

不同波长单色光对眼屈光状态的影响^{*}

谭 娅 综述,徐智勇,周希媛[△]审校(重庆医科大学附属第二医院眼科,重庆 400010)

【关键词】 波长; 单色光; 屈光; 视网膜

DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2014.21.053 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2014)21-3065-02

随着当今社会的迅速发展,人们对光环境的要求也随之提高,同时所处的光环境对视力有不小的影响,尽管各式台灯、护眼灯、LED 灯等人工光的广泛应用,但近视问题也越发严重,并且呈现出明显的低龄化趋势。最近由国家体育总局、教育部以及卫生和计划生育委员会等部门联合组织对全国学龄儿童及青少年的体质与健康进行调查研究,统计了 7~<12 岁、12~<15 岁、15~<18 岁以及 18~<22 岁 4 个年龄段的视力情况,其视力不良检出率分别为 40.89%、67.33%、79.20% 和 84.72%^[1]。较既往相比,儿童和青少年的近视不仅发病年龄提前,近视的发病率也明显升高。并且大多数病理性近视(或变性近视)出现了不同程度的眼底改变,同时引起白内障、青光眼、玻璃体病变、视网膜脱离及后极部葡萄肿等并发症的风险也较大。因此,这早已是一个备受关注的健康问题,不仅危害人们的视觉健康,更影响生活质量。而影响视力的因素除先天的遗传因素外,后天环境等因素也更为重要,有研究发现人类的明视觉是依靠光线而存在的,而视觉的形成,主要是与视觉的刺激和人眼的光学系统有关。总的来说,视觉的形成是光能与化学能相互转变的一个过程,光作为视觉形成的必要条件,在眼屈光状态的发育过程中起着非常重要的作用^[2-3]。

光,是生存环境中不可缺少的一部分,也是视觉形成的必要条件,而人类所处环境中的光谱组成也是随时在变化,并且眼球屈光介质对光谱的吸收也并非是一成不变的。根据眼的实际感觉,光分为可见光和不可见光,在可见光中根据波长的不同又分为红光、橙色光、黄光、绿光、青光、蓝光和紫光等,红光波长最长;不可见光根据波长分为红外线和紫外线。人类刚出生的时候眼都是处于远视状态,从睁开的那一瞬间起,外界的视觉刺激就开始并不断对眼球的生长发育起到精确的调控作用,在眼的各种屈光因子相互协调配合下,眼球壁也会向着物像焦点的方向渐进性生长,直至屈光状态和眼轴长度与物像焦点达到合适的匹配,这一过程就被视为“正视化”。通过研究比较分析,豚鼠与人类的正视化过程极为相似,因此关于人类正视化的研究大多数都是以豚鼠为标准,在 9~11 周,豚鼠在视觉发育期内各项屈光参数会逐渐向正视化发展,完成正视化^[4-5]。

1 不同波长单色光对眼屈光介质的影响

正视化过程是动态持续的,在这一持续过程中不同波长的单色光又会对眼的屈光状态有怎样的影响,钱一峰等^[6]拟建立近视眼动物模型,利用 530 nm 单色绿光对豚鼠进行 12 周光照后,与对照组(白光)比较,两组豚鼠的屈光度均向近视方向偏移,但绿光组豚鼠较白光组平均发生约 -2 D 近视;两组眼轴和玻璃体腔长度变化差异有统计学意义($P<0.05$);虽然两组

角膜曲率半径、前房深度以及晶状体厚度均发生了不同程度的增加,但两组之间的变化差异无统计学意义($P>0.05$)。另一项相关实验中,红光照射组与黄光及蓝光的对照实验中,红光照射组眼轴长度的变化较对照组差异有统计学意义($P<0.05$),豚鼠双眼眼轴均有增长^[7]。

有研究对 60 只出生 3 d 的豚鼠在进行绿光(530 nm)与紫光(400 nm)以及弱光照射后,其眼球屈光度均有明显差异,绿光照射组屈光度明显向近视发展;而紫光照射组与弱光照射组屈光度在光照第 6 周时出现明显差异,紫光照射组使豚鼠的屈光度保持远视状态。而绿光照射组与弱光照射组眼轴长度在光照第 4 周以后出现明显差异,而两组的玻璃体腔深度则在光照第 2 周时出现明显差异,且差别会逐渐增大^[8]。所以说长波长单色光明显引起豚鼠眼的屈光度向近视发展,并加速眼球玻璃体腔深度的增加及眼轴延长,短波长单色光诱导豚鼠产生远视,使眼球玻璃体腔延长减缓及脉络膜增厚,但在恢复正常光照后,屈光度可以恢复。在长波长单色光诱导恒河猴眼屈光的过程中也出现了以上相近的改变,考虑到长波长单色光能引起眼球屈光发育改变的机制可能与其色觉通道对比的改变有关^[9]。刘永松^[10]也通过实验研究发现单一波长的单色光照射可以改变豚鼠的正视化进程,在不同单色光的环境下发育,豚鼠屈光状态也有所不同,而长波长的绿光就可以诱导发育期豚鼠产生近视。

