

## 青光眼适合社区筛查吗?

江俊宏 叶聪 梁远波

325000 温州医科大学附属眼视光医院

通信作者:梁远波, Email: yuanboliang@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.04.014

**【摘要】** 青光眼是世界首位不可逆性致盲眼病, 筛查虽是早期诊断青光眼的重要手段, 但目前青光眼筛查的必要性仍存在争议。筛查是疾病一级预防的重要方法, 与经济发展水平相适应的筛查对国家、社会、家庭和个人都具有重要意义。青光眼符合世界卫生组织所推荐的疾病筛查原则的多项标准: (1) 青光眼的防治是世界重要的公共卫生问题; (2) 青光眼可被早期发现及诊断; (3) 青光眼具备准确、可接受的筛查方式; (4) 通过早期及时治疗, 能延缓青光眼的进展; (5) 选择合理的青光眼筛查策略, 能创造良好的成本效益比。社会经济状况决定了筛查策略: 经济发达地区的卫生政策倾向于疾病的早期预防, 经济落后地区则多将有限的医疗资源投入到中晚期患者的治疗上。经济相对发达地区, 拥有相对完善的检查设备及医疗人员, 但转诊机制尚不健全, 筛查是早期发现青光眼的重要途径。温州青光眼筛查项目提示, 在经济相对发达、人口密度高的地区进行筛查可以提高筛查效率, 进行多种眼病综合筛查, 降低单位效益成本。

**【关键词】** 青光眼; 筛查; 必要性

**基金项目:** 浙江省高层次卫生创新人才计划项目 (2016025); 温州医科大学人才科研启动基金项目 (QTJ13009)

**Is glaucoma suitable for community screening?** Jiang Junhong, Ye Cong, Liang Yuanbo

Eye Hospital, School of Ophthalmology and Optometry, Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, China

Corresponding author: Liang Yuanbo, Email: yuanboliang@126.com

**【Abstract】** Glaucoma is the leading cause of irreversible blindness worldwide. Screening for glaucoma is a critical intervention to identify individuals at an earlier stage of the disease. However, there is controversy about the necessity of glaucoma screening. Screening is a critical intervention for primary prevention of disease. The screening which suited to the level of our economic development has important benefits for our country, society, families and individuals. Glaucoma has fulfils the criteria of WHO for population screening: (1) Glaucoma is a major public health problem in the world. (2) Glaucoma can be detected in its earlier stage. (3) There are suitable and acceptable examinations for glaucoma screening. (4) Early detection and subsequent treatment could delay or retard glaucoma disease progression. (5) With appropriate strategy design, glaucoma screening can creat good economic benefit. The screening strategies depend on the level of social economy development, the health policies of developed areas tend to prevent disease in its early stages. In poor areas, the limited medical resources are used to treat patients in the advanced stages. In the relatively developed area with complete health care facilities and incomplete referral mechanisms, screening for glaucoma is a critical intervention to identify individuals at an earlier stage of the disease. Glaucoma Screening project in Wenzhou suggested that screening should be implement in relatively developed regions of high density of population to improve efficiency; screening should aim for multiple eye diseases to lower the cost per unit benefit.

**【Key words】** Glaucoma; Screening; Necessity

**Fund program:** Zhejiang Province Health Innovation Talents Project (2016025); Wenzhou Medical University Research Initiation Fund (QTJ13009)

青光眼是一种以视神经损害伴视野缺损为主要特征的慢性、进行性视神经病变, 是世界首位不可逆性致盲眼病。据估

计, 2020 年全球青光眼患者将达 7 600 万, 到 2040 年全球青光眼患者将超过 1 亿<sup>[1]</sup>。降眼压治疗虽能延缓青光眼进展, 避免

