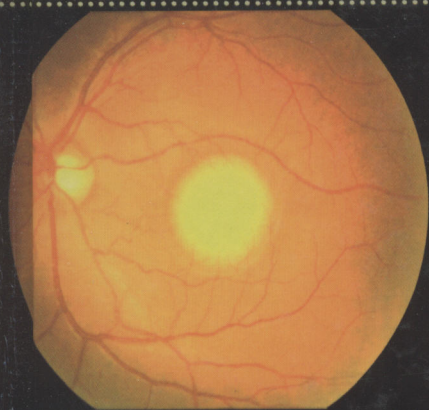
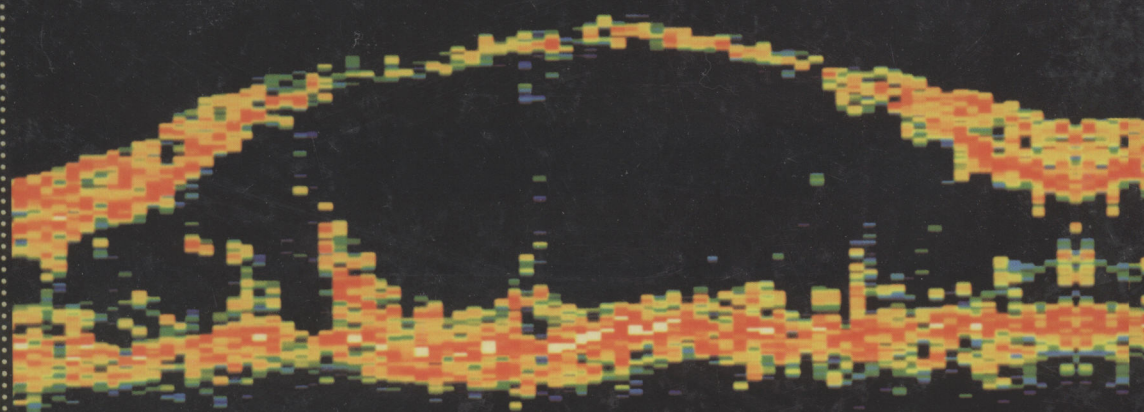
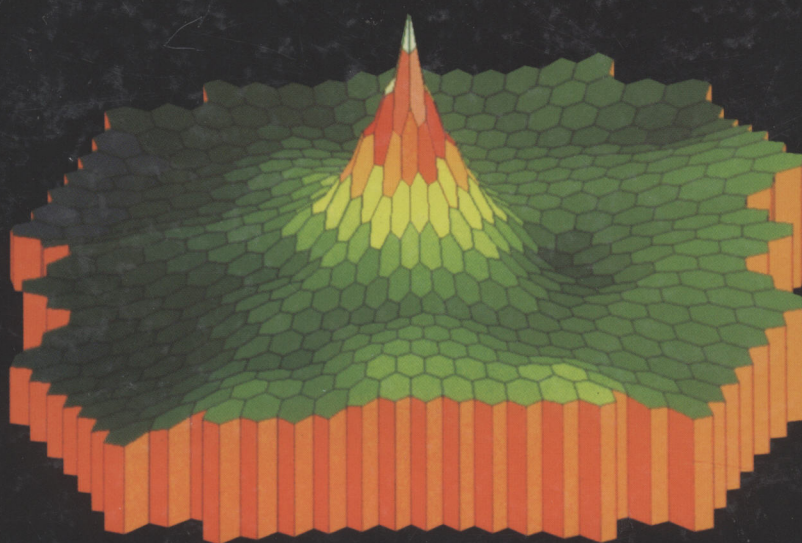


原著 Y.Miyake 〈日〉
主译 姜利斌 陈长征
主审 吴乐正 黄时洲



视网膜疾病 电生理诊断

Electrodiagnosis of Retinal Diseases



北京科学技术出版社

 Springer

视网膜疾病电生理诊断

ELECTRODIAGNOSIS OF RETINAL DISEASES

原著 Y. Miyake [日]

主译 姜利斌 陈长征

主审 吴乐正 黄时洲

R774.104
S028



北京科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

视网膜疾病电生理诊断 / (日) 三宅养生著; 姜利斌,
陈长征译. —北京: 北京科学技术出版社, 2010

ISBN 978-7-5304-3849-7

I. 视... II. ①三...②姜...③陈... III. 视网膜疾病—电
生理学—诊断 IV. R774.104

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 199066 号

著作权合同登记号

图字: 01-2008-4017

Translation from the English language edition:

Electrodiagnosis of Retinal Diseases by Yozo Miyake

Copyright © Springer-Verlag Tokyo 2006

Springer is a Part of Springer Science+Business Media. All Rights Reserved

本书的中文版专有出版权由 Springer-Verlag GmbH 授予出版者, 未经出版者书
面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

视网膜疾病电生理诊断

作 者 三宅养生

主 译 姜利斌 陈长征

主 审 吴乐正 黄时洲

责任编辑 杨 帆 白 桦

责任校对 黄立辉

责任印制 杨 亮

封面设计 康月林

图文制作 博雅思

出 版 人 张敬德

出版发行 北京科学技术出版社

社 址 北京西直门南大街 16 号

邮政编码 100035

电话传真 0086-10-66161951 (总编室)