在同类实验研究中,长波长光照组豚鼠的屈光力向近视方向逐渐偏移,并且其玻璃体腔延长趋势和其屈光度下降的变化趋势完全吻合,同时豚鼠眼脉络膜的厚度在实验开始后即表现出了变薄的趋势;而在短波长的刺激下,豚鼠的屈光发育和正常对照豚鼠无明显差异;其角膜曲率及晶体厚度在不同波长光照组之间则无明显变化^[11]。当眼玻璃体腔及眼轴延长超出正常范围,而眼角膜和晶状体还在正常范围时,视物所呈的像就会聚焦在视网膜之前形成近视。人类生活环境中的光由不同波长的单色光组成,通过以上研究可见长波长光对眼屈光的影响更为明显,若长时间在长波长光下用眼,眼球屈光向近视发展的概率也会相对增加。

2 不同波长单色光对视网膜的影响

光折射后聚焦在视网膜上是人们获得清晰视觉的前提,而视网膜的成像功能又由膜上各个细胞而定,生活中不同波长的光对视网膜色素上皮(RPE)细胞活性也是有影响的,RPE 细胞对维持正常光感受器细胞的形态、功能都具有重要作用,而各种光照又均可使 RPE 细胞生长变慢,在相关实验中,蓝光下培养的 RPE 细胞生长最慢,其次为红光、白光^[12],进而蓝光对人 RPE 细胞的形态、功能造成的影响强于红光和白光。近

^{*} 基金项目:重庆市科委自然科学基金一般项目(2010BB5392)。

[△] 通讯作者,E-mail:1617805854@qq.com。

年来的研究发现,RPE 细胞通过分泌生长因子在眼球的生长中发挥作用^[13],而不同波长的光照射可影响人 RPE 细胞的增生及其分泌肝细胞生长因子(HGF)、碱性成纤维细胞生长因子(bFGF)和转化生长因子- β (TGF- β)的功能,bFGF 可以抑制近视的发生,而 TGF- β 可以促进近视的发生,而 HGF 对近视的发生、发展起何种作用尚不清楚,从而提示近视的形成与不同波长的光相互作用有关^[14]。其中红光照射视网膜各层 TGF- β 的表达量较高,而蓝光照射视网膜各层 TGF- β 的表达量较低^[7]。

人的视网膜光感受器包含了 3 种基本类型感受色觉的视锥细胞,分别是蓝敏视锥细胞、绿敏视锥细胞、红敏视锥细胞,它们对不同波长光的灵敏度不同^[15]。实验在长期用单色光照射后,豚鼠视锥细胞的密度及其视蛋白的表达也出现了相应变化。与白色混合光照射组相比,绿光照射组表达的视锥细胞密度明显增多,紫光照射组则明显减少。绿光照射组中绿敏视蛋白及其 mRNA 的表达都明显增多,而紫光照射组的长波长敏感视蛋白及其 mRNA 的表达明显减少^[16]。而人的视锥细胞为视细胞的重要部分,主感昼光觉,虽然光敏感性相对视杆细胞差,但视敏度相对较高,对视觉起着主导作用。

