



卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材
全国高等学校教材

• 供眼视光学专业用 •

双眼视觉学

第2版

主 编 / 王光霁



人民卫生出版社

教育部“十二五”普通高等教育
国家级规划教材 教育部“十二五”普通高等教育
精品教材

“十二五”普通高等教育
精品教材

【教育部推荐教材】

双眼视觉学

第二版 王德明 主编

王德明 主编
王德明 副主编

人民卫生出版社



卫生部“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材 供眼视光学专业用

双眼视觉学

第2版

主 编 王光霁

副主编 崔 浩 陈 洁

编 者 (以姓氏笔画为序)

王光霁 (美国新英格兰视光学院)

张 纓 (天津医科大学)

陈 洁 (温州医学院)

胡 琦 (哈尔滨医科大学)

胡 聪 (青岛大学医学院)

崔 浩 (哈尔滨医科大学)

编写秘书 吴晓敏 (温州医学院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

双眼视觉学/王光霁主编. —2版. —北京: 人民卫生出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-117-14654-8

I. ①双… II. ①王… III. ①双眼视觉—眼科学—医学院校—教材 IV. ①R77

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第147768号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

双眼视觉学
第2版

主 编: 王光霁

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里19号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京汇林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13 插页: 2

字 数: 325千字

版 次: 2004年8月第1版 2011年8月第2版第3次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-14654-8/R·14655

定 价: 23.00元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

前言

从本书初版至今已经历整 7 年，在此期间，双眼视觉科学有了长足的发展，因此在再版此书时，也相应地做了修改。

双眼视觉学所涵盖的范围既广又深，是眼视光学领域中的主要专业之一，也是最热门的研究课题。在西方国家，双眼视觉的教育、研究和临床已相当深入，双眼视觉学成为眼视光学大学教育的课程主课，并历经了近百年的丰富和发展。目前中国眼视光学教育已走上了轨道，初具规模。温州医学院等多所设有眼视光学教育项目的医科院校，在近年来已开展了有关双眼视觉的教学、临床和研究工作，一方面通过教师交换项目培养该方面的教学师资，一方面努力将国际上先进的课程设计和教学资源介绍给学生和同行们，本书的编撰出版就是多位编者在这几年教学经验积累的基础上集体智慧劳动的结晶。

我所在的美国新英格兰视光学院建校已经有 117 年的历史，双眼视觉学在该校的课程设计中占较大比率，并在实践探索中形成了学风严谨、知识充实和经验丰富的教师队伍。作为该校教师队伍中的一员，一直有着将双眼视觉学专业介绍给中国同行的强烈愿望。教育部“十五”规划眼视光学教材系列项目为作者实现多年夙愿提供了机会，如今又促成此书再版。几位资深的教授作为编者参与工作，不仅丰富了本教材的内容，对我本人亦是极大鼓舞。

《双眼视觉学》一书主要阐述与双眼视觉有关的基本概念、检测方法、临床评价、异常问题的诊断和处理方法，共分为两个层次阐述：一是非斜视性双眼视觉问题；二是斜视性双眼视觉问题。理解和掌握此书内容，可以较深刻地理解和有效地处理临床常见的双眼视觉问题。该教材适合医学院校本科生使用，亦可作为眼科住院医师和临床医疗人员的参考用书。

最后，我和本教材其他作者一起衷心感谢前辈和同道的鼓励和合作，感谢吕帆、陈洁等许多年轻学者为整理文稿、绘制图片、协调任务所付出的艰苦劳动，感谢陈午荷、李小蔓、吴晓敏、陈云云、徐进、康杨以及欧丽蓉等年轻朋友在收集资料、修正样稿等方面的帮助。本人在编写过程中得到美国新英格兰视光学院的视光学教授 Dr. Glen McCormack 的指导，在此一并致谢。真诚希望本教材能为中国眼视光学医学本科教育作出绵薄贡献。由于主编者水平有限，定有许多错误和遗漏之处，因此热切期待眼科学和视光学同仁们斧正，以及应用本教材的老师和同学们的反馈。