0086-10-66161952 (发行部) 0086-10-66161952 (发行部传真)

电子信箱 bjkjpress@163.com

网 址 www.bjkjpress.com

经 销 新华书店

印 刷 北京地大彩印厂

开 本 889 mm × 1194 mm 1/16

字 数 150 千

印 张 15.75

版 次 2010 年 1 月第 1 版

印 次 2010 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5304-3849-7/R · 1224

定 价: 150.00 元

译者名单

我和三宅养三教授(Prof. Y. Miyake)是老朋友、好朋友。我们已有四分之一世纪以上的友谊,而且在国际临床视觉电生理学会(ISCEV)共事将近10年。正如三宅教授所说:“他为此领域奉献了毕生”,这本《视网膜疾病电生理诊断》是他退休前具有特殊意义的专著。

这是一本别具风格的专业书,它以随笔短文的形式,记述了三宅养三教授对视网膜疾病电生理诊断的经历和学术观点。三宅教授是国际视觉电生理学界的杰出学者,是两届国际临床视觉电生理学会(ISCEV)主席,他曾在20世纪80年代开创了黄斑微刺激局部ERG,通过这种技术探讨黄斑的生理学特性和相关疾病的电生理改变。随着工作,当然今天对黄斑微刺激多焦ERG (mfERG)、OCT和眼底荧光血管造影等新技术,在黄斑功能和形态评估的相关信息上,已走得更前了。但《视网膜疾病电生理诊断》,为视网膜疾病整个领域,奠定了基础。

原著 Y. Miyake [日]

主译 姜利斌 陈长征

主审 吴乐正 黄时洲

译者 (按姓氏笔画排序)

冯超 (武汉大学人民医院)

刘守彬 (首都医科大学附属北京同仁医院)

陈长征 (武汉大学人民医院)

张婷 (首都医科大学附属北京同仁医院)

周芸芸 (武汉大学人民医院)

姜利斌 (首都医科大学附属北京同仁医院)

谢君 (首都医科大学附属北京同仁医院)

译序

我和三宅养三教授(Prof. Y. Miyake)是老朋友、好朋友。我们已有四分之一世纪以上的友谊,而且在国际临床视觉电生理学学会(ISCEV)共事将近10年。正如三宅教授所说:“他为这个领域奉献了毕生”,这本《视网膜疾病电生理诊断》是他退休前具有特殊意义的专著。

这是一本别具风格的专业书。它以随笔短文的形式,记述了三宅养三教授对视网膜疾病电生理诊断的经历和学术观点。三宅养三教授是国际临床视觉电生理学界的杰出学者,是两届国际临床视觉电生理学学会(ISCEV)主席。他曾在20多年前开发了记录黄斑局部ERG,通过这种技术探讨黄斑的生理学特征和相关疾病的病理生理学机制。这曾是他的创意性工作。当然今天对黄斑借助多焦ERG(mfERG)、OCT和眼底荧光血管造影等新技术,在黄斑功能和形态评估的相关信息上,已走得更前了。但《视网膜疾病电生理诊断》这本专著远不止是黄斑病,它覆盖了视网膜疾病整个领域。

姜利斌博士和陈长征博士都毕业于21世纪初。他们刻苦好学,勤于探索新事物,带领着学生,翻译了这本专著,使我国更多的临床医生和视觉电生理工作者能分享这份成果,这种献身事业的精神很值得学习。而且他们两位十分尊师重道,具有崇高的道德观,这才是有人格魅力的学者。他们是年轻一代的典范。我祝贺他们的译书成功,并期盼像三宅养三教授前言中讲的那样:让这本书激励年轻的研究人员和临床医生迎接和征服更多的挑战。

吴乐正

2009年7月8日于广州

我在中山大学的博士生导师吴乐正教授与三宅养三教授是多年的好朋友。在本书的翻译过程中,吴教授一直都是我们最有力的精神后盾。初稿审阅阶段,吴教授更是亲自参与其中,对“信、达、雅”的标准,对译文逐字逐句斟酌推敲,“不当之处,都曾不吝斧正。对吴教授在百忙之中,为本书的翻译工作,衷心感谢吴教授的无私帮助。感谢我的太太,清华大学经济管理学院刘茜教授对部分翻译文字(原著前言和致谢)所作的加工润色。

译者水平所限,本译书难免有疏误之处。凡此,敬请诸位同仁不吝指正。

姜利斌

2009年6月28日于北京

译者前言

三宅养三教授 (Prof. Y. Miyake) 在原著中指出:《视网膜疾病电生理诊断》是其本人及其同事三十余年研究工作的结晶。虽然它记述的是疾病,但其彰显的是职业信仰,践行恪守,毕生如一。

有一次我曾与北京同仁医院王光璐教授探讨视锥细胞营养不良疾病中视网膜功能与其形态学改变之间的关系,其间,我们的关注点逐渐聚焦在眼底荧光素血管造影和视觉电生理学的改变上。众所周知,视锥细胞营养不良不是临床罕见疾病,各种教科书对其临床特征均有涉及。但当我打开三宅养三教授原著,书中对视锥细胞营养不良病的特征却表述得更清晰,既有鲜明的重点,又不失深入和全面,令我获益匪浅。