3 人工光的广泛应用

当代社会近视的发生率逐渐升高,在校学生的视力不良检出率最高,除先天的遗传因素外,更为主要的是受后天环境等因素的影响,而教室是学生在校学习的主要场所,教室的照明又构成了学生学习的主要人工光环境,保护学生视力,预防近视是当代的主要社会工程。所以,选择适宜的照明光线对保护视力及预防近视具有重要的现实意义^[17]。自 20 世纪 50 年代起,荧光灯成为人们工作环境中的主导光源,当时市场上热销的“护眼灯”的发光原理也是荧光原理,荧光灯发出的可见光主要波长为 405 nm(蓝紫光)及 436 nm(蓝光),短波相对较多^[18],这对近视的预防应该有一定效果。但如果明显缺乏长波光,短波多的光源也会使人眼不适应,使眼睛蒙受强烈刺激^[19],故应从光谱的组成方面深入认识荧光灯是否对学生视力存在潜在威胁。而现在 LED 灯也被广泛应用,其能发出红、橙、黄、绿、蓝等多种色光,生活中使用最多的是白光,所以 LED 灯的各种波长光的组合对屈光状态也有一定的影响,在使用照明舒适的基础上可以使组合光中短波长的光相对多一点。同时有研究利用光反射原理,让志愿者在不同光谱的光照下进行阅读及书写,发现使用选择性吸收长波长光的纸张可以相对减少眼的调节,进而减缓近视的发展^[20]。

通过对文献的阅读,基于不同波长单色光组合对眼屈光介质及视网膜细胞的影响,改造照明光源也许是改善眼屈光状态的新的、且有益的探索和尝试,研究者可以进一步研究光照与人类眼球屈光发育的关系,为预防和控制近视提出有效且可行的方法。

参考文献

[1] 褚仁远,钟立. 科学防治青少年近视[J]. 中国眼镜科技杂志,2012(5):112-114.
[2] Smith EL,Bradley DV,Femandes A,et al. Continous ambient lighting and eye growth in primates [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci,2001,429(6):1146-1152.

[3] Tejedor J, Villa P. Refractive changes induced by form deprivation in the mouse eye[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci,2003,44(1):32-36.
[4] 王瑞卿,瞿佳,吕帆. 正常幼年豚鼠视觉发育的正视化过程研究[D]. 温州:温州医学院,2002.
[5] Ooi CA,Grosvenor T. Mechanisms of emmetropization in the aging eye[J]. Optom Vis Sci,1995,72(2):60-66.
[6] 钱一峰,戴锦晖,刘睿,等. 530nm 单色光诱导豚鼠近视眼模型的建立[J]. 中国实验动物学报,2009,17(6):401-405.
[7] 陈冬红,褚仁远,周国民,等. 不同波长有色光对豚鼠眼球生长发育的影响[J]. 眼视光学杂志,2003,5(3):144-146.
[8] 胡敏. 长波长单色光诱导豚鼠近视模型的建立及视网膜视蛋白表达研究[D]. 上海:复旦大学,2007.
[9] 刘睿. 单色光对豚鼠和恒河猴眼屈光发育及光谱敏感性作用的研究[D]. 上海:复旦大学,2008.
[10] 刘永松. 单色光下豚鼠屈光状态及光感受器超微结构和分化的研究[D]. 昆明:昆明医学院,2007.
[11] 熊士波. 不同波长单色光对豚鼠屈光发育的影响[D]. 温州:温州医学院,2011.
[12] 唐义灵. 不同波长光对体外培养人视网膜色素上皮细胞的影响[D]. 太原:山西医科大学,2007.
[13] Rohrer B,Stell WK. Basic fibroblast growth factor(bFGF)and transforming growth factor beta(TGF-beta)act as stop and go signals to modulate postnatal ocular growth in the chick[J]. Exp Eye Res,1994,58(5):553-561.
[14] 郑晓汾,康玉国,褚仁远. 不同波长的光照射对视网膜色素上皮细胞生长及其分泌生长因子的影响[J]. 中华实验眼科杂志,2011,29(9):774-779.
[15] Stockman A,Sharpe LT. The spectral sensitivities of the middle- and long-wavelength-sensitive cones derived from measurements in observers of known genotype[J]. Vision Res,2000,40(13):1711-1737.
[16] 胡敏,刘永松,刘睿,等. 长时间单色光照射对豚鼠视网膜视锥细胞及其视蛋白表达的影响[J]. 中华实验眼科杂志,2011,29(3):196-201.
[17] 黄海静,陈纲. 大学教室照明现状及视觉环境主观评价分析[J]. 灯与照明,2010,34(4):22-26.
[18] 王智勇. 照明与近视关联的研究进展[J]. 中国学校卫生,2008,29(1):89-91.
[19] 谢军. 试论灯光对视觉健康的影响——从荧光灯与白炽灯光谱性能谈起[J]. 兰州大学学报,1994,22(3):137-142.
[20] Ronald HK, Stefanie binder. use of paper selectively absorbing long wavelengths to reduce the impact of educational near work on human refractive development[J]. Br J Ophthalmol,2000,84(8):890-893.