

# Effect of the Equivalent Spherical Instead of Optimal Astigmatic Diopter on Intraocular Pressure

Der-Chin Chen<sup>1\*</sup>, Feng-Ming Yeh<sup>2</sup>, Ya-Chun Yu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering, Fengchia University, Taichung Taiwan

<sup>2</sup>Department of Optometry, Yuanpei University of Medical Technology, Hsinchu Taiwan

<sup>3</sup>Optometry Science and Technology, Fengchia University, Taichung Taiwan

Email: \*kanatasan.tw@yahoo.com.tw

Received: Mar. 3<sup>rd</sup>, 2020; accepted: Mar. 18<sup>th</sup>, 2020; published: Mar. 25<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The purpose of this study is to establish a technique for astigmatism refractive correction and visual comfort with the best corrective glasses of distance vision and equivalent spherical glasses combined with a single pole brain wave capture device and tonometer. After the low astigmatism subjects wear with the best corrective glasses and equivalent spherical glasses in turn, the vision was in a clear state, and the brain waves captured by the single pole brain wave capture device test results show attention. Low astigmatic subjects were fitted with best correction glasses and equivalent spherical glasses, each with a wearing time of 15 minutes, respectively, for intraocular pressure (IOP) measurement. Equivalent spherical lens wear test results intraocular pressure above the optimal corrective lenses, right eye and left eye IOP increased by 3.33 mm and Hg 2.00 mmHg. The test method of high astigmatism was the same as that of low astigmatism. The test results are consistent with IOP of low astigmatism, and IOP of the right eye and the left eye was increased by 1.33 mmHg and 0 mmHg respectively. From the measurement of intraocular pressure data, it is known that the visual comfort of wearing the equivalent spherical glasses is not durable, and the low astigmatism subjects should not neglect the choice of the corrected glasses, so as to improve the visual durability and comfort.

## Keywords

Spherical Equivalent, Astigmatism, Intraocular Pressure

---

\*通讯作者。

# 等效球面度取代最佳散光矫正屈光度对眼压影响

陈德清<sup>1\*</sup>, 叶丰铭<sup>2</sup>, 于雅君<sup>3</sup>

<sup>1</sup>逢甲大学电机工程学系, 台湾 台中

<sup>2</sup>元培医事科技大学视光系, 台湾 新竹

<sup>3</sup>逢甲大学视光科技, 台湾 台中

Email: \*kanatasan.tw@yahoo.com.tw

收稿日期: 2020年3月3日; 录用日期: 2020年3月18日; 发布日期: 2020年3月25日

## 摘要

本研究目的建立以远方视力最佳散光矫正镜片与等效球面镜片结合单极点脑波撷取器与眼压计进行散光眼屈光矫正与视觉舒适之技术。低散光被检者依次配戴最佳矫正镜片与等效球面镜片之后, 视力皆处于清晰状况, 经单极点脑波撷取器量测结果都显示专注。低散光被检者依次配戴最佳矫正镜片及等效球面镜片, 配戴时间各15分钟, 分别作眼压测量。测试结果配戴等效球面镜片眼压高于最佳矫正镜片, 右眼与左眼眼压各增加3.33 mmHg与2.00 mmHg。高散光被检者实验方法同上, 眼压测试结果与低散光一致, 右眼与左眼各增加1.33 mmHg及0 mmHg。由量测眼压数据得知配戴等效球面镜片视觉舒适度是无法持久, 在低度散光者亦不可轻忽矫正镜片之选择, 方可提高视觉持久度及舒适度。

## 关键词

等效球面度, 散光, 眼压

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 简介

现今科技技术的进步让人一则喜一则忧。忧的是, 现今社会生活忙碌, 过度依赖手机、计算机的使用, 造成眼睛疲劳、眼压升高及头痛等现象。视疲劳产生不仅会影响个人健康问题, 也增加了职场伤害, 严重的影响工作效率, 是一个非常值得我们深思的问题。喜的是, 拜科技之进步, 以往验光配镜只能采用“一问一答”的方式, 透过被动式的问题回答, 给予被检者验光处方配眼镜。而现今将单极点脑波撷取器运用在验光检测上, 藉由脑波分析验光视力值, 也让无法清楚语言表达者可透过单极点脑波捕获设备, 将脑电波讯号撷取转换成脑电波图讯号, 以达到脑波验光检测之目地, 让验光结果更加精确与人性化。

在人体中极为致密器官应该是眼睛, 称之为“灵魂之窗”。视觉是人类撷取外界信息的重要管道, 对于眼部的相关检查, 近年来科技蓬勃发展也为眼部的检查提供了许多新兴的方式。像是藉由计算机建

立仿真系统,分析眼球的各种生理参数,进而对于眼部各种疾病进行早期诊断、治疗,这对眼部检查都具有重要实质意义。然而在医疗器材上的研发,更是随着医学知识的增进及日新月异的科技发展,逐步朝向舒适性、精确性的测量方式改进。

1905年 Schiotz 发表比较实用的压陷式眼压计,经过不断改良,该眼压计简便、价廉且易于操作,至今仍为多国家所使用。1954年 Goldmann 设计的压平式眼压计,克服了 Schiotz 眼压计受眼球壁硬度影响的缺点,使其量测结果更加准确可靠。1974年 Grollman 利用气流来压平角膜,设计出非接触式压平眼压计。量测方式都是由外部施加压力使得角膜产生形变,藉此推算眼压高低[1]。