致盲<sup>[2-3]</sup>,但多数原发性青光眼早期症状隐匿,不易被发现,待患者因出现症状就诊时多已是晚期。筛查是早期发现青光眼的重要手段,但目前青光眼筛查的有效性仍存在争议。瑞典 Grødum 等<sup>[4]</sup>研究表明,经筛查诊断的青光眼患者视野损害明显轻于医院自主就诊的青光眼患者;而希腊 Thessaloniki 眼病研究并未发现两者存在显著性差别<sup>[5]</sup>。美国预防工作组推荐声明肯定了筛查对高眼压和原发性开角型青光眼(primary open-angle glaucoma, POAG)患者的早期诊断作用<sup>[6-7]</sup>,但对于青光眼筛查是否值得倡导,尚无定论。本文就青光眼筛查的必要性和可行性进行阐述。

## 1 青光眼筛查符合疾病的筛查标准

根据世界卫生组织(WHO)出版的关于“疾病筛查的原则和实施方法”,筛查的疾病必须符合以下 10 条标准<sup>[8]</sup>:(1)该疾病是重要的公共卫生问题;(2)该疾病从潜伏阶段到症状出现阶段的自然病程已被研究明确;(3)该疾病在症状出现以前,能被发现和诊断;(4)该疾病具备可行的治疗方法,且早期发现、及时治疗能改善疾病预后;(5)该疾病具备可行的筛查方法,具备较高的敏感性和特异性;(6)该疾病的筛查方法被人群所接受;(7)该疾病应具备诊断及治疗的方法和条件;(8)该疾病应具备统一明确的策略,决定哪些患者需要治疗;(9)该疾病的筛查成本合理,具有良好的成本效益比,其花费应与总体医疗保健的花费相平衡;(10)该疾病的筛查是一个持续的过程。青光眼筛查符合上述的多数标准。

### 1.1 青光眼的防治是重要的公共卫生问题

青光眼是继白内障、屈光不正之后的主要致盲眼病,是不可逆性致盲眼病的首要病因。新加坡 Tham 等<sup>[1]</sup>报道,2013 年全球 40~80 岁人群的原发性青光眼总患病率为 3.54% (图 1),2020 年全球这一年龄段的青光眼患者将达 7 600 万人,2040 年将达 1 亿 1 182 万人,其中约 60% 患者分布在亚洲。2002 年 WHO 报道,青光眼为全球第二位致盲眼病,占世界盲人比例的 12.3% (440 万人)<sup>[9]</sup>;而国内外流行病学调查显示青光眼盲的比例为 9.7%~60.0%<sup>[10-14]</sup>。Quigley 等<sup>[15]</sup>报道,2020 年全球双眼盲中原发青光眼患者将达 1 100 万,届时中国双眼盲中青光眼患者将达 290 万,中国闭角型青光眼(primary angle-closure glaucoma, PACG)患者数量也将超过印度,居世界首位(750 万人)。Casson 等<sup>[16]</sup>报道,PACG 致盲率为 POAG 的 10 倍以上(84%与 8%),这意味着中国的防盲形势更为严峻。

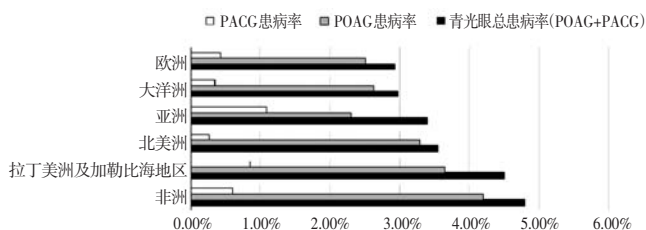


图 1 2013 年全球各地区 40~80 岁人群青光眼、POAG、PACG 患病率 (%)<sup>[1]</sup> PACG:原发性闭角型青光眼;POAG:原发性开角型青光眼

相比白内障、屈光不正等可治疗性视力损害而言,青光眼的早发现、早诊断及早治疗尤为重要。眼是人的第二生命,视觉残疾所致生活质量的下降远高于其他残疾,研究表明,视野缺损的患者行动能力及独立生活能力下降<sup>[17-18]</sup>。青光眼造成不可逆视野缺损,影响社会经济发展,加大国家医疗负担。Lee 等<sup>[19-20]</sup>研究显示,美国每例终末期青光眼的平均直接花费为 2 511 美元/每年,平均医疗费用为 13 404 美元/每年;Dirani 等<sup>[21]</sup>调查发现,澳大利亚每年用于 POAG 的医疗卫生花费达 3.55 亿澳元,总体社会花费更高达 19 亿澳元,预计 2025 年将分别上升至 7.84 亿和 43 亿,其他国家的状况也不容乐观。

