

# 眼 压 计

张学勇 马建国



眼压计测眼压是一种间接测量法,根据 Imbert-Fick 定律:一个充满液体的密封薄膜球体内的压力等于压平该球外壁成一平面的压力。通过用一定的外力施加于眼球角膜,测出相应的压平面积或压陷深度,再换算成眼内压,从而达到测量眼球内压的目的(如图所示)。

依其测量原理,眼压计分为两种类型:压陷眼压计和压平眼压计。

压陷眼压计

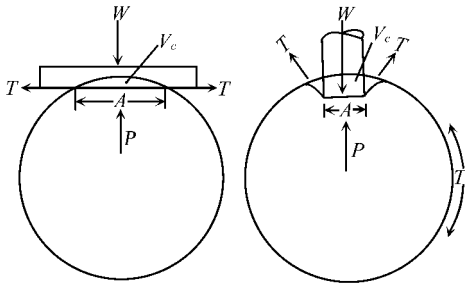
## 压陷眼压计

这类眼压计是测量一定重量压在角膜上所产生的压陷深度,然后换算成眼压,以修兹氏(Schiotz)眼压计为代表。

它的基本结构主要包括三个部分:压柱、足板和持架。压柱在圆筒内滑动,当眼压计垂直于眼球上,压柱压陷角膜,依据角膜压陷的深度,间接测知眼

眼睛是以光作为适宜刺激的视觉生物器官,可视为一种复合的光学系统。在几何外形上,眼球可以近似认为是一个充满房液的密闭球体。眼球为了完成其正常视觉功能,必须维持内压高于大气压的一定水平才能保持形状的稳定。

现代眼科学已证实,人的眼压如同血压一样,24小时是波动的,掌握眼压的变化规律对于眼科疾病的诊断具有重要价值。对于眼压过高或过低的病人,实施眼压监测是非常重要的。



眼压计测压原理示意图

等诸多因素的影响,其分布颇不规则。



图4 光弹贴片所显示的裂纹扩展

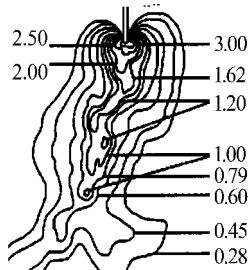


图5 试件缝端应变场分布

记录系统,适时地记录动态的光弹性图像,即等差线图(如图6所示)。根据某一瞬时的等差线图,并结合空边界应力的正负符号,可以绘出人体下颌骨模型在水平方向承受载荷所引起的应力分布图(如图7所示)。

光弹性是力学、光学和新技术相结合的学科,现代工业生产的发展给光弹性法的发展创造了条件,反过来光弹性法的发展又促进了生产的发展。目前我们正处于科学突变和生产高潮时期,光弹性法也必将随着生产高潮向新的阶段发展。

人体下颌骨动态光弹应力分析 据医学临床统计,诸如跳伞、拳击等体育活动中形成人体下颌骨骨折的原因,往往是由冲击载荷所引起的,故对人体下颌骨进行冲击载荷下的动态瞬应力分析,在医学临床、军事和体育等方面都具有实际意义。把用光弹性材料制成的人体下颌骨平面简化模型置于正交圆偏振光场中,以落锤施加冲击载荷,并采用电火花式超高速记录系统。在模型自由边界上不同部位粘贴电阻应变片,用来确定随时间变化的空边界应力符号。当重锤与模型接触的瞬时,通过接触脉冲信号发生器产生一个正的触发脉冲来触发整个超高速



图6 瞬时等差线图

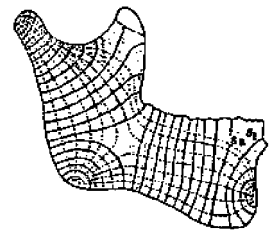


图7 主应力迹线图

(谢文广、王强,黑龙江大学物理学院 150080;周静,哈尔滨师范大学物理系 150025)

压,角膜压陷愈深,眼压愈低。圆筒的下端为凹形,构成足板,压柱的下端也为凹形,与足板有相同的曲率半径。压柱的直径为3毫米,足板的直径为10毫米。压柱垂直运动,向上传至锤弓,作用如杠杆,使指针在刻度板上指示角膜的压陷深度。当已知压柱重量,并测知角膜压陷深度后,查对 Friedenwald 眼压换算表得知被测眼球的眼压值。