本研究是藉由单极点脑波撷取器量测额头电信号运用在远方屈光检查,分析视力受刺激后脑波讯号的专注与放松指数状况,检测远方屈光度是否有欠矫或过矫的客观检查。被检者分别配戴远方最佳矫正屈光度及等效球面度眼镜后进行眼压值测量,藉此比较分析被检者长时间配戴眼镜后眼压值是否会变化及视觉舒适度。

## 2. 原理

### 2.1. 最大正球面屈光度时最佳视力(Maximum Plus to Maximum Visual Acuity, MPMVA)

被检者眼睛调节完全放松状态下,使远方物体影像聚焦在视网膜上,被检者在获得最佳矫正视力时取其最高正镜或是最低负镜屈光度称为该眼最佳球面度,又称为“最大正球面屈光度时最佳视力”(MPMVA)。即近视度数要从低的度数往上加深;远视度数由高的度数往下减,达到理想视力时,取其最大正度数、最小负的度数,其原理就是用最小的调节(accommodation)达到理想的视力。

理论上,人眼视网膜黄斑部中心小凹(foveacentralis)是视觉最敏锐的区域,只有当焦点或最小模糊圈落在此处时,人眼才能获得最佳视力。在调节控制良好之下,如果检测获得最佳视力则可以推断此时焦点或最小模糊圈已落在中心小凹处,最佳视力最大正镜度(MPMVA)所需的镜片屈光亮度即为该眼的眼镜屈光度,MPMVA 是屈光检查常用方法与配镜主要目的,直接反映视觉的清晰度。对被检者尽可能使用最高的正度数镜片或最低负度数镜片,可获得最佳视力。单眼主观验光分为三个阶段:a. 找到初步有效的球面矫正度数或“初步 MPMVA”及第一次红、绿测试;b. 用交叉柱镜确定柱镜的轴向和度数,且初步柱镜经过角膜曲率计和检影验光或计算机验光获得;c. 确定最佳球镜度数,称为“第二次 MPMVA”与第二次红绿测试。

MPMVA 量测方法是被检者配戴雾视镜片及注视视标,以每次减去 0.25 D 的方式减去雾视镜片度数。每减去 0.25 D 多增加一行的视力。如果视力不再有进展,证明已达到最佳视力,此时雾视镜片停止减度数。用初步双色试验(Duochrome test)来结束初步 MPMVA,双色试验又称“红绿测试”,可以有效决定什么时候结束初次 MPMVA。它是基于短波的光线屈折力强于长波光线的屈折力原理。

由于红视标像比绿视标像有更多的可能性落在视网膜后面,诱发调节的可能性就比绿视标大。为减少不必要的调节,则要求被检者比较看到两种视标像的清晰度,并先看绿,后看红,再看绿[2]。双色试验(Duochrome test)说明如下:因色散原理,绿色(波长较短)成像在网膜前面,红色成像在网膜后面,当度数矫正正确时,红绿应该一样清楚。以 myopia 为例矫正不足时会觉得红色视标较清楚,此时红绿都在 retina 前,但红较靠近。若矫正过度时会觉得绿色视标较清楚,此时绿色在 retina 后,但较靠近 retina。同理,远视眼,矫正不足时会觉得绿色视标较清楚,若矫正过度时会觉得红色视标较清楚[3]。

### 2.2. 等效球面屈光度(Spherical Equivalent)

球柱面镜片可矫正散光及近视或散光与远视者。当近视或远视有散光者需进行矫正,无法使用柱面镜时,只能用球面镜矫正。图 1 所示得知球柱透镜有两条焦线,若仅使用球面镜片,镜片其焦点的镜度

值在两条焦线中间位置，位于球柱透镜其两个屈光度值中间位置，称为最小模糊圈(circle of least confusion)。光线不会聚焦于一个焦点，而是在此形成一个圆圈。此镜片称为等价球面度数或等效球面度数。当无法使用球柱透镜矫正时，则必须利用“等效球面”，或“等价球面”来矫正。等效球面为两主轴屈光度的平均值，球柱透镜等效球面为柱镜屈光的一半。

$$S = (1/2) * C \quad (1)$$

其中  $S$  为球面屈光度(spherical diopter),  $C$  为柱面屈光度(cylinder diopter)。若加上球面度数后，等效球面( $F_m$ )的公式为：

$$F_m = F_s + 1/2C \quad (2)$$

这表示等效球面为原球面度数加上散光度数一半，等效球面刚好位于最小模糊圈的中间点，即最小模糊圈的位置，使其全落在视网膜上获得最接近清晰的影像。图 1 所示为球柱透镜双焦点。图 1(A)所示为垂直方向平行光通过正球面成分柱面镜后聚在焦点上。图 1(B)所示为水平方向平行光通过正球面成分柱面镜后聚在焦点上，因外加更多正球面度数，此时被折射更多。图 1(C)球面及柱面成分两者组合效应产生两条焦线[4]。