王光霁
美国新英格兰视光学院
2011 年 4 月

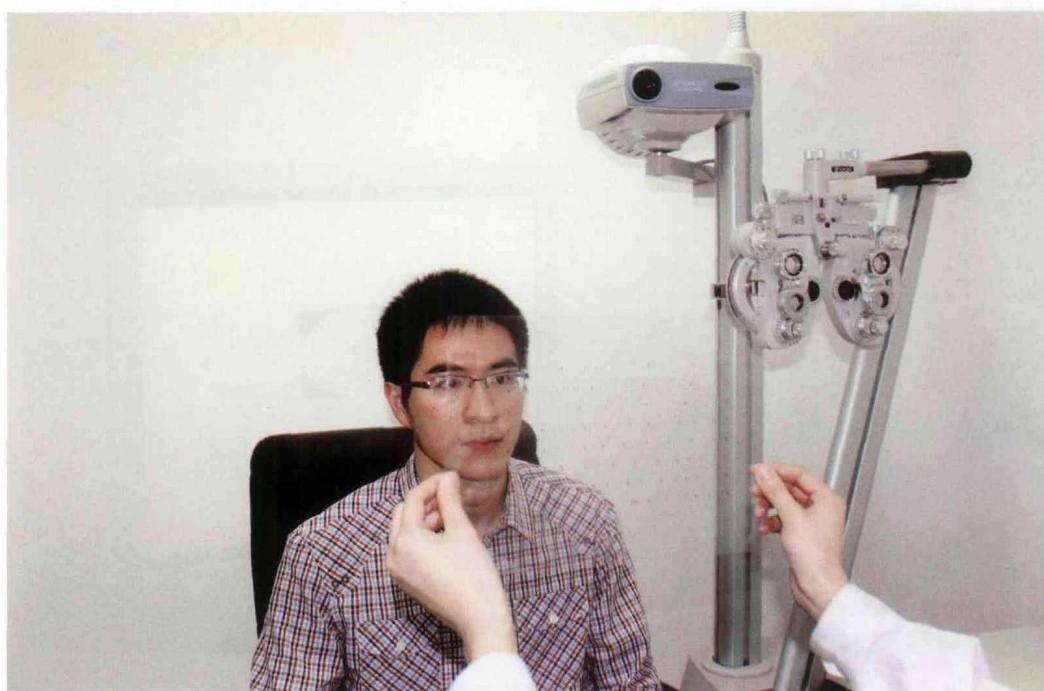


图 2-4 医生透过透明纸观察患者的眼球运动

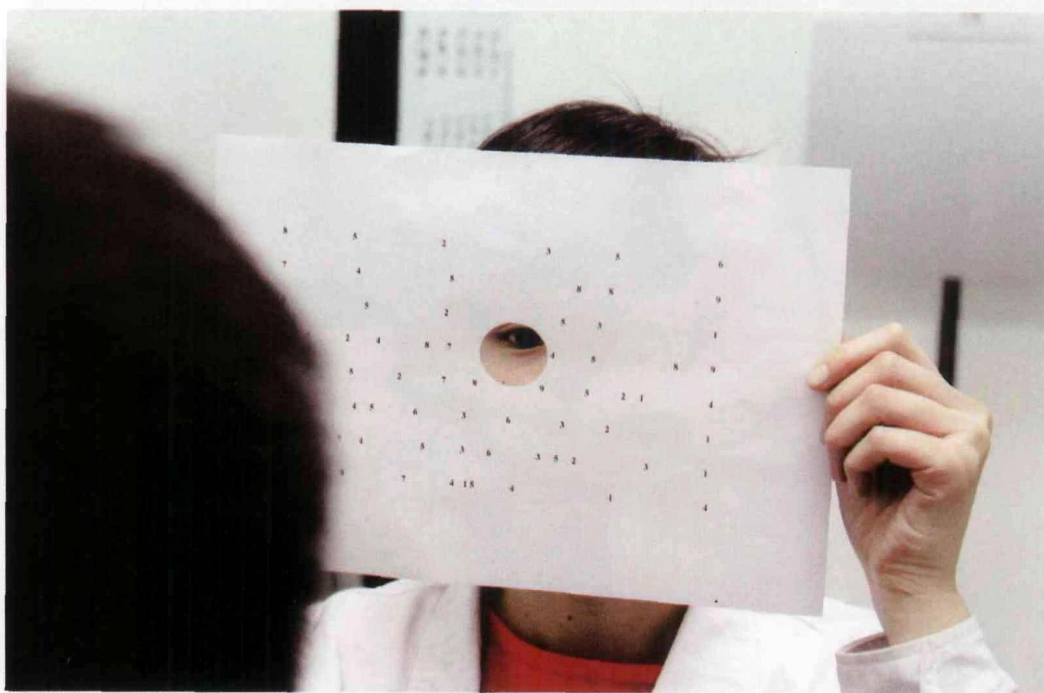