压陷眼压计的优点是结构简单、价格便宜、操作简便,所以至今仍是临床上主要使用的眼压计之一。

但该眼压计的主要缺点是其测压原理只是近似符合 Imbert-Fick 定律,眼压测量误差受角膜曲率、眼壁硬度等眼球因素影响较大;另外,角膜被压柱压陷一定的深度可能会造成一定的伤害。鉴于上述原因,目前眼科界积极倡导用压平式眼压计取代压陷式眼压计。

### 压平眼压计

哥德曼(Goldmann)眼压计,目前被认为是测量精确度最高的眼压计。它是根据将角膜压平到一固定面积(压平圆直径3.06毫米)所需的压平力大小而换算成眼压值的。该眼压计主要由测压头、测压装置和重力平衡杆等三部分组成。测压头为透明塑料制成的两端大小不等的平顶圆锥柱,并装有两个基底相对的三棱镜。测压前,向眼睛滴入荧光素染色液体,当测压头压平角膜时,借助于紫外光照射,通过显微镜观察可见泪液被挤压扩展成蓝色的圆环,依据几何光学原理,两个三棱镜将圆环成像为两个错位的蓝色半圆。测压装置为一能前后移动的压力臂,由内部装置的弹簧系统控制,测压旋钮滚轮可以调整弹簧的张弛,在其上面有以克为单位的重量单位,范围为0~8克。测量眼压时,捻动测压旋钮,在裂隙灯直视下,当两个半圆环的内缘相扣时,角膜压平圆面的直径即为3.06毫米。此时所需的压平力(以克为单位)乘以10即是被测眼球的眼内压。

非接触眼压计(Non-Contact Tonometer,简称NCT),主要由以下三个部分组成:气流及控制计时系统、NCT的注视红点与角膜顶点准直及校正系统和角膜压平监视系统。仪器内装有计算机及显示器,用以调整控制各个系统、处理计算获得的数据以及显示测量结果。该仪器与哥德曼眼压计相似之处是,两者都将角膜压平至一固定直径,哥德曼眼压计为3.06毫米,而NCT是3.60毫米。NCT之所以

称为非接触眼压计,是因为它以脉冲气流压平角膜。另外,NCT与现有任何眼压计根本不同之处是其测压原理:角膜被一恒压脉冲气流压平到一定面积所需的时间与眼压的高低成线性关系。因此,只要精确测量恒压气流将角膜冲压至3.60毫米所需的时间(一般为2~3毫秒),就可以换算成眼压值。

HX眼压计,该眼压计是目前我国自主研发的智能化手持式压平眼压计,它采用特殊的圆台压平棱镜,基于独特的光学测量原理,辅以光电传感和单片机等智能化技术,实现角膜压平面积或压平直径的线性动态检测和眼压智能测量。该压平棱镜测量角膜压平面积基本原理是基于光的全反射定律,当棱镜未接触角膜时,投射到棱镜底面光全部反射返回,光强不变;而当棱镜压平角膜时,压平部分的光线进入眼球,则反射光强减小,籍此光强的变化可以标定压平面积的大小,眼压计压平力则采用压平棱镜的自重。

其中,哥德曼眼压计的操作过程较为繁琐和严格。NCT的结构复杂、价格昂贵、技术条件要求高。使用两者测量病人眼压时,病人都只能采取坐式。智能袖珍便携、操作简便为HX眼压计的主要特点和优点,缺点是测量病人眼压时,只能采取卧式,因而都影响了它们使用的普及。

目前,可采取任意体位测量眼压的只有Tonopen,其主要由测压头和二次仪表两部分构成,而测压头实际上就是一个应变计,其结构是在一个较大的圆形足板中间安有一个直径大约为1.02毫米的应变片。当测压头压平角膜时(一般压平面积都大于应变片的面积),应变片有相应的位移形变,形变量的大小与眼压的高低有关。由力作用模式分析可知,眼球球壁张力的方向与应变片是垂直的,因而应变片感知的只是眼内压的大小。这种眼压计最突出的优点是病人可以采取任意体位进行眼压测量,但Tonopen也存在以下两方面的缺点:缺少准直功能,因而探头压在角膜上位置具有随意性,由于角膜的张力分布是非均匀的,所以该眼压计连续几次的测量值的重复性较差;二是对于低眼压值的测量,Tonopen既不准确也不灵敏,因为角膜有一定的厚度和一定的张力分布,在低眼压情况下,厚度和张力成为不可忽略的因素。

(安徽教育厅自然科学基金资助项目2005KJ228;合肥市安徽建筑工业学院数理系230022)