼睛注视下一个目标时的扫视运动。

慢相由和眼球运动方向相反的对侧枕叶所控制；而快相由和眼球运动相反的对侧额叶来控制。

较近的研究证明：视动性眼震快相与前庭性眼震快相的共同通路是网状结构。而不是在前庭核处。并证明了视动性眼震快相与慢相各有其独立的皮层中枢。快相中枢在额叶，(Brodmann 18区)，慢相中枢在枕叶 (Brodmann 8区)。

有的资料谈到快相与视网膜黄斑部有关；慢相与周边视网膜有关。视动性慢相是跟踪运动，其快相是眼球追回原位的急速运动。视动性眼震方向（快相）与视标转动方向相反而慢相的跟踪却与视标的转动方向一致。

水平视动性眼震与垂直视动性眼震的方向，都是对称的，或基本上是对称的。正常人的视动性眼震的方向改变，总是由快相开始，且眼球略向快相方向移位。

在暗室中，突然停止较长时间的视动刺激时，可诱发出视动性眼震 (optokinetic after nystgmus) 可略写为OKAN。此种眼震出现于视动性眼震 (OKN) 的同一方向。如不出现OKN，则OKAN亦不会出现。切除猴子的双侧迷路后，双侧的一侧OKAN较之对侧的明显降低。这说明前庭系统与OKAN有着密切关系。

视动后眼震同旋转停止后出现的眼震一样，也是一种刺激后终止的反应。但是接受刺激的感觉器官有所不同；而且它们传导的径路也有区别。

根据我们在五十年代初期和末期的观察研究，无论是视觉或是前庭觉，在受到长期而多次旋转刺激之后，视动后眼震持续时间和旋转后眼震持续时间都有缩短的趋势。这说明都取得了一定的适应性。即平衡机能趋于稳定的倾向。

有的资料提到：视动性眼震能促进旋转中眼震。视动后眼震能抑制旋转后眼震。也有的材料指出，视动性眼震与前庭性眼震二者振幅愈大，其眼球速度也就愈快。视动的和前庭的快速度之间并无多大差异。二者同时受到刺激作用时，其快相速度较之受到单一的刺激为快。

限于水平，关于眼动类型及其形式，大致做了如上的讨论和描述。随着科学技术的发展和认识的提高，人们对眼动将会作出更好的分类和更加完善及确切的叙述。

最后将眼动的类型及其特征，总括起来，列于附表。

附表 眼动的类型及其特征

眼动类型	刺激	功能(目的、作用)	速度	潜伏期 从刺激到出现眼动
1. 平稳跟踪运动	缓慢运动的物体	把目标保持在中央凹上	最慢可到40°/秒 在有中心盲点的患者可达100°/秒	125毫秒
2. 扫视运动	偏离了视线的运动物体。视野范围内感兴趣的的目标	审视新的目标, 视觉搜索。(迅速将感兴趣的的目标对准中央凹)	平均为200。— 600°/秒最快的可达1000°/秒	200毫秒

续前表

眼动类型	刺激	功能(目的、作用)	速度	潜伏期 从刺激到出现眼动
3. 固视微动	视觉兴趣和注意	维持眼位, 对向目标	难以测定。	—
(1) 闪动	"		(1) 快速微细扫视运动	—
(2) 漂动	"	矫正眼动的监视器	(2) 慢速微细扫视运动, 很小, 不规则	—
(3) 生理性眼震	极目测视	—	(3) 不规则、很小, 很快的眼动。	—
4. 辐辏运动	视网膜上的象差 (视角大小的变化)	维持双眼在同一注视目标上的聚合离散运动(调节视轴以维持交叉固视)	很慢, 约10°/秒 (或20°/秒左右)	160毫秒
5. 前庭性眼震 (或前庭眼反射)	头部和身体的移动 (半规管、耳石器、颈接受器的刺激)	在头部或身体运动时, 注视的维持(在改变头位或体位时, 维持眼球位置关系)	慢相为20°/秒 快相可达300°/秒	很短或无。
6. 视动性眼震	观看外界运动的物体时, 所受刺激	有快相(同扫视运动)和慢相(同跟踪运动)。功能上分别同于上述两种运动	其快相和慢相速度分别同于前庭眼反射	—

美国教育社会心理学的发展

张世富

昆明师范专科学校

教育社会心理学是心理科学的一个新的领域。美国的教育社会心理学起步较早, 从事研究的人员较多, 研究的课题比较广泛。它的发展对于包括苏联在内的许多国家的心理学, 特别是教育心理学产生了不同程度的影响。

本文在于阐述教育社会心理学在美国的发展概况和基本趋势。从中, 我们可以汲取有益的成分和分析那些可资借鉴之处。这对建立我国自己的教育是有好处的, 也是必要的。

1908年, 麦独孤的《社会心理学导论》一书出版, 引起社会上的重视, 风靡一时, 竟然销售了达十万册之多。同年, 罗斯也出版了一本《社会心理学》。罗斯是一位社会学家, 他写的社会心理学主要在于研究人类的相互作用对行为的影响。麦独孤提倡社会本能论, 在他的著作中, 反复说明“构成在生而即有的心理基础上的思想和行为内在的趋向”。麦独孤和罗斯的理论都缺少科学根据, 所以他们的论点被认为是“在安乐椅上想出来的”。

Trippet在1898年所做的第一个实验可以说是社会心理学的科学实验时代的开始。他的这个实验表明集体对个体的影响。他发现儿童用绳子系住旗子的时候, 有别人在场时比单独