图 2-5 医生通过洞观察患者的眼球运动

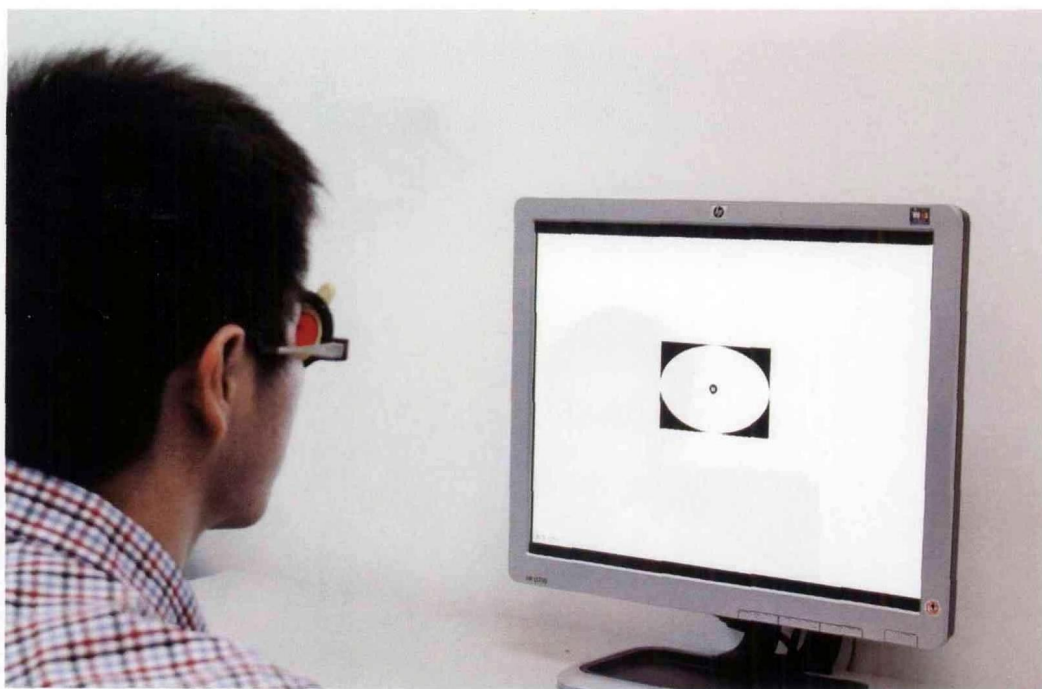
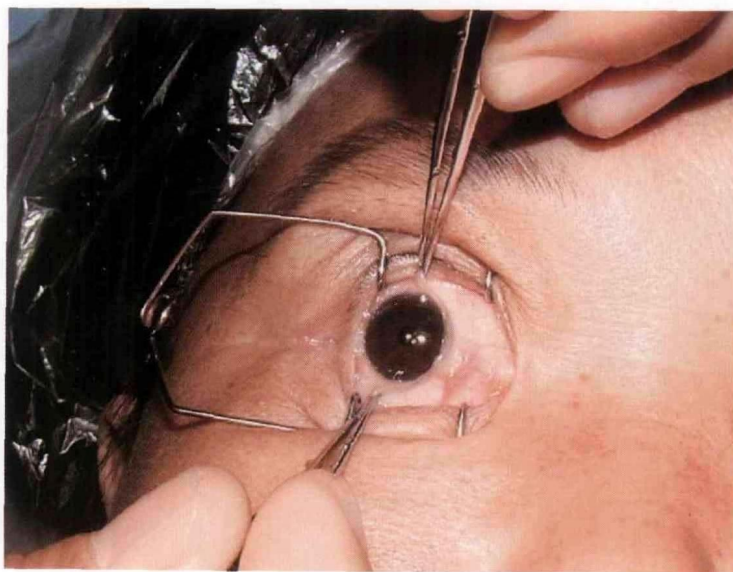