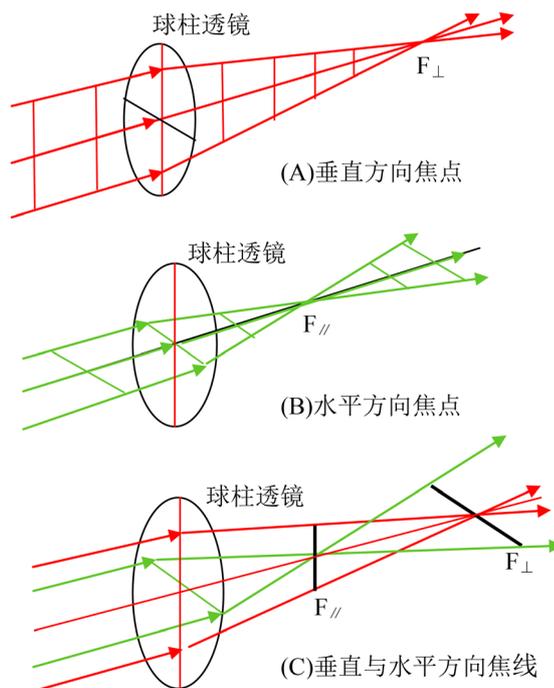
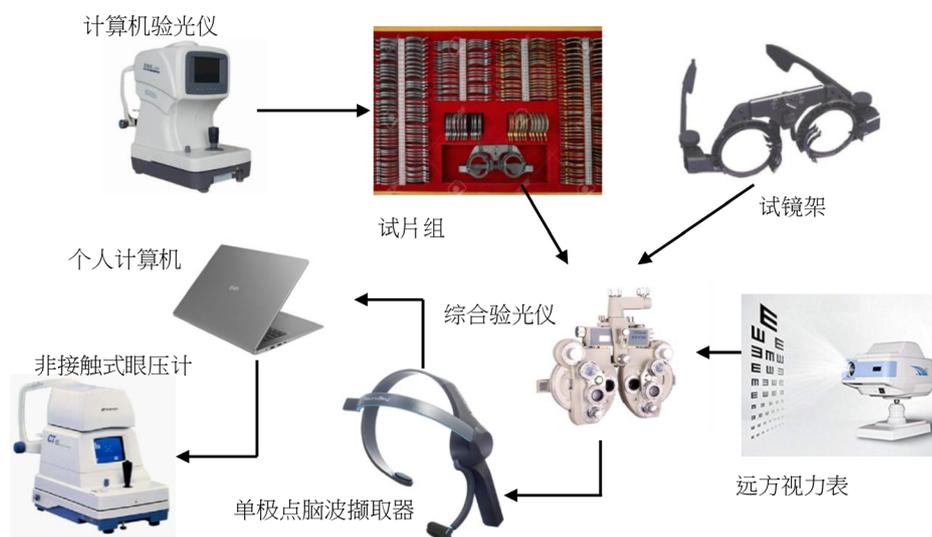


Figure 1. The double focal line of spherical cylinder lens  
图 1. 球柱透镜双焦线

### 3. 系统架构

远方视力检测装置主要包括远方视力表、综合验光仪、试镜片组、单极点脑波撷取器、微处理器、及非接触式眼压计等，系统架构如图 2 所示。当被检者散光眼经屈光矫正，注视远方视标时，经由单极点脑波撷取器撷取脑波讯号，将脑波讯号传达至个人计算机分析专注力值，以获得被检者远方视力质量，最后再以眼压计测量眼压值，藉此分析被检者戴镜后视觉舒适度。实验时所使用相关仪器及其用途简述如下：

- 1) 计算机验光机：眼睛常规检查，获得散光眼屈光度参考数据。
- 2) 综合验光仪：屈光检测确定散光眼屈光矫正度数。
- 3) 视标：做为视力值量测之用，本研究采用 Snellen “E” 字视力表及钟状图视标检测散光轴度及度数。
- 4) 单极点脑波摄取器：观测矫正后散光眼屈光视觉表现。
- 5) 非接触眼压计：在此眼压检测目的是做不同镜片配戴后眼压值比较，因此排除个体检测时间波动状况。NCT 测量值不受巩膜硬度影响测量时间均在晚上七点至十点之间。眼压波动值要小于 3 mmHg，每眼连续三次测量将其平均，即为该眼眼压值。实验采用 NCT 眼压计确保被检者感染风险。



**Figure 2.** System structure  
**图 2.** 系统架构

### 3.1. 计算机验光

计算机验光机采用红外线为光源，以电子自动化系统进行调适视标，客观方式自动检测眼球系统的球面与散光等屈光异常度数。操作简单，数秒即可获得验光结果。视力是描述眼睛辨识物体细节的能力；视力表，则是用来检测视觉系统辨识物体细微结构的能力。透过视力表的测试可以量化评估被检测眼睛的功能，或者量化评估各种光学眼镜对于使用眼的视觉矫正质量。测量与记录视力的目的，是要取得一个数字，指出眼睛在成像系统的状况。史奈伦(Snellen)将视力定义为：

$$\text{视力} = (\text{测试距离(单位公尺)}) / (\text{字母张角为5弧分时的最清楚距离(单位公尺)}) \quad (3)$$

测试距离为 6 m，字母在眼睛张角为 5 弧分，一位正视眼的人可以分辨出这 Snellen 字母距离 6 m。测试距离 6 m 是在眼内产生了(-1/6) D 的入射聚散度。眼睛的景深大过这个值，不须用调节增加屈光度来抵消轻微负的聚散度。距离太短会刺激调节，因此 6 m 测试效果是无限远距离。由于 6 m 的目标对于注视眼所释放的调节和聚散情形已经很小，因此将测试距离为 6 m 的视觉测试结果称为远用视力，用于测试远用视力的设备称为远用视力表。视力(Visual acuity, V.A.)，可以使用 Snellen 视力公式(3)计算。