### 1.2 青光眼可被早期发现及诊断

早期青光眼患者虽缺乏症状,但存在周边视野缺损、视盘及视网膜神经纤维层(retinal nerve fibre layer, RNFL)的改变、眼压升高等体征。Fleming 等<sup>[22]</sup>回顾了 1994-2004 年的筛查研究发现,青光眼筛查能够早期发现高血压和 POAG 患者。Grødum 等<sup>[4]</sup>研究发现,筛查来源的青光眼患者视野损害程度较同时期内医院门诊来源的青光眼患者轻 8 dB (-8.0 dB 与 -16.2 dB)。

### 1.3 青光眼具备可靠、可接受的筛查方式

**1.3.1 视野改变反映视神经损害** 视野检查是诊断早期青光眼的重要方法,具有较高的敏感性(97%)和特异性(84%)<sup>[23]</sup>。新型倍频视野计体积小、测量迅速,对于早中期青光眼患者的敏感性为 35%~93%,对于晚期患者的敏感性超过 97%,且对早期青光眼的特异性均  $\geq 90%$ <sup>[24]</sup>,为传统自动视野计的理想替代手段,可用于社区筛查。

**1.3.2 眼底视盘与 RNFL 形态改变能直接反映青光眼损害的部位及程度** 检眼镜以杯盘比  $>0.55$  为临界值时,其诊断早期青光眼的敏感性和特异性分别为 59% 和 73%<sup>[25]</sup>。Azua-Blanco 等<sup>[26]</sup>研究了光相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)、共焦激光断层扫描(heidelberg retinal tomography, HRT)和激光偏振光扫描仪 GDx-VCC (GDx with variable corneal compensation) 的青光眼诊断效能,研究显示 HRT 的敏感性为 81.5%~87.5%,特异性为 67.7%~63.9%;GDx-VCC 的敏感性仅为 35.1%,特异性为 97.2%;OCT 的敏感性仅为 76.9%,特异性为 78.5%。近年来,以单一眼底照相为青光眼检测指标的远程青光眼(Teleglaucoma)筛查模式逐渐兴起<sup>[27]</sup>。Reus 等<sup>[28]</sup>分析了眼底照相、GDx-VCC 和 HRT 的青光眼诊断性能,结果显示眼底照相视盘立体评估的敏感性为 74.7%,特异性为 87.4%;GDx-VCC 的敏感性为 91.7%,特异性为 95.0%;HRT 的敏感性为 77.1%,特异性为 97.5%。眼底照相机运输方便,操作简单,能快速拍摄眼底视盘和 RNFL 的形态改变,依托青光眼阅片中心,可进行大规模多社区的青光眼筛查。

**1.3.3 前房深度、房角关闭程度是诊断可疑原发性房角关闭、原发性房角关闭及 PACG 的重要参数** Congdon 等<sup>[29]</sup>研究光照法、van Herick 法、A 型超声与房角镜对闭角型青光眼的诊断效能,结果显示光照法的敏感性为 80.0%,特异性为 69.0%;van Herick 法敏感性为 93.8%,特异性为 57.9%;A 型超声敏感性为 76.9%,特异性为 87.0%;房角镜敏感性为 100%,特异性

为 87.2%。近年来出现了便携的非接触式眼前段检查设备,如眼前节光相干断层扫描 (anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT)、扫描式周边前房深度分析仪 (scanning peripheral anterior chamber depth analyzer, SPAC) 和 IOLMaster。Lavanya 等<sup>[30]</sup>评估了上述 3 种仪器的窄房角诊断效能,结果显示 AS-OCT 敏感性为 88.4%,特异性为 62.9%;SPAC 敏感性为 90.0%,特异性为 76.6%;IOLMaster 敏感性为 87.7%,特异性为 77.7%,说明上述设备均可用于社区筛查。