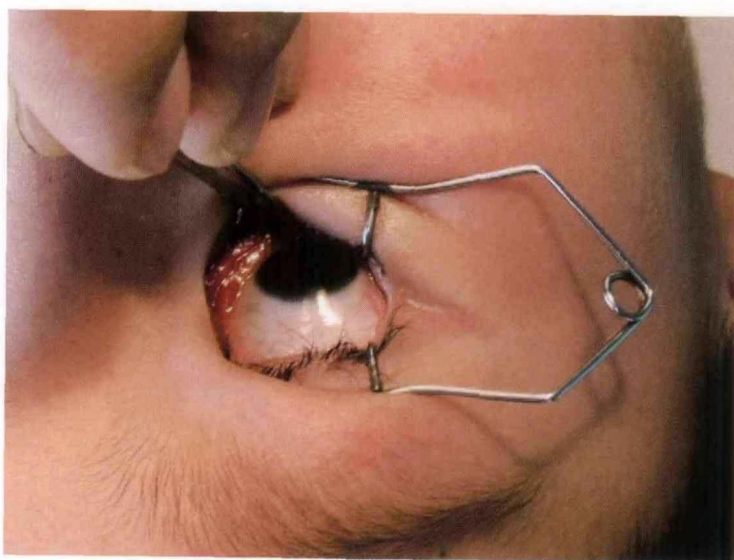
图 3-7 不等像检测器测量



图 9-4 红玻璃复像检查(实际在暗室或半暗室检查)



A. 双镊子牵拉角膜缘部



B. 单镊子牵拉肌肉附着部

图 9-6 牵拉试验

目 录

第一章 正常双眼视觉	1
第一节 正常双眼视概述	1
第二节 双眼叠加作用	2
第三节 视觉方向	3
第四节 双眼融像	6
第五节 立体视觉	12
第六节 双眼视觉的神经解剖和视觉神经生理	19
第七节 双眼视觉的发育	21
第二章 眼球运动	26
第一节 正常眼球运动机制	26
一、扫视运动	26
二、跟随运动	27
三、前庭眼反射	28
四、视动眼震	28
五、注视性眼球运动	29
六、眼球运动与阅读	30
第二节 眼球运动的检查	30
一、眼球扫视运动的检查	30
二、眼球跟随运动的检查	35
三、注视的检查	35
四、前庭眼反射的检查	36
五、调节和聚散功能检查	36
六、感觉融像的检查	37
七、测试结果基本原理的介绍	40
第三章 不等像	41
第一节 不等像视的基本概念	41
一、不等像的定义	41
二、视网膜像	42
三、放大效果	42
四、透镜和棱镜的适应	46

第二节 不等像的检查方法	47
一、双眼复像大小比较法	47
二、交替遮盖试验	47
三、Turville 测验	47
四、Maddox 杆与双灯法	48
五、新不等像测验	49
六、不等像检测器	49
七、空间等像计	49
第三节 不等像的临床分析	51
一、病史	52
二、屈光状态	52
三、角膜曲率	53
四、遮盖	53
五、夹式不等像矫正镜片	53
第四节 不等像的处理	53
一、实际考虑	53
二、镜片处方	53
三、总结和结论	57
第四章 双眼视觉异常的概念和检查	59
第一节 双眼视觉异常的基本概念	59
一、调节需求和聚散需求	59
二、调节和聚散	60
三、隐斜	62
四、调节与聚散的关系	62
五、双眼视觉异常的基本类型	63
第二节 双眼视的基本测量方法	63
一、分离性隐斜的检测	64
二、正负融像性聚散的直接检测	64
三、正负融像性聚散的间接检测	66
四、感觉融像的检测	67
五、调节异常的检测	67
六、眼运动的检测	69
第三节 双眼视的特殊测量方法	75
一、注视视差的检测	75
二、相联性隐斜的检测	76
三、注视视差曲线的确定及应用	78
第五章 双眼视异常临床分析方法	82
第一节 图形分析法	82
一、图表的结构	82
二、测量结果的绘制	83

三、双眼视异常的图形分析	84
四、调节滞后和近感知性聚散的图形表现	85
五、Sheard 准则和 Percival 准则的图形表达	87
第二节 标准值分组分析法	90
一、Morgan 分析法	90
二、视光学扩展项目分析法	91
第三节 综合分析法	93
第六章 常见双眼视觉异常的临床分析	97
第一节 非老视性调节障碍	97
一、调节功能的测量	97
二、调节异常诊断及其处理原则	97
三、实例分析	98
第二节 聚散系统障碍	100
一、聚散功能的检测	101
二、聚散障碍类型及其处理原则	101
三、实例分析	110
第三节 老视	111
一、老视者的调节幅度	112
二、验配老视附加镜的规则和测量	112
三、老视者的双眼单视清晰区	113
四、老视者的外隐斜	113
五、实例分析	115
第四节 垂直位双眼平衡失调	116
一、垂直位双眼平衡的测量方法	116
二、处理方法	117
第七章 非斜视眼双眼视异常的处理	119
第一节 屈光矫正	119
一、屈光不正量的大小所产生的影响	119
二、睫状肌麻痹验光	120
第二节 正或负球性附加镜	120
第三节 棱镜	122
一、水平缓解棱镜	122
二、垂直缓解棱镜	123
三、棱镜作为视觉训练的起始	124
四、无法使用视觉训练或训练失败后使用棱镜	124
第四节 视觉训练	124
一、视觉训练的概述	124
二、调节功能训练	128
三、聚散功能的训练	131
第八章 复杂性非斜视性双眼视觉异常的临床分析	137

