

卡式数码相机改装进行摄影验光的临床应用

王斌¹, 牟莉², 张家荣³, 胡俊贵¹, 魏明¹, 宋润好¹

基金项目:中国连云港市医学重点人才资助项目(No. ZC237)
作者单位:¹(222042)中国江苏省连云港市第一人民医院东方医院眼科;²(221002)中国江苏省徐州市,徐州医学院附属医院眼科;³(222000)中国江苏省连云港市中医院眼科
作者简介:王斌,男,副主任医师,主任,研究方向:小儿眼科、白内障。
通讯作者:王斌. easy2000@163.com
收稿日期:2011-08-04 修回日期:2011-09-29

Clinical application of the photorefraction in vision screening by the device refitted from pocket-sized digital camera

Bin Wang¹, Li Mu², Jia-Rong Zhang³, Jun-Gui Hu¹, Ming Wei¹, Run-Hao Song¹

Foundation item: Lianyungang Key Medical Personnel Items, China (No. ZC237)

¹Department of Ophthalmology, East Hospital, the First People's Hospital of Lianyungang City, Lianyungang 222042, Jiangsu Province, China; ²Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical College, Xuzhou 221002, Jiangsu Province, China; ³Department of Ophthalmology, Lianyungang Chinese Medicine Hospital, Lianyungang 222000, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Bin Wang. Department of Ophthalmology, East Hospital, the First People's Hospital of Lianyungang City, Lianyungang 222042, Jiangsu Province, China. easy2000@163.com
Received: 2011-08-04 Accepted: 2011-09-29

Abstract

• AIM: To evaluate the feasibility and reliability of the digital photorefraction device refitted from the pocket-sized digital camera in the vision screening of infants.
• METHODS: One hundred infants aged from 6 months to 72 months were screened by the digital photorefraction device. The results were compared with clinical examination and retinoscopy.
• RESULTS: The specificities of the simple device in hyperopia, myopia, astigmatism, anisometropia, strabismus were: 96.46%, 95.29%, 96.75%, 98.97%, 100%, and the sensitivities were: 82.76%, 93.33%, 84.78%, 75.00%, 100%.
• CONCLUSION: The simple device is characterized by high sensitivity, good reliability, high specificity, simple operation, low price, easy popularization. It could be used for vision screening of children. It is applicable to establish and popularize the family mode of vision screening.
• KEYWORDS: photographic refractor; vision screening; family-oriented; refractive errors

Wang B, Mu L, Zhang JR, et al. Clinical application of the photorefraction in vision screening by the device refitted from pocket-sized digital camera. *Guji Yanke Zazhi (Int J Ophthalmol)* 2011; 11(11):2002-2004

摘要

目的:探讨家用卡式数码相机改装的简易摄影验光设备用于婴幼儿视力筛查的可行性和可靠性。
方法:采用简易摄影验光设备对就诊怀疑有屈光不正的100例婴幼儿进行摄影验光,再行眼科常规检查和检影验光,将结果以标准分析法进行评估。
结果:简易摄影验光设备对远视、近视、散光、屈光参差、斜视的特异度为96.46%,95.29%,96.75%,98.97%,100%,灵敏度为82.76%,93.33%,84.78%,75.00%,100%。
结论:简易摄影验光设备具有较高的敏感性,可靠性,操作简单,价格低廉,易普及的特点,可用于幼儿视力筛查,适于家庭视力筛查模式的建立和推广。
关键词:摄影验光仪;视力筛查;家庭化;屈光不正
DOI:10.3969/j.issn.1672-5123.2011.11.044

王斌,牟莉,张家荣,等.卡式数码相机改装进行摄影验光的临床应用.国际眼科杂志 2011;11(11):2002-2004

0 引言

摄影验光是一种可以检测人眼屈光度的客观检查方法,适用于视力筛查工作,特别适合配合能力差的儿童,具有操作方便,快速准确的特点^[1]。2008年以来,我院采用家用卡式数码相机,通过改变其闪光灯照明光路等方法,使数码相机具有摄影验光的功能,开发出一种小型数码验光设备,用于幼儿的视力筛查,现总结如下。

1 对象和方法

1.1 对象 选取2009-06/08来我院就诊的患儿,包括家长要求了解视力情况,要求排除斜视,在幼儿园常规体检中怀疑有屈光不正的婴幼儿100例,其中男60例,女40例,年龄6月龄~6岁,平均4.6岁。设备:采用SONY T-20卡式数码相机和自行设计的照明转换装置组装的简易摄影验光设备。照明转换装置的结构和特征:取PMMA导光板按照数码相机闪光灯形状、闪光灯和镜头的位置关系,制备一个20mm×12mm×3mm长方体,外包反光材料和遮光材料,在导光板的凸凹面对应卡式数码相机闪光灯位置,按照闪光灯形状去除外包层,形成闪光灯孔;在导光板光滑面距离闪光灯孔远端,按照1mm×1mm去除外包层,间隔1mm再去掉一个,如此共形成6个方孔,行成一条照明光栅。取汽车装潢用黑色双面胶,照数码相机闪光灯形状镂空。将照明转换装置装配在数码相机上,照明光栅距离镜头中心线6mm。镜头正上方安置声光装置,简易数码摄影验光仪组装成功。