待后来仔细翻阅每一篇短文,我不禁感叹,这真是一本难得的好书。原因如下:第一,三宅养三教授对每一种疾病的描述都言简意赅,非常便于读者领会,这有助于知识的快速传播;第二,书中记述了诸如隐匿性黄斑营养不良、增强蓝锥细胞综合征、蓝锥细胞单色视等多种疾病,这些疾病的临床特征在教科书中提及不多,因此,此书可拓宽读者视野;第三,整部书看似信手拈来,其实没有一个部分是随意而就,每一篇文章的基础都是对疾病的紧密观察追踪,均历经多年,亲自为之,不曾懈怠。三宅养三教授在视觉电生理这个领域里取得的累累硕果和他坚持科学探索的原则,足以垂范医学后来人,启迪我辈:对科学的敬畏、对知识的尊重、对医学职业的维护与热爱。原著于2006年出版,两年之后我才看到,随即萌生将其译成中文的打算。

我在中山大学的博士生导师吴乐正教授与三宅养三教授是多年的好朋友。翻译本书的过程中,吴教授一直都是我们最有力的精神后盾。初稿审阅阶段,吴教授更是亲自参与其中,抱定“信、达、雅”的标准,对译文逐字逐句斟酌推敲,不当之处,都曾不吝斧正。对吴教授的支持,在此只能以几行文字聊表谢意。中山大学中山眼科中心黄时洲教授为译文初稿的修订也做了大量及时的反馈和不少细致入微的工作,衷心感谢黄教授的无私帮助。感谢我的太太,清华大学经济管理学院刘茜教授对部分翻译文字(原著前言和致谢)所作的加工润色。

译者水平所限,本译书难免有疏误之处。凡此,敬请诸位同仁不吝指正。

姜利斌谨识

2009年6月28日于北京

前 言

不久的将来,我将从名古屋大学医学院眼科学系眼科学教授的岗位上退休。我于是决定对自己30多年来从事临床视觉电生理研究的经验加以总结。这些研究是在众多同事的辛勤劳动和好的想法的基础上最终在我们系完成的,本书的各章节涉及了其立项根据和结果。好的临床视觉电生理教科书已经存在,因此我的愿望并非再写一本教材;相反,这本书是以随笔短文的形式记述着我本人有关临床视觉电生理的信仰和哲学。正因如此,这本书并未穷尽所有的临床疾病,而是仅包括我们曾经识别和仔细研究过的那些疾病。

除了全视野视网膜电图(ERG),我们在二十多年前还开发了用以记录黄斑局部ERG的技术和仪器。利用这些技术,我们得以测定正常黄斑的几种新的生理学特征、已知疾病的多种新的病理生理学机制以及一些具有独特功能特性的新的临床疾病。

幸运的是,黄斑手术和影像学新近取得了如此的发展,使得我们能够容易地确定黄斑的形态结构。在手术过程中,我们采用黄斑局部ERG和光学相干断层扫描(OCT)获得了大量有关黄斑功能与黄斑形态相关性的信息。多焦ERG继我们的黄斑局部ERG发展起来,这一技术使得对黄斑功能的客观检查在全世界变为可能。

技术的进步使我们能够发现这些相关性,更为重要的是,能够确定多种视网膜疾病的机制,而这种类似的机会在过去从来未曾有过。我已经为这个领域奉献了毕生,由此,我谨希望这本书能够激励年轻的研究人员和临床医生去享受视网膜研究所能带来的乐趣与成就感。最重要的是,还有更多的挑战亟待迎接与征服。

Yozo Miyake
2005年3月
于名古屋

2.8 增强型视锥细胞综合征 (Enhanced S-cone Syndrome)	68
2.9 X-连锁视网膜劈裂 (X-linked Retinoschisis)	72
2.10 Nettleship-Falls X-连锁眼白化病 (Nettleship-Falls X-Linked Ocular Albinism)	87
2.11 完全型和不完全型先天性静止性夜盲 (Complete and Incomplete Types of CS)	90
2.12 白点状眼底 (Fundus Albipunctatus)	97
2.13 小口病 (Oguchi's Disease)	119
2.14 视锥细胞营养不良 (Cone Dystrophy)	123
2.15 视杆细胞单色视 (Rod Monochromacy)	136
2.16 视锥细胞单色视 (Blue Cone Monochromacy)	138

致 谢

这本书得以完成承蒙许多人的帮助，其中的几位尤其需要在此特别提及。寺崎浩子（Hiroko Terasaki）医生以她新的手术操作和在正常人群与接受过视网膜手术的视网膜疾病患者中进行心理物理学检测方面的技巧，为本书作出了很多贡献。近藤康人（Mineo Kondo）医生于过去的十年里在我分析临床数据和从事动物实验的过程中，一直鼎力相助。堀口正之（Masayuki Horiguchi）医生在赴任藤田保健卫生大学眼科学系系主任、教授之前，曾经与我长期共事，他富于不同寻常的想法，对于我们的研究贡献卓著。堀田喜裕（Yoshihiro Hotta）医生在我们系开辟了分子基因学的一个新的领域。中村誠（Makoto Nakamura）医生提供了我们病人的非常重要的分子基因数据。没有这些研究人员的无私贡献，这本书将无法完成。