第一节 与电脑相关的双眼视问题	137
一、电脑视觉综合征的病因和流行病学	137
二、电脑视觉综合征的临床表现	139
三、诊断	139
四、治疗	140
第二节 与学习障碍相关的双眼视问题	141
一、阅读困难的病因和发病机制	141
二、视觉效率障碍与阅读困难	142
三、阅读相关视觉效率问题的评估和诊断	143
四、与阅读相关视觉问题的治疗	143
第三节 屈光手术相关的双眼视功能异常	144
一、屈光手术的光学原理和意义	144
二、屈光手术后常见的双眼视问题及原因	144
三、屈光手术相关的双眼视问题的检测和诊断	145
四、屈光手术后双眼视问题的预防	147
五、屈光手术后双眼视问题的治疗	148
第九章 斜视引起的双眼视觉异常	150
第一节 斜视概述	150
一、斜视的概念及分类	150
二、斜视对视觉功能的危害	151
第二节 斜视引起的双眼视觉异常	151
一、视觉抑制	151
二、视网膜对应关系及其异常	152
三、注视异常	153
四、三级视功能异常	154
第三节 共同性斜视双眼视觉异常的训练方法	155
一、消除抑制训练	155
二、融合训练	155
三、异常视网膜对应的治疗	156
四、建立中心注视和改善弱视的方法	157
第四节 非共同性斜视双眼视觉异常的非手术处理方法	157
一、复视和混淆视及其处理方法	157
二、代偿头位的处理方法	164
第十章 屈光性弱视矫治与双眼视重建	166
第一节 屈光性弱视的病因和流行病学特点	166
第二节 屈光性弱视的特征和预后	167
一、体征	167
二、症状	167
三、临床特征	167
四、预后	169

第三节 屈光性弱视的处理和双眼视重建方法	170
一、屈光矫正	170
二、透镜和棱镜的附加	172
三、被动治疗	172
四、主动弱视治疗	173
五、屈光性弱视治疗中的双眼视重建	174
六、注意事项	177
第十一章 视觉疲劳	178
第一节 双眼视觉异常引起的视疲劳	178
一、非老视性调节功能异常引起的视疲劳	178
二、非斜视性聚散功能异常引起的视疲劳	179
三、老视引起的视疲劳	182
第二节 其他原因引起的视疲劳	182
一、眼部因素引起的视疲劳	182
二、全身因素引起的视疲劳	184
三、环境因素引起的视疲劳	185
参考文献	188
中英文对照索引	190

第一章 正常双眼视觉

视觉功能在于识别外物,确定外物的方位,并确立自身在外界的方位。双眼视觉优于单眼视觉之处,不仅有两眼叠加的作用,降低视感觉阈值、扩大视野、消除单眼的生理盲点,更主要的是具有三维的立体视觉,使得主观的视觉空间更准确地反映外在的实际空间。立体视觉使得手眼协调更为准确。现代生活无论工作或休闲,大多在近处,故其重要性是不言而喻的。

然而双眼视觉是把“双刃剑”,倘若双眼视觉有障碍,将引起单眼视觉所没有的症状,如复视、弱视、斜视、抑制、异常视网膜对应、立体视觉丧失、视觉空间弯曲和视疲劳等。认识双眼视觉问题的发生、诊断和处理,必须从学习正常双眼视开始。

第一节 正常双眼视概述

人类所拥有的双眼,为人们的视觉功能带来了无限的好处,不仅增加了人眼视觉分辨率、扩大视野、消除单眼的生理盲点,并提供了三维的立体视觉。

双眼视野(binocular visual field):人的单眼视野在水平位上颞侧约 90° ,鼻侧约 60° ,总共约为 150° 。双眼视野约为 180° ,中间 120° 为双眼所共有,是双眼视觉功能之所在。颞侧 30° 为各眼单独所有,呈半月形,称为颞侧半月(temporal crescents)(图 1-1)。