### 3.2. 单极点脑波摄取器

人在不同生理、心理状况下，脑电波的振动频率有明显不同的变化，脑电波测量所黏贴的电讯号

位置, 依国际[10-20 脑波电极配置法], 将大脑分为左右两半, 量测半球圆周长, 然后以 1/10 或 1/20 切等分, 如此将这些等距的位置标示出来。每一个电极点有一个英文字母与一个阿拉伯数字的组合来命名, 其优点是电极摆放位于大脑皮层, 与解剖关系明显相符。英文字母 T 代表颞叶(temporal lobe)、F 代表额叶(frontal lobe)、C 代表中央叶(central lobe)、P 代表顶叶(parietal lobe)及 O 代表枕叶(occipital lobe)。数字单数为脑部左侧, 双数为脑部右侧。一般左右各取 8 个点, 即额极、额、中央、顶、枕、前颞、中颞及后颞, 在中在线有额及左右耳垂为无关电极, A1 与 A2 分别为左右耳, 图 3 为国际 10-20 脑波电极配置。单极点脑波撷取器所撷取的讯号为大脑额叶部分的活动讯息, 依照国际标准脑波系统, 脑波单极点撷取器撷取 FP1 点讯息, 使用 A1 点当作参考电位, FP1 点与 A1 点分别为人的额头与左耳位置。

从头皮到大脑间的组织解说, 感测电极贴片的使用是为量测到神经突触的放电现象。个人计算机用来撷取特定频段脑波讯号, 并储存以供存取。使用感测电极贴片贴设于被检者的额头左侧(FP1)位置上, 参考电极则是连接于微处理器, 贴设于被检者的左侧耳垂(A1)位置上, 与感测电极共同撷取脑波讯号, 并传送至微处理器。

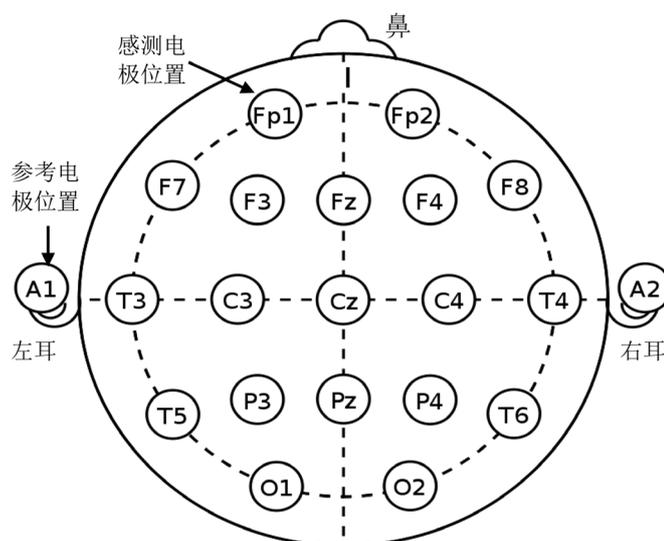


Figure 3. The EEG electrode placement of the 10-20 International system

图 3. 国际 10-20 脑波电极配置

图 4 所示为单极点脑波撷取器侦测撷取讯号及讯号分析。整个系统主要是监测被检者屈光测量期间的专注力与视力变化检测。有别于传统式脑波仪使用方式, 传统式脑波仪使用过程复杂又费时, 很不便利。单极点脑波撷取器是将前额的导电电极, 贴于前额偏左侧(Fp1)之处如图 3 所示, 撷取脑波讯号, 再透过蓝牙接口传输至计算机, 将脑波中各种波型讯号传入视力专注值与放松值之方程式中计算。计算机中有接收系统与分析系统两部分, 此二部分会进行接收讯号与数据的比对分析。脑波讯号撷取于被检者, 视力检测时脑部所产生的生物电流情形, 透过计算机处理, 用以辅助量测并了解被检者视力使用状态[5]。

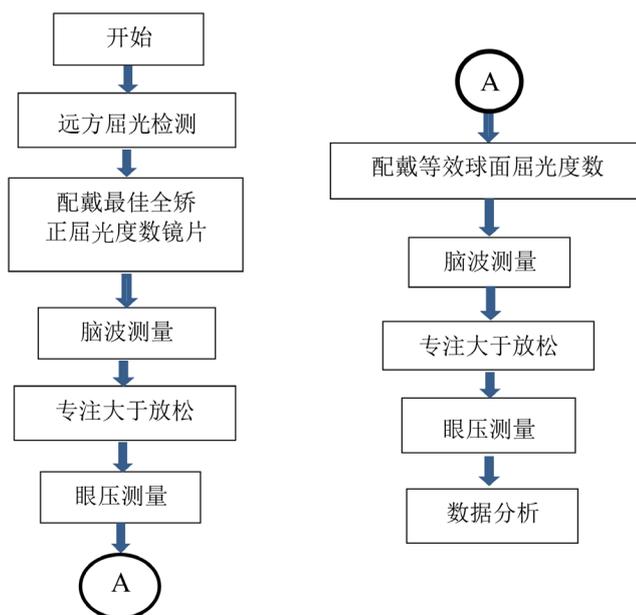
脑波的撷取功能, 其中包含八个波段的脑波,  $\delta$  (0.5~2.75 Hz);  $\theta$  (3.5~6.75 Hz);  $\alpha_L$  (7.5~9.25 Hz);  $\alpha_H$  (10~11.75 Hz);  $\beta_L$  (13~16.75 Hz);  $\beta_H$  (18~29.75 Hz);  $\gamma_L$  (31~39.75 Hz);  $\gamma_H$  (41~49.75 Hz); 其中, 放松值讯号系取自  $\beta_L$  (13~16.75 Hz) 及  $\alpha_L$  (7.5~9.25 Hz) 两个波段, 此两波段数值越大, 放松度越高。至于专注度讯号则取自  $\gamma_L$  (31~39.75 Hz) 及  $\gamma_H$  (41~49.75 Hz) 两个波段, 这两个波段值越大, 专注度越高。