波士顿的廣漱辰夫（Tatsuo Hirose）医生是给我以莫大鼓舞的人，在我还是一名年轻的研究人员的时候，他就曾指出了黄斑局部ERG的重要性，我向廣漱医生致以特别的谢意。我曾师从名古屋的御手洗玄洋（Genyo Mitarai）医生，学习了基础视网膜电生理，他是我一生中一位重要的老师。

最后，我谨向迈阿密的浜崎土幸（Duco Hamasaki）医生，也是我的挚友，表达我衷心的感谢之情，感谢他对本书的英文内容所作的善意修改以及提出的宝贵建议。在过去的十年里，他为日本研究人员修改过许多篇最终得以在英文杂志上发表的手稿，这是对日本眼科学的巨大贡献。我谨代表日本眼科学会，再次感谢浜崎医生。

Yozo Miyake

2005 年

目 录

1 原理和方法 Principles and Methods	1
1.1 全视野视网膜电图 (Full-Field Electroretinograms)	2
1.2 黄斑局部 ERG (Focal Macular ERG)	20
1.3 多焦 ERG (Multifocal ERG)	33
1.4 眼电图 (Electrooculography)	41
1.5 光学相干断层扫描 (OCT) (Optical Coherence Tomography)	42
2 遗传性视网膜病变及相关疾病 Hereditary Retinal and Allied Diseases	43
2.1 视网膜色素变性 (Retinitis Pigmentosa)	44
2.2 结晶样视网膜病变 (Crystalline Retinopathy, Bietti)	55
2.3 Batten 病 (Batten Disease)	58
2.4 卡恩斯 - 塞尔综合征 (Kearns-Sayre Syndrome)	61
2.5 无脉络膜症 (Choroideremia)	64
2.6 回旋状萎缩 (Gyrate Atrophy)	66
2.7 增强蓝锥细胞综合征 (Enhanced S-cone Syndrome)	68
2.8 X- 连锁视网膜劈裂 (X-linked Retinoschisis)	72
2.9 Nettleship-Falls X 连锁眼白化病 (Nettleship-Falls X-Linked Ocular Albinism)	87
2.10 完全型和不完全型先天性静止性夜盲 (Complete and Incomplete Types of CSNB)	90
2.11 白点状眼底 (Fundus Albipunctatus)	114
2.12 小口病 (Oguchi's Disease)	119
2.13 视锥细胞营养不良 (Cone Dystrophy)	123
2.14 视杆细胞单色视 (Rod Monochromacy)	136
2.15 蓝锥细胞单色视 (Blue Cone Monochromacy)	138

2.16	先天性蓝色盲与显性遗传性青少年视神经萎缩的鉴别诊断 (Congenital Tritanopia-Differential Diagnosis of Dominantly Inherited Juvenile Optic Atrophy).....	141
2.17	视杆-视锥细胞功能障碍综合征伴不常见的 ERG 表现类型 (Rod-Cone Dysfunction Syndrome with an Unusual Form of ERG)	144
2.18	负波形 ERG 与不明原因病变的关系	147
	(Association of Negative ERG with Diseases of Unknown Etiology)	147
2.19	隐匿性黄斑营养不良 (Occult Macular Dystrophy)	153
2.20	Stargardt's 病 (眼底黄色斑点症) (Stargardt's Disease, Fundus flavimaculatus)	160
2.21	Best's 病 (Best's Disease)	165
3	获得性视网膜疾病 Acquired Retinal Diseases	169
3.1	糖尿病视网膜病变 (Diabetic Retinopathy)	170
3.2	视网膜循环障碍 (Retinal Circulatory Disturbances)	180
3.3	视网膜及脉络膜脱离 (Retinal and Choroidal Detachment)	183
3.4	视网膜及脉络膜炎症性疾病 (Inflammatory Diseases of Retina and Choroid)	186
4	获得性黄斑疾病 Acquired Macular Diseases	199
4.1	中心性浆液性脉络膜视网膜病变 (Central Serous Chorioretinopathy)	200
4.2	无晶体眼或人工晶体眼黄斑囊样水肿 (Aphakic or Pseudophakic Cystoid Macular Edema)	203
4.3	特发性黄斑前膜 (Idiopathic Epimacular Membranes)	209
4.4	中心凹厚度与黄斑局部 ERG (Foveal Thickness and Focal Macular ERG)	213
4.5	特发性黄斑裂孔 (Idiopathic Macular Hole)	214
4.6	黄斑假孔 (Macular Pseudohole)	221
4.7	年龄相关性黄斑变性 (Age-Related Macular Degeneration)	223
	索引 (Subject Index)	233

1.1 视网膜电图 (ERG) 和眼电图 (EOG) 的全方位理解

1

原理和方法

Principles and Methods

本章的目的是阐明视网膜电图 (ERG) 和眼电图 (EOG) 等临床视网膜电生理的操作原理和相关技术, 并说明如何将它们运用于患者的检查中。为说明正常 ERG 的表现和特点, 展示了一些正常人 ERGs 反应的一些特性和起源。这些观察为更好理解分析临床病例中的异常 ERG 提供了基础。

1.1 全视野视网膜电图 (Full-Field Electroretinograms)