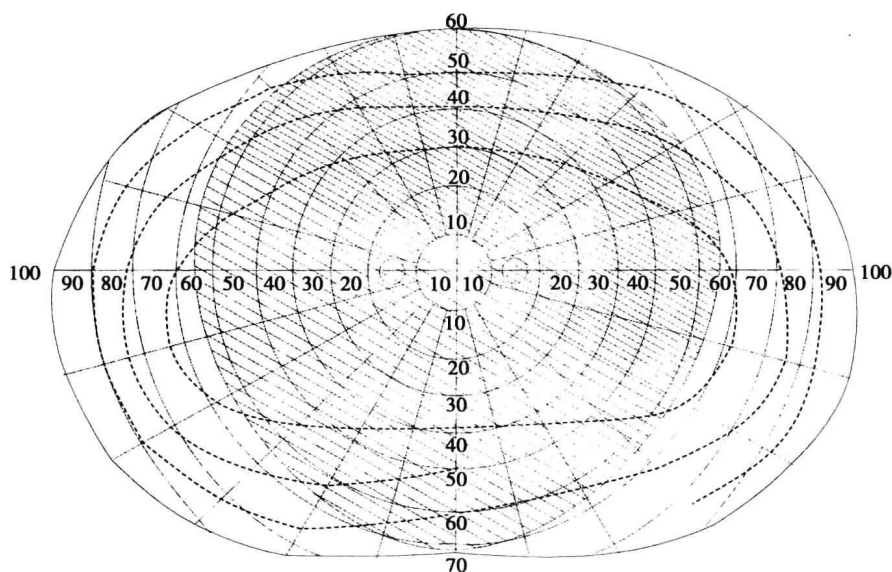


图 1-1 双眼视野

立体视觉(stereopsis):人的两眼间距(interocular distance)约 60~65mm,两眼视外物的观点稍有不同,导致两眼的视网膜像也稍有差异,经大脑的处理,产生双眼的深径知觉,即立体视觉。虽然单眼凭借深径提示(monocular cues to depth)如透视、阴影、外物轮廓视、视差移动等也能判断远近距离,而由双眼的立体视觉确定远近距离的准确性要高得多。立体视觉能准确地作外物定位(localization)和在外界环境中的自身定位(orientation)。

Worth(1921 年)最早提出双眼视觉分为三级:第一级为同时视(simultaneous perception),各眼能同时感知物像;第二级为平面融像(flat fusion),两眼物像融合为一,但不具深径觉;第三级为立体视觉,产生三维空间的深径觉。Worth 认为,双眼视觉必须具有第一、二级才能产生第三级的立体视觉。Worth 的三级融像虽然存在,但近来科学研究和临床病例证实,有许多例外发生,如立体视觉并不需要融像。此外,感觉性和运动性双眼视觉障碍可以影响三级融像中的任何一级。尽管如此,眼视光医师仍应熟悉 Worth 的三级分类,因许多临床文献都如此引用。

第二节 双眼叠加作用

双眼叠加作用(binocular summations)是指各眼所获取的信息相加而产生超越单眼的双眼视觉功能。我们日常的视觉,包括阅读,无论涉及深径与否,双眼能增进其功能。

双眼叠加作用有如下几种程度:

1. 双眼相辅相成作用(binocular facilitation),即双眼功能优于两眼各自功能的总和。
2. 双眼完全或线性叠加作用(complete or linear binocular summation),即双眼功能等于两眼功能的总和。
3. 双眼部分叠加作用(partial binocular summation),即双眼功能优于两眼中的任一单眼,但低于两眼的总和。
4. 双眼无叠加作用(no binocular summation),即双眼功能等于两眼的任一单眼。
5. 双眼抑制作用(binocular inhibition),即双眼功能低于两眼的任一单眼。

Sherrington 在 1909 年最早研究发现双眼叠加作用,他用方波闪烁器照射各眼,当两眼所受的闪烁相位相同时,则感受较强的闪烁幅度。当两眼所受的闪烁相位相反时,则感受不到闪烁。这现象证实了双眼叠加作用的存在。他测出了同相位的临界闪烁频率(critical flicker frequency, CFF)为 51Hz,异相位为 49.8Hz。