1.2 方法 拍摄过程均由同一位眼科医师操作。家长抱

表 1 根据预实验设定摄影验光结果分类标准

	摄影验光	散瞳验光
正常屈光	瞳高新月影 < 2mm	-1.00 ~ +1.00D
远视	新月影位于瞳孔的下侧或右侧, 宽度 > 3mm	> +1.00D
近视	新月影位于瞳孔的上侧或左侧, 宽度 > 1mm	< -1.00D
散光	同一眼在两张照片新月影宽度相差 > 2mm	> 1.00D
屈光参差	双眼新月影宽度相差 > 2mm;	> 2.50D
斜视	角膜反光点的位置偏离瞳孔中央	角膜映光法判断
屈光介质混浊	瞳孔反光中见不规则阴影	裂隙灯显微镜检查

幼儿坐在距拍摄者 1m 处的椅子上, 相机与受检者眼部在同一水平上, 镜头上方的声光闪烁灯吸引孩子的注意力, 按下快门拍摄。顺时针旋转相机 90 度, 重复以上步骤拍摄第 2 张照片。照片传输到连接的计算机上, 分析结果。照片应符合以下条件: (1) 照片清晰; (2) 双眼固视; (3) 至少有一眼的角膜反光点位于瞳孔中央; (4) 眼底反光可见。对所有研究对象滴用 10g/L 阿托品眼膏滴眼, 3 次/d, 连续 3d, 散瞳后检影验光、裂隙灯检查和斜视度测定。评价标准见表 1。将摄影验光检查结果与使用睫状肌麻痹剂后检影验光结果以标准分析法进行评估。

2 结果

摄影验光和检影验光结果对比见表 2。混合散光眼不被列入远视组或者近视组, 单纯近视散光和复性近视散光同时列入近视组, 单纯远视散光和复性近视散光同时列入远视组, 屈光间质混浊的儿童未根据屈光情况列入。使用遮盖一去遮盖法及角膜映光法结果检查出斜视检出 6 例。裂隙灯检查见屈光间质混浊 2 例, 1 例为先天性白内障, 1 例为角膜病。摄影验光和检影验光检出率见表 3。

3 讨论

弱视是指视觉发育期由于单眼斜视、未矫正的屈光参差和高度屈光不正及形觉剥夺引起的单眼或双眼最佳矫正视力低于相应的年龄视力, 或双眼视力相差两行或以上。我国儿童弱视绝大多数是由屈光不正引起, 特别是远视性屈光不正。我国全国弱视斜视防治学组 (1985) 对大量学龄前儿童进行普查与筛选, 弱视的患病率为 2.8%。

弱视不仅表现为视力低下, 而且没有健全的双眼单视功能, 这就给择业和人才的选送带来严重的问题, 对国家建设和个人前途均有较大损失。弱视治疗的效果与弱视治疗年龄密切相关, 年龄越小, 疗效越高。因此, 弱视相关因素的早期发现, 寻找理想的治疗方法及早期疗效的巩固是眼视光医生研究的重要问题。屈光不正性弱视及屈光参差性弱视在弱视中占有相当大的比例, 因此屈光检查在弱视的筛选、诊断、预后方面具有相当重要的作用。

婴幼儿语言表达能力、判断能力和理解能力均较差, 与家长和医生交流困难, 对检查配合极差。导致许多学龄前儿童做眼部检查滞后, 有的甚至一直等到孩子入学时才到眼科做检查, 错过了许多眼病最佳治疗年龄。另外检查方法不便也是一个制约因素, 使用睫状肌麻痹后检影验光, 虽然能得出准确结果, 但步骤繁琐、费时、有副作用, 不易被家长接受。要使用这种方法做普查, 显然是不合适的。对儿童来说, 寻找一种简单快捷的早期发现屈光不正、斜视等儿童眼病的方法具有重大意义。

Howland 等^[2]于 1974 年开发了一种新技术——正交摄影验光 (orthogonal photorefraction), 又于 1979 年创立另

表 2 摄影验光和检影验光结果对比

	摄影验光	检影验光
正常屈光 (眼)	88	83
远视 (眼)	76	87
近视 (眼)	36	30
散光 (眼)	44	46
屈光参差 (例)	6	8
斜视 (例)	6	6
屈光介质混浊 (眼)	2	2