1934年, Granit^[1]首先阐明了ERG主要成分的细胞起源, 此后临床ERG得到了提高与发展; 同时, 记录装置也在被快速改进, 几名学者运用了接触镜电极, 如 Riggs^[2]、Karpe^[3]以及 Burian 与 Allen^[4]; 计算机技术的发展, 通过平均技术提高了信噪比。

许多日本研究者对临床全视野ERG的发展作出了突出贡献。这其中具有代表性的研究有: Motokawa和 Mita^[5]率先从视杆细胞反应中分离出视锥细胞反应; Yonemura等^[6], 研究了人类的振荡电位; Nagata^[7]研究了明视ERG。1968年, 笔者成为一名眼科医师时, 原本认为临床ERG的主要研究工作已完成。然而, 回顾过去的37年, 现在意识到在这期间临床ERG在许多方面已取得了明显的进展, 不只是眼电生理学, 还对许多眼部疾病有了更多认识。

通过全视野刺激器诱发, 从角膜记录到人ERG是来自全部视网膜细胞产生的一簇反应。为了获得可重复产生的反应振幅及峰潜伏期, 刺激和背景光应该同时产生并覆盖全视网膜, 所有的感受器应该在相对均匀的状态下受刺激或适应^[8、9]。全视野或 Ganzfeld 刺激器体现这一种刺激。它的组成为: 一个大直径(40cm)的半圆形圆盖(图1.1)、在圆盖的顶上有一个氙气光频闪的灯球。这一配置可以使得光线弥散, 均匀的刺激和背景光到达全视野。这一刺激系统已被国际临床视觉电生理协会 (ISCEV) 标准委员会推荐, 应用于临床ERG记录, 并在国际范围内使用。全视野ERGs标准记录条件的建立是ISCEV的一项重要成就。它使得全世界范围内使用ISCEV标准记录的ERGs具有了可比性。



图 1.1 全视野视网膜电图 (ERG) 记录装置的 Ganzfeld (全视野) 穹顶

1.1.1 强度反应函数(Intensity Response Function)和 ERG 成分

图 1.2 示 1 名正常受试者经 1 小时暗适应后, 在不同刺激强度下的全视野 ERG。图左侧为低刺激强度下的 ERG, 右侧为高刺激强度下的 ERG; 对于不同强度下的 ERG, 振幅和时间的标准也是不同的。最大刺激亮度(0 log unit)为 $44.2\text{cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

上图中, 于 -8.2 log units 最先记录到一个角膜负波, 即暗视阈值反应 (STR)^[11]。它比心理物理阈值大约高 0.6 个单位。STR 在 b 波出现之前的最大振幅为 24mV。STR 临近阈值的峰潜伏期(implicit time) 约为 162ms, 随着刺激强度的增加峰潜伏期逐渐缩短。STR 起源于与光感受器以突触相连的视网膜神经元^[11]。某些类型的先天性静止性夜盲患者的 STR 具有独特的特征^[12] (见章节 2.10.5.3)。

b 波在 -5.8 log units 时开始出现, 随着刺激强度的增加 b 波振幅逐渐增加, 峰潜伏期缩短。b 波振幅在 -3.4 log units 处基本饱和; 在 -0.8 log units 以上强度, b 波上升支上的振荡电位变得清晰可见。a 波在 -1.7 log units 时出现, 随刺激强度增加, 不断增大。

许多研究表明, 暗适应条件下全视野 ERG 的 a 波是光感受器电位的前沿^[13]。b 波间接地起源于视网膜中层的双极细胞和 Müller 细胞^[14]。振荡电位是一组 3 个或 4 个有节律的子波, 振幅大致相等, 人的峰间间隔是 6.5ms^[15]。最有力的实验证据表明, 振荡电位反映视网膜内突触反馈环路的活动, 代表在 b 波上无长足细胞的抑制或调节效应^[16, 17]。

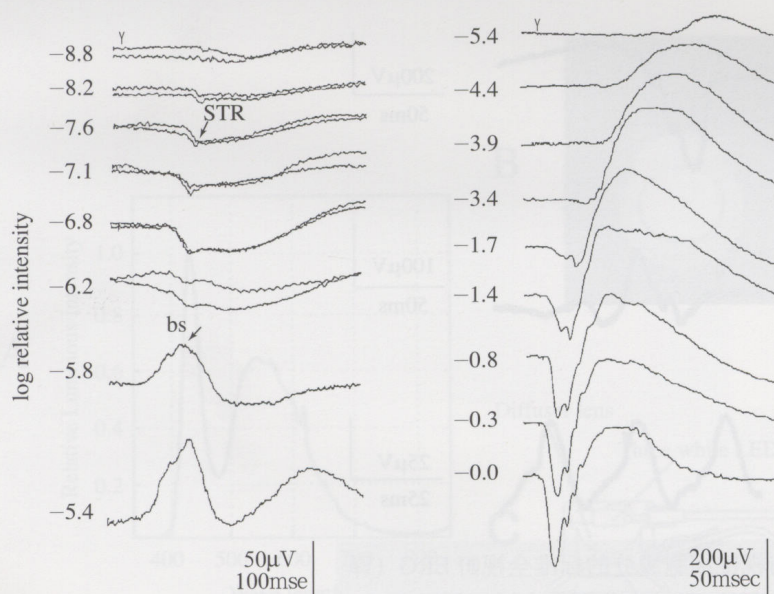


图 1.2 从 1 名正常受试者, 在相对低强度(左)和相对高强度(右)闪光曝光下, 记录到的 ERG 光强反应系列。注意两侧图形标尺的差异。箭头示刺激开始。STR: 暗视阈值反应; bs: 暗视 b 波 (Miyake, et al^[12])