至于其他视觉功能,也存在双眼叠加作用,如光的感知阈,无论在明视(photopic)或暗视(scotopic)情况下,均存在部分双眼叠加作用。

双眼视力也比单眼视力佳,例如某被检者左右眼视力各为 1.0(对数视力 5.0),双眼视力则可达 1.2(5.1)。

视力仅是空间对比敏感度函数的最高一点,而对于中低空间频率的目标,双眼叠加作用更为明显。一般而言,双眼敏感度约为单眼的 1.4 倍。

概率性叠加的作用(probability summation):这是独立理论(independence theory),两眼各自独立工作,而视觉中枢接受各眼输入。如两眼观察近阈值目标,右眼单独能觉察的概率为 60%,而左眼也为 60%,其统计学公式为:

$$\begin{aligned} P_{\text{双眼}} &= (P_{\text{右}} + P_{\text{左}}) - (P_{\text{右}}) \times (P_{\text{左}}) \\ &= (0.60 + 0.60) - (0.6 \times 0.6) = 0.84 \end{aligned}$$

双眼能觉察的概率为 84%，它是单眼(60%)的 1.4 倍($0.84/0.6=1.4$)。

神经性叠加作用(neural summation):这是相互作用论(interaction theory),当进入两眼的刺激在空间和时间上均同步时,双眼的敏感度高于概率性叠加作用。

Martin 在 1962 年首先证实神经性叠加作用,他测量了单眼和双眼觉察到光的绝对阈值,光刺激左右眼的间隔时间从 0~100 毫秒。当 0 时,双眼阈值 80%低于单眼。这证明了神经性叠加作用。当到 100 毫秒时,双眼阈值低于单眼 40%,说明仅存在概率性叠加作用,而无神经性叠加作用。

双眼亮度平均化(binocular brightness averaging):在日常生活中,我们所见的物体亮度大多为较亮的超阈值(suprathreshold)。这时,我们用左眼或右眼,或双眼看物体,所见的物体亮度均为相同,并无双眼叠加作用。但若两眼各自输入的光亮度不一致时,如在右眼前加墨镜片,这时双眼所见物体亮度比单用右眼时亮,而比单用左眼时暗,这称为 Fechner 矛盾(Fechner's paradox)。这现象不能用双眼叠加作用来解释,只能由双眼亮度平均化假设作解释。双眼亮度为左右眼亮度感的平均值,但优势眼(dominant eye)的亮度感比非优势眼(non-dominant eye)有所偏重。

两眼间的后效转换(interocular transfer of aftereffects):后效是视幻觉,起因于视觉神经的疲劳,致使其后所见的目标变样。运动后效(motion aftereffect),例如,观看瀑布一段时间,致神经疲劳,然后观看静止的测试物,则看到它向上流动,这种幻觉便是运动后效。同样的后效显示于方位倾斜后效(tilt aftereffect)和空间频率的大小后效(size aftereffect)。

由于这些后效都由皮层调制,所以它们也出现于双眼的情况,即一眼适应于某一刺激物,然后另一眼观看测试物,则出现类似于单眼的后效,这称为两眼间的后效转换,但后效的强度不如单眼。随机点运动陈列(random-dot motion display)比条纹图案显示更大的后效转换。

两眼视觉掩饰作用(dichoptic visual masking):在观看测试物之前、之后或同时观看另一掩饰刺激物,则视觉功能下降,这是视觉掩饰。这现象也发生于两眼,当一眼观看掩饰刺激物,另一眼观看测试物,视觉也会下降,这是两眼视觉掩饰。当掩饰刺激于优势眼时,更为明显。拥挤现象(crowding effect)是一种同时性掩饰,当视标拥挤在一起时,视力下降,这现象在测超视力,如游标视力时更明显。

上述的双眼叠加作用,随着双眼功能的障碍或丧失,也会部分缺失或完全丧失。

第三节 视觉方向

实际空间与视觉空间:实际空间(actual space)又称物理空间(physical space),是客观的外在三维空间。视觉空间(visual space)是我们所看见的实际空间。视觉空间不一定与实际空间完全相同,视幻觉(optical illusions)就是视觉空间与实际空间不相符的结果。尽管如此,但我们往往认为对外界的认识是正确的,为了在世界里安全活动,我们必须能准确地作出外物定位和自身定位。虽然身体其他感觉如听觉、触觉、本体觉和前庭平衡反射也能定位,但视觉给予最精细的最深广的定位能力。外物的定位由两个量值所确定:方向和距离。视觉方向(visual direction)是外物二维空间(水平和垂直方向)定位。双眼立体视作出第三维空间(距离)定位。