一种摄影验光方法——各向同性摄影验光 (isotropic photorefraction), 因其光源均位于镜头的中心, 故可合称为中心摄影验光 (centric photorefraction)^[3]。同年, Kaakinen 创立了角膜、眼底反光同时摄影法^[4]。

1985 年, 王光霁等^[5]将其改进成双裂隙摄影验光仪。由于 Kaakinen 和王光霁这两种摄影验光仪的摄影光源均位于摄影镜头的旁边, 故又称之为偏心摄影验光 (eccentric photorefraction)。2002 年张涛等^[11]报道了数字式摄影验光仪的设计, 使用双光路设计, 引进计算机辅助分析图像。2001 年我国始有 MTI 摄影筛查仪的临床使用的报道^[6], 近年来也常见使用 Suresight 视力筛查仪^[7], NIDEK ARK-30 手持自动验光仪^[8]进行视力筛查的研究。2006 年王斌等采用单反专业数码相机改装进行摄影验光的研究^[9, 10]。

本项目主要是基于筛查设备的小型化研究和筛查模式的家庭化的研究, 该项目使用的普通卡式数码相机重量仅 150 克, 价格约 1500 元, 照明转换装置重量仅 10 克, 轻巧, 造价低廉, 可以单独开发成一个相机附属配件, 进行普及, 使家长足不出户就可以完成孩子的视力保健。

本项目的对比分析结果表明, 该简易设备在儿童的眼病和屈光筛查中的特异性和灵敏度较高, 远视、近视及散光的灵敏度分别为 82.76%, 93.33% 和 84.78%, 与 2006 年王斌等使用单反相机、长焦镜头进行研究的结果: 远视、近视及散光的灵敏度分别为 87.62%, 93.94% 和 80.77% 相符^[7]。

使用该项技术可以建立理想的婴幼儿视力筛查的家庭化模式: 由家长使用安装照明转换装置的家数码相机, 在家里给婴幼儿拍照, 照片上传到诊断中心, 专业人员进行分析, 给家长提出就诊建议。简易摄影验光仪的光学原理图 1 所示, 假设被检眼为近视眼, F 为照明光源, C 为相机镜头中心线, 两间距为 H。从光源 F 的中心点发出的光锥经过被检眼整个眼瞳 (圆 O), 照亮眼底并在视网膜上形成一弥散斑, 其间光锥在远点平面上形成一圆 G', 它与视网膜上弥散斑 G 共轭。从眼底漫反射回来的光线

表3 摄影验光检出率

	阳性	假阳性	假阴性	阴性	阳性预测值	阴性预测值	特异度	灵敏度
正常屈光(眼)	79	9	4	108	89.77%	99.18%	92.31%	95.18%
远视(眼)	72	4	15	109	94.74%	99.14%	96.46%	82.76%
近视(眼)	28	8	2	162	77.78%	99.52%	95.29%	93.33%
散光(眼)	39	5	7	149	88.64%	99.41%	96.75%	84.78%
屈光参差(例)	6	2	2	192	75.00%	99.61%	98.97%	75.00%
斜视(例)	6	0	0	194	100.00%	99.49%	100.00%	100.00%
屈光介质混浊(例)	2	0	0	198	100.00%	99.50%	100.00%	100.00%

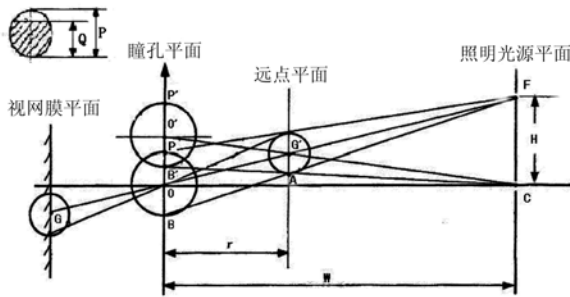


图1 简易摄影验光仪的光学原理示意图 Q: 瞳孔暗区高度; P: 被检查眼瞳直径; O: 眼瞳中心点; C: 相机镜头中心线; F: 照明光源; H: C, F 之间距离; r: 被检查眼远点距离; W: 摄影验光仪的工作距离。

也经过整个眼瞳,并通过对应共轭圆 G 中对应的共轭点。相机镜头中心点为 C, 连接 C, G' 两点, 其延长线交眼瞳平面于 O' 点, 并将圆 G 投影到眼瞳平面上得到圆 O'。圆 O 和圆 O' 分别与 Y 轴交于 P, B, P', B' 点, 线段 PB' 上的点射向点 C 的光线都能够经过远点平面上的圆 G, 即存在实际光线能够进入相机, PB' 是亮的。由作图可知 BB' 上的点向 C 点发出的光线均在圆 G 以外, 而实际上 BB' 上的点发出的全部光线都必须经过圆 G, 这样就没有实际光线能进入相机。由此可见, 只有圆 O 和圆 O' 的交叠区域中的每点才有一条光线通过 C 进入相机, 使 CCD 感光。摄影验光仪的工作距离为 W, 患者眼瞳直径为 P, 眼瞳处暗区高度 PB' 为 Q。当患者为近视时, 暗区位于眼瞳下方, Q 为负值; 反之, 远视患者 Q 为正值。由图 1 建立坐标系, 可得: $\triangle B'AB \approx \triangle CAF$, 因而公式 $-Q/H = -r/W - (-r)$ 成立。则被检近视眼的屈光不正度 $R = 1/r = (H-Q)/QW$ 。式中 r 为被检眼远点距离。远视眼可按同样的方法处理。