**Figure 4.** The single pole brain wave capture device  
**图 4.** 单极点脑波摄取器

#### 4. 实验方法及结果分析

参加实验被检者分为低散光与高散光两类，脑波信号条件为专注需大于放松。散光被检者配戴最佳全矫正屈光度数，如果脑波测量结果放松大于专注，则表示配戴最佳全矫正度数不对或者被检者心情未放松，需等被检者放松之后再进行测试。实验分为三步骤，步骤一为远方屈光检测，判断眼屈光状态。步骤二确认为散光，则给予被检者配戴远方最佳矫正(MPMVA)屈光度数镜片，进行脑波讯号量测，脑波测试 15 分钟之后则实施眼压测量。步骤三给予被检者配戴远方屈光矫正度数等效球面度镜片，进行脑波讯号量测，测试 15 分钟后实施眼压测量。实验流程如图 5 所示。包括远方屈光检测、配戴最佳全矫正度数、脑波测量、专注大于放松判断、眼压测量、及配戴等效球面度数等。



**Figure 5.** Experimental flow chart  
**图 5.** 实验流程图

##### 4.1. 实验流程

被检者以健康眼为主，排除眼睛器质性病变、雷射及术后眼睛。在使用脑波讯号摄取器之前，必须先让被检者身心放松，方能取得较为接近真实脑波曲线。测试对象为 6 人，不同工作型态，19 岁~43 岁，

散光 $-0.50\text{ D}$ 以上。实验流程详述如下:

首先观察被检者整体外观及眼外部检查,以了解有无器质性疾病,若有则结束检查,无则继续实验检测流程。

第一步骤为远方视力检测,判断眼屈光状态:将计算机验光初始度数及被检者 PD (瞳距)置入综合验光仪上。每加 $-0.25\text{ D}$ 都必须确认被检者可以读出更小的视标,这样可以避免过多的负度数刺激调节。被检者双眼远方距离调节平衡,达到同等调节刺激测得双眼矫正屈光度数。

第二步骤为远方视力最佳矫正度数之镜片清晰度测量:

1) 将第一步骤所检测出最佳矫正度数之镜片放置于试镜架上,请被检者戴上,再将单极点脑波摄取器架设于被检者额头左侧 Fp1 位置,如图 6 所示,量测配戴最佳矫正度数镜片脑波曲线,当专注曲线高于放松曲线时,判断被检者视觉状态是清晰的。

2) 接着请被检者持续配戴最佳矫正度数镜片,自行活动(模拟日常用眼习惯)约 15 分钟后,取下试镜架,做第一次眼压测量。测量眼压时,采取连续三次眼压测量求其平均值并加以记录。

第三步骤为远方视力等效球面度镜片清晰度测量:

1) 将检测出最佳矫正度数屈光度数换算成等效球面度之镜片,将镜片放置于试镜架上,请被检者戴上,再将单极点脑波摄取器架设于被检者额头左侧 Fp1 位置,如图 6 所示,量测配戴等效球面度镜片时脑波曲线,当专注曲线高于放松曲线时,判断被检者视觉清晰状态。但与最佳矫正度数镜片所呈现清晰之专注曲线有差异性,指数较低。

2) 接着请被检者持续配戴等效球面度之镜片,自行活动(模拟日常用眼习惯)约 15 分钟后,取下试镜架,做第二次眼压测量,眼压测量时,采取连续三次眼压测量求其平均值并加以记录。



**Figure 6.** The placement of single pole brain wave capture device and trial frame

**图 6.** 单极点脑波摄取器与试镜架量测配置

#### 4.2. 量测仪器与实验环境之设置

使用实验仪器主要有计算机验光机、综合验光仪、试镜架、试片组、单极点脑波摄取器及非接触式眼压计,如表 1 所列,检测环境设定说明。验光室采暗室光线照度  $35\text{ LUX}$ ,亮室光线照度  $410\text{ LUX}$ 。视标以  $6\text{ m}$  远的 Snellen E Chart,视标亮度为  $200\text{ LUX}$ 。进行综合验光仪远方视力测量、单极点脑波摄取器

脑波测量、眼压测量都于暗室中进行；被检者配戴试镜架上最佳矫正镜片、等效球面度镜片阅读活动时均于亮室中进行。检测时周遭环境保持低响度、低环噪之空间，尽可能让被检者身心处于放松状态，以撷取脑波、眼压、屈光矫正客观之数据。

### 4.3. 脑波视觉测量分析

以传统基础验光检测远方视力值，完成屈光矫正之后，请被检者配戴最佳矫正度镜片及等效球面度镜片以单极点脑波撷取器撷取脑波专注曲线来判断被检者远方视觉是否为清晰。当单极点脑波撷取器撷取脑波曲线图于计算机上呈现专注曲线高于放松曲线时，表示被检者受测时的视觉表现在大脑视觉聚焦反应为清晰的。若放松曲线高于专注曲线时，表示被检者受测时的视觉表现于大脑视觉反应为模糊的。如表 1 所列远方视力表现专注曲线与放松曲线期望值。脑波讯号专注曲线上代表视力清晰，下降代表视力模糊。