眼位中心视觉方向(oculocentric visual direction):当单眼注视外物时,注视点与眼入瞳中心的连线为视线(line of sight),其向后延伸至中心凹。这时,眼所见物体位于“眼前方”,称为

主视觉方向(principal visual direction),其他方向的光线进入眼球,都成像于中心凹之外,眼所见物点不在眼前方,称为二级视觉方向(secondary visual direction)。视觉方向取决于主视觉方向与二级视觉方向之间的夹角。视觉方向的准确性与感受野(receptive field)成反比,成像于中心凹的物像视觉方向最为准确,越周边越不准确。这种以中心凹为零参考点(zero reference)来确定方向的,称为眼位中心视觉方向。当眼转动时,眼位中心视觉方向也随之转动。眼位中心视觉方向法则(law of ocularcentric visual direction)是 Hering 视觉方向第一法则:重叠在一起的视网膜像被视觉系统释成刺激来自同一方向,而分隔的视网膜像被释成刺激来自不同的方向。视觉方向准确性取决于视网膜神经感受元的大小,外物成像于中心凹区的准确远高于周边视网膜。

位标(local sign):视网膜神经感受元(retinal receptive element)并非感光体,有一一对应地确定主观视觉方向的能力。位标就像电脑的像素(pixel),有二维空间的编码,井然有序。若位标出错,如黄斑水肿,则引起视觉方向出错,临床上称为视物变形(metamorphopsia)。若中心凹之外的点作为零参照点来确定视觉方向时,称为偏心注视(eccentric fixation)。这发生于儿童时起病的斜弱视,患者并不自觉。这不同于偏心视(eccentric viewing),后者发生于因病而丧失中心视力,如低视力时,其主视觉方向并不改变,而用中心凹之外的较佳功能视网膜视物,是一种代偿性适应,患者能自觉。

头位中心视觉方向(egocentric direction):当两眼同时注视某物点时,物像落在各眼的中心凹,视觉方向不但与各眼有关,更与双眼合成的单个参照点有关,这时如同从两眼中间的独眼(cyclopean eye)看外物。所见物点位于“正前方”或“头前方”,这种在双眼视状况下确定方向的,称为头位中心方向,当头位不变,仅眼球转动,头位中心方向仍然不变。这是赖以作自身定位的绝对视觉方向(absolute visual direction)。这种稳定性来自眼外肌的肌位感(myosensory 或 oculomotor registration),近来认为更是来自控制眼外肌运动的神经支配(innervations)。若有肌位感异常(motor registration anomalies)和丧失,如麻痹性斜视时,则定位出差错,如过指(past pointing)等手眼不协调现象。

在双眼观看时的视觉方向可由 Hering 的经典实验证实。如图 1-2 所示,观察者站在离窗两尺处,先用左眼看窗外物体(如绿树),并在窗玻璃上作标记。再用右眼从标记处看外物(如窗户),然后双眼从标记同时看出去,只见绿树和窗户与标记重叠在一起,出现于正前方。双眼视觉方向决定于相同视觉方向法则(law of identical visual directions),即 Hering 第三法则:当两眼对称集合时,在各眼视轴上重叠的物体看起来位于头的中间平面上。

我们也可以作另一实验证实头位中心视觉方向:将纸卷成圆筒置于右眼前,观看远物,而将左手掌置于左眼前,当两眼睁开时,就看到远物出现于左手掌的圆孔中。这说明两个单眼视觉方向联合成单一的双眼视觉方向。

视觉空间总是头位中心的,“独眼”是视觉空间协调的中心。“独眼”应位于两眼正中,但当存在一眼优势(eye dominance)时,双眼视觉方向会向优势眼(dominant eye)偏重。斜视患者的头位中心方向可向非斜视眼转移。

在主觉验光时,若双眼视力不平衡,应给予优势眼较佳的矫正处方,因为优势眼稍有模糊,配戴者更易觉得不清晰。在为老视者配戴单视(monovision)隐形眼镜(接触镜)时,通常将优势眼矫正以看远,因为看远如横穿马路或驾驶的视力更为重要。

视网膜对应点(corresponding retinal points):在一眼视网膜上的每一点都与对侧眼视网膜上的某一点相对应(生理盲点除外),具有相同的视觉方向。这是 Hering 第二法则,即相同视