1.1.2 分离视杆细胞和视锥细胞成分的标准 ERG

虽然正常人视网膜的视杆细胞超过视锥细胞，为 13 : 1，但视锥细胞系统占 ERG 振幅的 20% ~ 25%。出于诊断的目的，检查者有必要分别评价视杆细胞、视锥细胞的活动。图 1.3 展示我科 1 名正常受试者的全视野 ERG。经 30 分钟暗适应后，在约 $-3.9 \log \text{ units}$ 的微弱闪光下可记录到视杆细胞（暗视）ERG（图 1.2）。在最大强度（0 $\log \text{ units}$ ）的单次白光闪光下可诱导出混合视锥 - 视杆细胞 ERG。在足够抑制所有视杆细胞活动的 40 cd/m^2 背景光下，用 $-0.8 \log \text{ units}$ 强度刺激，可记录到视锥细胞 ERG 和 30Hz 闪烁光 ERG。对 40 cd/m^2 照度明适应 10 分钟可得到明视记录。而后将显示，经明适应后可以得到最大的明视 ERG，因为，明视 ERG 其振幅会显著增加^[18]（见章节 1.1.4.1）。

除了对视杆 - 视锥细胞 ERG 我们使用较高的刺激强度外，我们的记录条件都依据 ISCEV 推荐的标准^[10]，因为在较高刺激强度下，振荡电位（OPs）更清晰，并且更令人信服地发现 ERG 的负向形态^[19]。

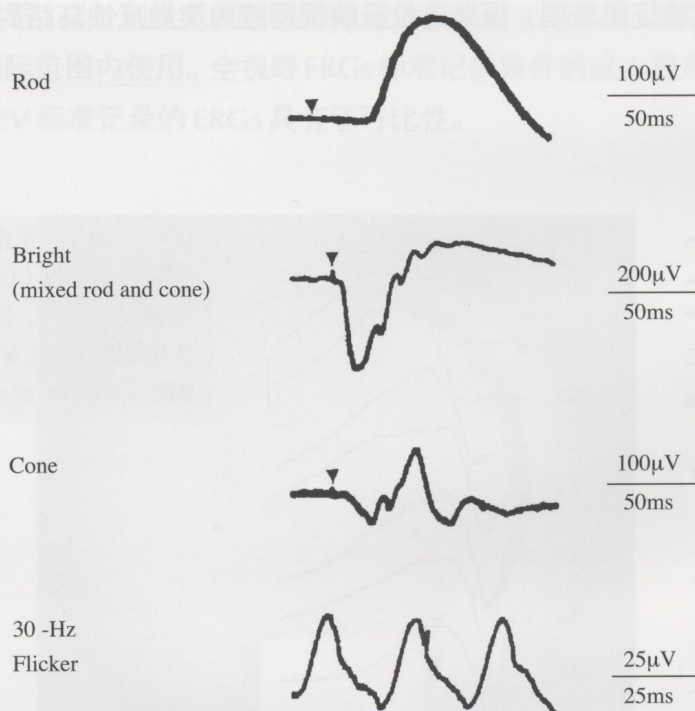


图 1.3 分离视杆细胞与视锥细胞成分的标准全视野 ERG（译者注：Rod, Bright, Cone, 30Hz Flicker 分别代表视杆细胞 ERG、混合视锥 - 视杆细胞 ERG、视锥细胞 ERG、30Hz 闪烁光 ERG）

1.1.3 发光二极管的ERG

发光二极管(LED)是诱发全视野ERG的有效光源^[20, 21]。LED是微小而经济的光源,只需要较低电流驱动。通过简单的电路就可以控制LED给予持续的光输出或大范围强度的极短暂闪光。另外,LED优点还可发射不同波长和不同的光学特性的光。最近出现了一种新型的角膜接触镜电极,在电极中内置了高强度的白光LEDs^[22]。我们使用这一系统对特殊病人进行了ERG的特殊性质的测试^[22]。

1.1.3.1 LED角膜接触镜电极的构造

图1.4示用在角膜接触镜电极内白光LEDs的相对发射光谱。这类LEDs具有相对宽的不对称的光谱带宽,其中存在两个峰,分别约在430nm和540nm(图1.4A),输出为可见白光(图1.4B),这些白光LEDs中的三个被结合在一个标准的角膜接触镜电极中(图1.4C)。LED既是刺激光源又是背景照明光。刺激光和背景光照明通过一个散射镜,变成一个较宽的、均匀的光源,类似Ganzfeld刺激器,刺激全视网膜。刺激用LED以及背景光LED的强度、频率和持续时间都通过来自驱动LED的波形发生器的电流加以控制。