**Table 1.** The attention and mediation curve of distance vision

**表 1.** 远方视力专注曲线与放松曲线

脑波讯号	视力清晰	视力模糊
专注	上升↑	下降↓
放松	下降↓	上升↑

为提升被检者检测脑波之可信度，在完成传统验光程序，屈光矫正后，让被检者闭眼休息数十秒，再以单极点脑波撷取器检测被检者远方视觉。这样有助于被检者身心放松，减少受测时的干扰。

实验方法如下：

步骤一：完成传统验光程序，屈光矫正度数。

步骤二：a. 请被检者戴上置入(最佳矫正)镜片及头戴式单极点脑波撷取器，实验量测计时为 20 秒。

1) 先遮盖被检者双眼 10 秒，减少受测时干扰，并准备进行量测实验，撷取被检者脑波曲线图，脑波专注放松曲线量测顺序实验流程如图 7 所示，实验结果为脑波曲线图(A)区，如图 8 所示。

2) 两眼去遮盖，请被检者以 10 秒数注视 Snellen E Chart 并撷取被检者脑波曲线图。实验结果为脑波曲线图(B)区，如图 8 所示。

步骤二：b. 完成单极点脑波撷取器撷取脑波曲线图之实验后，请被检者将单极点脑波撷取器拿掉，配戴最佳矫正镜片自行活动(模拟日常用眼习惯)约 15 分钟后，取下试镜架，做第一次眼压测量，眼压测量时，采取连续三次眼压测量求其平均值并加以记录。

步骤三：a. 再请被检者戴上放置(等效球面)度镜片之试镜架及头戴式单极点脑波撷取器，实验检测计时 20 秒。

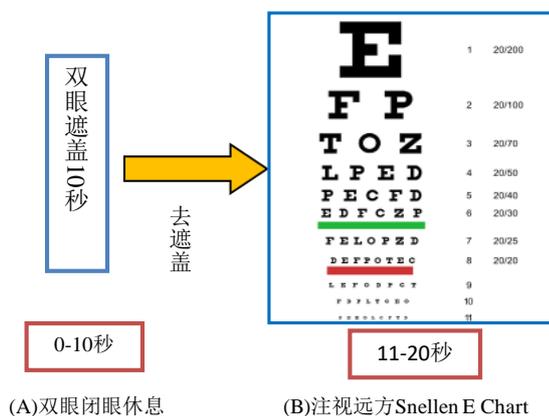
1) 先遮盖被检者双眼 10 秒，减少受测时干扰，并准备进行检测实验，撷取被检者脑波曲线图。实验结果为脑波曲线图(A)区，如图 8 所示。

2) 两眼去遮盖，请被检者以 10 秒数注视 Snellen E Chart，并撷取被检者脑波曲线图。实验结果为脑波曲线图(B)区，如图 8 所示。

步骤三：b. 完成单极点脑波撷取器撷取脑波曲线图之实验后，请被检者将单极点脑波撷取器拿掉，配戴等效球面镜片，自行活动(模拟日常用眼习惯)约 15 分钟后，取下试镜架，做第二次眼压测量，眼压测量时，同样采取连续三次眼压测量求其平均值并加以记录。

此实验观测被检者受测时大脑视觉反应变化，可藉由脑波曲线图的专注曲线及放松曲线来判断被检

者心境是否放松、紧张(闭眼 A 区), 以及远方视力矫正后之状态(B)区。图 7 所示为脑波专注放松曲线测量顺序。



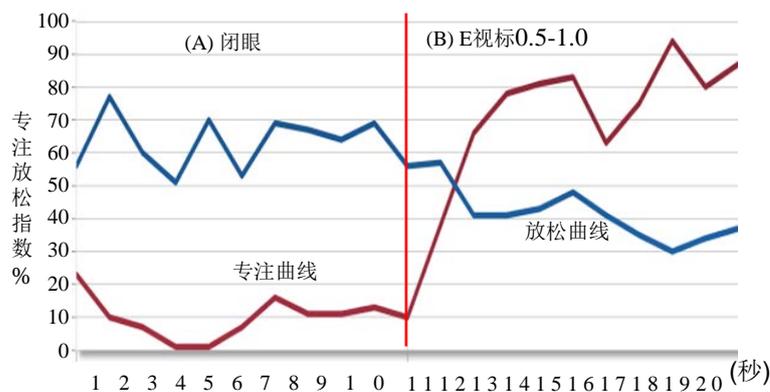
**Figure 7.** The measurement procedure of the brain wave's mediation curve

**图 7.** 脑波专注放松曲线测量顺序

被检测对象为 6 人, 19 岁~43 岁: 将以散光高低划分为两组, 依低与高散光进行实验, 实验流程简述如下:

I. 低度散光者(C-0.50 D~C-1.75 以内), 以单极点脑波撷取器撷取配戴最佳矫正镜片及等效球面镜片后脑波表现状态。闭眼 10 秒后, 注视远方视标 10 秒, 并纪录脑波专注放松曲线图。被检者男性 31 岁, 镜片处方为右眼近视 3.50 D 散光-0.5D 轴位 136°, 左眼近视 3.50 D 散光-0.5 D 轴位 98°。