代入即可计算出屈光度和暗区高度的关系。瞳高为 8mm, 瞳孔暗区高度 $|Q| \geq 8\text{mm}$ 时, 为摄影验光的盲区, 计算得出该数码摄影验光仪在 1m 工作距离的盲区是 -0.25 ~ -1.75D, 1.5m 工作距离的盲区是 -0.16 ~ -1.17D。

微型照明转换装置的结构和特征: 该微型照明转换装置已申请实用新型专利, 采用光的反射原理, 将相机闪光灯的光源移位到距离相机镜头中心线仅 6mm 处, 可以最大限度的减少摄影验光的盲区。导光板凸凹面对摄入光线起到散射的作用, 保证各个方向都能够得到充分的照射。不破坏相机的结构, 采用不透光的黑色双面胶连接, 拆装方便(伸缩性卡式数码相机具有较大的光学变焦功能, 采用分体式方案, 使用光纤结构连接)。数码相机参

数设置: 拍摄模式采用低照度下使用闪光灯模式, 取消防红眼功能, 光学变焦 3 倍既可以满足拍摄要求, 也可以加用数码变焦。检查环境要求: 不需要暗室条件, 但是对室内照度有一定要求, 因为要恒定的照度, 不宜使用自然光。室内照度约 100 流明, 相当于晚间室内灯光强度, 这时患儿瞳孔大小是 6 ~ 8mm。

总之, 随着社会经济的发展和生活质量的提高, 人们认识也在不断增强, 儿童眼病及视觉异常已成为每个家庭和全社会共同关心的问题。越来越多的人已认识到儿童眼病的特殊性, 从出生始到 6 岁为视觉及视功能发育的关键期和敏感期, 这个时候出现的问题极易造成视功能的障碍或弱视。

但同时也因为这一时期的可塑性及视功能的可逆性, 早期发现并早期治疗这些疾病, 可以大大降低斜视、弱视的发病率, 提高其治愈率。到 8 ~ 9 周岁, 视力及视功能的发育就基本达到成人水平。如果延误治疗, 弱视治疗的有效性, 治愈率将降低。而三级视功能的缺损, 将不能满足将来的现代生活需要, 给家庭和社会造成巨大的损失。该设备具有设备价格低廉, 操作简单, 易普及的特点, 敏感性、特异性达标, 可用于低龄幼儿弱视高危因素的筛查和家庭视力筛查模式的建立和普及。

参考文献

- 1 张涛, 邹林儿. 数字式摄影验光仪的设计与研究. 光学仪器 2002; 24(6): 42-46
- 2 Howland HC, Howland B. Photorefracton: A technique for the study of refractive state at a distance. *Journal of the Optical Society of America* 1974; 64(2): 240
- 3 Howland HC, Atkinson J, Braddick O. A new method of photographic refraction of the eye. *Journal of the Optical Society of America* 1979; 69: 1468
- 4 Kaakinen K. A simple method for screening of children with strabismus, anisometropia or ametropia by simultaneous photography of the corneal and the fundus reflexes. *Acta Ophthalmol* 1979; 57: 161
- 5 王光霁, 瞿佳. 角膜、眼底反光同时摄影法的应用. 中华眼科杂志 1988; 24(3): 150-154
- 6 黄立红, 顾芳. 摄影验光法在学龄前儿童弱视普查中的意义. 中国斜视与小儿眼科杂志 2001; 9(4): 177-179
- 7 朱德海, 甘晓玲. Suresight 手持验光仪在儿童屈光检查的应用. 中国斜视与小儿眼科杂志 2004; 03: 107-109
- 8 刘菊, 赵堪兴, 郑曰忠, 等. 手持自动验光仪筛查儿童屈光不正的可行性探讨. 中国实用眼科杂志 2006; 24(3): 296-298
- 9 王斌. 摄影验光技术在婴幼儿弱视相关因素筛查中的应用进展. 国际眼科杂志 2005; 5(6): 1232-1234
- 10 王斌, 梁平. 数码摄影验光法在儿童眼病与屈光异常普查中的应用. 临床眼科杂志 2005; 13(4): 313-315