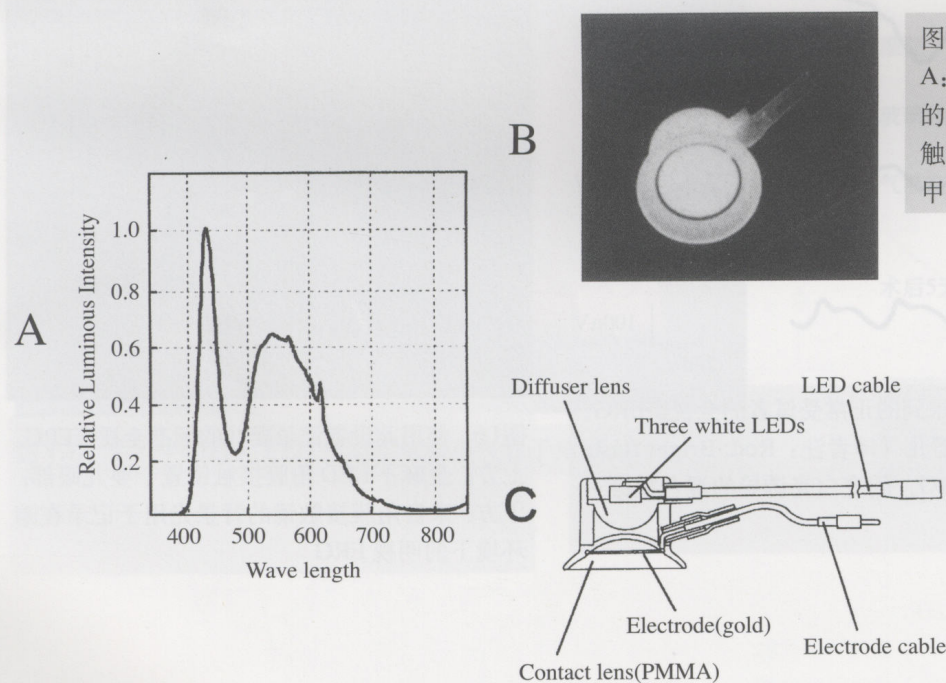


图1.4 白光LED角膜接触镜电极的构造。
A: LED的相对光谱发射; B: 呈可见白光的输出; C: 内置三个白光LEDs的角膜接触镜电极的构造; PMMA: 聚甲基丙烯酸甲酯 (Kondo, et al^[22])

1.1.3.2 标准化 ERG

用LED角膜接触镜电极可以记录到符合ISCEV标准的视网膜电图。图1.5左示1位正常成年人的ERG。所有这些ERG与用常规氙发射灯的Ganzfeld刺激器所诱发出的ERG相类似。此技术对于记录全麻状态下儿科患者的标准化ERG很适用(图1.6),该设备既简洁又可携带。图1.5右示用此设备记录到的全麻状态下3个月大婴儿的ERG。

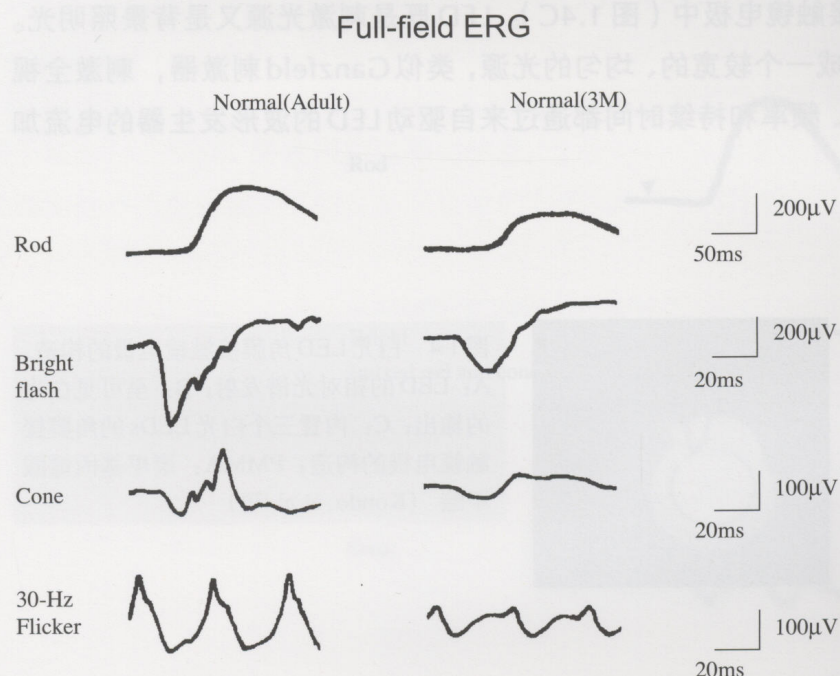


图1.5 使用白光LED角膜接触镜电极记录到的正常受试者的全视野ERG。左: 正常成年人; 右: 3个月大的正常婴儿(译者注: Rod, Bright flash, Cone, 30Hz Flicker 分别代表视杆细胞ERG、闪亮白光诱导的混合视锥-视杆细胞ERG、30Hz 闪烁光ERG)