1) 被检者配戴最佳矫正镜片时, 测试脑波专注放松曲线图如图 8 所示。



**Figure 8.** The brain wave's mediation curve of wearing optimum refractive correction lenses

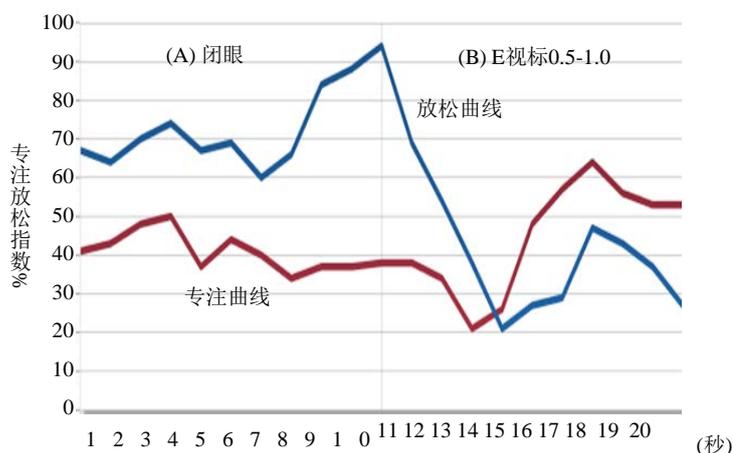
**图 8.** 配戴最佳矫正镜片脑波专注放松曲线图

被检者配戴最佳矫正镜片时, 脑波专注放松曲线说明如下:

A 区闭眼区: 被检者脑波放松曲线高于专注曲线, 显示被检者身心是放松的状态。

B 区: 去遮盖后被检者专注曲线上升, 高于放松曲线, 表示视觉是清晰的。

2) 被检者配戴等效球面度镜片时, 测试脑波专注放松曲线图如图 9 所示。镜片等效球面度处方为右眼近视 3.75 D, 左眼近视 3.75 D。



**Figure 9.** The brain wave's mediation curve of wearing spherical equivalent lenses

**图 9.** 配戴等效球面度镜片脑波专注放松曲线图

被检者配戴等效球面镜片时，脑波专注放松曲线图说明：

A 区闭眼区：被检者脑波曲线放松线高于专注线，显示被检者身心是放松的状态。

B 区注视视标区：去遮盖后被检者专注线上升，高于放松线，表示也是视觉是清楚的。

II. 高度散光眼被检者(C-2.00 D 以上)，以单极点脑波撷取器撷取配戴最佳矫正镜片及等效球面镜片后脑波表现状态，先闭眼 10 秒之後，注视远方视标 10 秒并纪录脑波专注放松曲线。被检者 21 岁女性，处方为右眼近视 2.50 D 散光-2.00 D 轴位 20°，左眼近视 2.50 D 散光-2.00 D 轴位 160°。

1) 被检者配戴最佳矫正镜片，用脑波量测专注放松曲线，经量测结果与图 8 一致。说明如下：

A 区闭眼区：被检者脑波放松曲线高于专注曲线，显示被检者身心是在放松的状态。

B 区：去遮盖后被检者专注曲线上升，高于放松曲线，表示视觉是清晰的。

2) 被检者配戴等效球面度镜片，其处方为右眼近视 3.50 D，左眼近视 3.50 D，用脑波量测专注放松曲线，测试结果脑波专注放松曲线图与图 9 所示一致。

实验第一步骤为远方视力检测，判断眼屈光状态，并运用单极点脑波撷取器撷取分析脑波专注曲线与放松曲线之表现，经多人实验测试结果，整理得如表 2 所示。

**Table 2.** Distance vision examine

**表 2.** 远方视力检测

远方视力条件、视力与脑波表现		
远方视力未矫正	是	否
远方视力表现	模糊	清楚
脑波表现	放松曲线高于专注曲线	专注曲线高于放松曲线

实验步骤二中取得被检者散光眼配戴远方视力最佳矫正镜片及等效球面镜片，其脑波放松曲线与专注曲线之表现，经多人实验测试结果，整理得如表 3 所列。

#### 4.4. 眼压值测量分析

用脑波量测专注放松曲线，被检者的镜片处方为左眼近视 3.50 D 散光-0.50 D 轴位 98°。等效球面度为右眼近视 3.75 D，左眼近视 3.75 D。

- A1. 被检者配戴最佳矫正镜片 15 分钟后, 测量眼压值并加以记录, 如表 4 所列。  
A2. 被检者配戴等效球面镜片 15 分钟后, 测量眼压值并加以记录, 如表 4 所列。

**Table 3.** The brain wave curve representation of distance vision clarity

**表 3.** 远方视力清晰度脑波曲线图表现

脑波表现	(B)区专注曲线高于放松曲线	(B)区专注曲线高于放松曲线
最佳矫正镜片	✓	
等效球面镜片		✓

**Table 4.** IOP value of the wearing the optimum refractive correction and spherical equivalent lenses

**表 4.** 配戴最佳矫正镜片及等效球面镜片后眼压值

最佳矫正镜片		等效球面镜片		眼压值变化量
R	12 mmHg	R	16 mmHg	增加 4 mmHg
L	16 mmHg	L	18 mmHg	增加 2 mmHg

实验结果说明, 被检者配戴最佳矫正镜片与等效球面镜片各 15 分钟后, 经两次眼压测量后明显可见被检者配戴等效球面镜片后, 右眼(R)眼压值上升 4 mmHg, 左眼(L)眼压上升 2 mmHg。