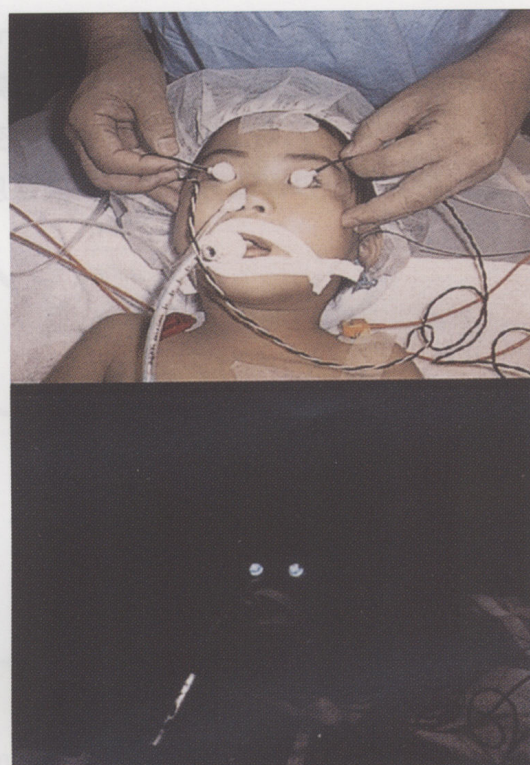


图1.6 使用此设备记录婴儿的标准全视野ERG。上方: 全麻下LED角膜接触镜置于婴儿眼部; 下方: 来自角膜接触镜的背景光用于记录在暗环境下的明视ERG

1.1.3.3 玻璃体视网膜手术时的监测 ERG

随着玻璃体视网膜手术技术的持续发展,在手术过程中密切监测视网膜功能显得十分重要。虽然ERG可直接反映视网膜功能,但已证实手术中检测ERG较为困难。每次记录在无菌条件下必须十分迅速,记录设备和电极不能受到视网膜手术医生的干扰。而且ERG需要视锥细胞介导,因此手术中需对眼球进行强烈的光适应。

LED-角膜接触镜电极非常符合这个目的^[23]。LED角膜接触镜易于消毒,并能在玻璃体视网膜手术中既被用作刺激光源又被用作30Hz闪烁光ERG记录电极。每次记录时间需要大约7s。图1.8显示位于黄斑区有视网膜浅脱离合并黄斑皱褶的患者在术中的ERG的改变。手术在局麻下进行。局麻后开始记录ERG(图1.8开始),灌注针头进入玻璃体腔后(图1.8灌注)振幅和峰时无明显变化。然而,经10分钟的玻璃体切割术后,振幅和峰时无明显变化。然而,经10分钟的玻璃体切割术后,峰时延迟、振幅降低。另外,研究证实玻璃体切割术期间,通过室温灌注液降低玻璃体腔温度可以改变ERG^[24]。当剥除视网膜前膜、气液交换完全后,ERG振幅显著降低、峰时延迟。术后第7天,玻璃体腔气体被吸收后,ERG又恢复到术前的振幅与峰时。由于气液交换或油液交换降低了玻璃体腔的电导率,从而导致ERG振幅异常降低^[23, 25]。

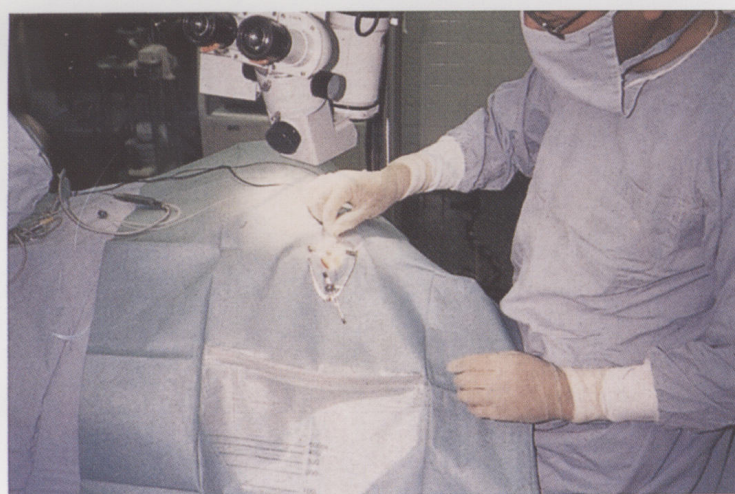


图1.7 手术中消毒的LED角膜接触镜电极置于角膜上

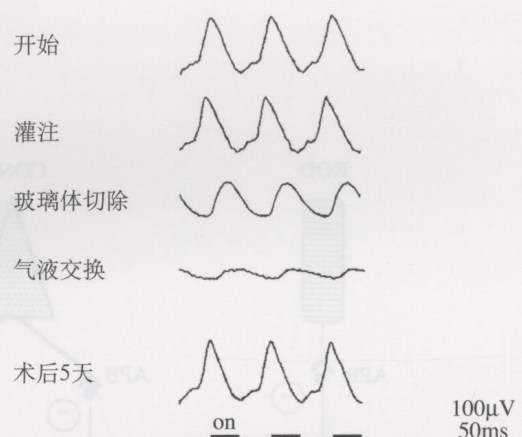


图1.8 黄斑皱褶患者玻璃体切割术中的30Hz闪烁光ERG。开始表示完成局麻的时间,灌注表示灌注针头置入玻璃体的时间(Miyake, et al^[23])