本实验针对三位高度散光者(C-2.00 D 以上)配戴两种屈光矫正镜片, 阅读 15 分钟后进行眼压测试, 三位实验结果相同, 其中一位两眼眼压测试值如表 5 所列。

**Table 5.** The IOP measurement value of high level astigmatism

**表 5.** 高度散光眼压测量值

最佳矫正镜片		等效球面镜片		眼压值变化量
R	17.33 mmHg	R	18.66 mmHg	增加 1.33 mmHg
L	18.66 mmHg	L	18.66 mmHg	增加 0 mmHg

表 6 所列, 低度数散光与高度数散光配戴最佳矫正屈光度镜片与等效球面度镜片, 其眼压、脑波所产生之差异性。

**Table 6.** The IOP and brave wave measurement value of the astigmatism wearing optimum refractive correction and spherical equivalent lenses

**表 6.** 散光最佳矫正镜片与等效球面镜片眼压及脑波之量测值

配戴镜片	低度散光		高度散光	
	最佳矫正镜片	等效球面镜片	最佳矫正镜片	等效球面镜片
眼压 (mmHg)	R: 12.33 mmHg L: 15.66 mmHg	R: 15.66 mmHg L: 17.66 mmHg	R: 17.33 mmHg L: 18.66 mmHg	R: 18.66 mmHg L: 18.66 mmHg
脑波图	专注值高	专注值高	专注值高	放松值高

## 5. 结论

由于验光检查过程中, 牵涉到许多被检者因为年龄、工作环境、用眼习惯及身体健康、心理因素等状况。所以验光检查者必须运用各种方式交叉反复检测, 同时也必须营造出被检者愿意配合的检眼环境。现今将视觉检查中加入了脑波检测, 使验光检测过程中经由撷取脑波讯号比对分析, 让检查者更容易了

解被检者受测时其精神、情绪状态,更有利于机转评估及更多矫正方向选择,脑波量测数据对应视力清晰度。

散光眼矫正必须测定两条径线的屈光力,矫正镜片须为球面+柱面镜为混合镜片,目的是移除的史坦姆(Strum)氏圆,并使最小模糊圆在视网膜上成为主焦点。若只使用等值单一球面镜片即等效球面度最小模糊圆无法缩小距离,另一条径线仍呈现模糊的视网膜影像。也就是说用等效球面镜片矫正散光没有稳定的设置在史坦姆(Strum)氏圆理论,视网膜最小模糊圆内。这与视力差异性、轴度位置都有密切相关性。使用等效球面度要让视力的平衡达到完全精准,有些不太确定性,但重要的是不能够引起太大差异性,使影像过度的模糊。

散光矫正时需对于孩童必须给予散光最佳矫正(MPMVA)。成人也尽可能给予散光最佳矫正值,并提醒矫正不舒适感鼓励适应。若无法容忍适应散光最佳矫正,可降低柱面镜度数,但须注意球面度影像必须维持在一定清晰度状态。

眼压生理依赖多种全身和眼部因素,包括年龄和血压[6]。IOP 正常范围定义可以考虑眼压的生理关联。在当今世界,电子产品无所不在,并且以各种不同形式存在,足以影响人类眼内压(IOP)。电子产品的使用已成为各行业的必需品,对眼睛造成压力,影响眼压,对此问题不容小阙。人类每分钟眨眼 15 次,在使用电子产品设备时,眨眼次数变少,相对增加眼屈光力伤害的风险。对屈光不正或近视度数恶化,明显也影响眼压(IOP)高低,特别是对电子产品需求高的年轻人。实验结果显示,左眼和右眼 IOP 的有差异性,眼压升高左眼高于右眼,可能是由于眼睛阅读方向,从左到右的影响[7]。

## 参考文献

- [1] 姚博熙. 应用于非接触眼压量测机制之角膜模型建构与物力分析[D]: [硕士学位论文]. 台湾: 国立交通大学, 2008.
- [2] Touzeau, O., Gaujoux, T., Bullet, J., Allouch, C., Borderie, V. and Laroche, L. (2012) Relationships between Refractive Parameters: Sphere, Cylinder and Axis. *Journal Français d'Ophthalmologie*, **35**, 587-598. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2011.12.006>
- [3] Pascal, J.I. (1953) The Equivalent Sphere and Chromatic Interval in Astigmatism. *American Journal of Ophthalmology*, **36**, 1730-1732. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(53\)90012-9](https://doi.org/10.1016/0002-9394(53)90012-9)
- [4] Brooks, C.W. and Borish, I.M. (2020) *System for Ophthalmic Dispensing*. 3rd Edition, Elsevier, Amsterdam.
- [5] 彭国益. 脑波应用于近方视力量测之研究[D]: [硕士学位论文]. 台湾: 逢甲大学, 2017.
- [6] Wang, Y.X., Xu, L., Wei, W.B. and Jonas, J.B. (2018) Intraocular Pressure and Its Normal Range Adjusted for Ocular and Systemic Parameters. *The Beijing Eye Study 2011. PLoS ONE*, **13**, 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196926>
- [7] Qudsiya, S.M., Khatoun, F., Khader, A.A., Ali, M.A., Hazari, M.A.H., Sultana, F. and Farheen, A. (2017) Study of Intraocular Pressure among Individuals Working on Computer Screens for Long Hours. *Annals of Medical Physiology*, **1**, 22-25. <https://doi.org/10.23921/amp.2017v1i1.263328>