#### 1.4 通过早期诊断及及时治疗,能延缓青光眼的进展

虽无直接证据证明青光眼早期治疗效果优于晚期治疗,但多项研究表明降低眼压治疗能够延缓青光眼的进展<sup>[31-33]</sup>。每降低 1 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 眼压,进展的危险将降低 10% 以上<sup>[34]</sup>。激光周边虹膜切开术 (laser peripheral iridotomy, LPI) 是可疑房角关闭患者 (primary angle closure suspect, PACS) 的有效预防措施, LPI 能够降低 PACS 发展为 PACG 的风险<sup>[35-36]</sup>。LPI 也是治疗 PACG 的重要方法, Ang 等<sup>[37]</sup>对急性原发性房角关闭 (acute primary angle-closure, APAC) 患者进行 4 年随访, 研究显示接受 LPI 治疗的同侧眼均未急性发作, 其中 88.8% 患者并不需要进一步治疗。

#### 1.5 选择合理的青光眼筛查策略,能创造良好的成本效益比

青光眼筛查是否经济仍存在争论。Hernández 等<sup>[38]</sup>系统回顾了美国及加拿大等 4 项青光眼筛查的成本效益研究,发现联合应用检眼镜、视野及眼压测量虽然比单纯眼压测量更加有效,但每位受检者的筛查成本将增加 18 500 美元。Burr 等<sup>[39]</sup>纳入 1966—2004 年欧美地区 19 项青光眼研究,并以马尔可夫 (Markov) 模型模拟筛查策略,结果显示青光眼筛查无法向一般人群实施和推广,仅对高危人群实施较长间隔的青光眼筛查才较经济,如对青光眼患病率为 3%~4% 的 40 岁人群进行 10 年 1 次的筛查。Hernández 等<sup>[40]</sup>也以 Markov 模型估计筛查及临床机会诊断青光眼的成本效益,结果显示在英国由青光眼医师向一般人群实施青光眼筛查,增量成本效益比超过 30 000 英镑。当 POAG 患病率低于 1% 时,临床机会诊断比筛查更加经济。Vaahoranta-Lehtonen 等<sup>[41]</sup>模拟并比较了青光眼筛查 (50~79 岁人群,5 年 1 次) 与临床机会诊断的成本效益,研究显示与临床机会诊断相比,青光眼筛查每挽救 1 年视力的增量成本为 32 602 欧元,在老年群体中,临床机会诊断的成本更高。

发达国家青光眼筛查具有以下特点:(1)发达国家具备较为完善的医疗保健体系及社区验光师转诊机制<sup>[42]</sup>,筛查收益不明显;(2)人口密度相对较小,筛查效率低<sup>[43]</sup>,成本增加;(3)筛查疾病以 POAG 为主,病情进展相对缓慢,致盲率低<sup>[16]</sup>,筛查效果不明显。而筛查的经济性主要取决于筛查策略及所筛查疾病的患病率,通过调整筛查策略提高筛查的成本效益:(1)以高危人群(青光眼家族史、糖尿病、近视眼等)作为主要目标;(2)筛查高患病率的疾病<sup>[39]</sup>;(3)以老年人群为主要目标<sup>[41]</sup>;(4)延长筛查间隔(5~10 年)<sup>[44]</sup>;(5)在初步筛查阶段以非医疗技术人员替代医疗人员<sup>[44]</sup>。青光眼的治疗费用将随青光眼的进展而增加<sup>[19]</sup>,选择合理的青光眼筛查策略,早期诊断,及时干预,能降低致盲率,减少治疗费用,创造良好的成本

效益比。

## 2 社会经济状况决定着筛查策略

世界经济发展及卫生资源分布决定了各地区的疾病预防政策<sup>[45-47]</sup>。发达地区的卫生政策倾向于疾病的早期预防,经济落后地区则将有限的医疗资源投入到中晚期患者的治疗上,疾病早期筛查难度大<sup>[48]</sup>。在青光眼筛查中,此倾向更加明显:青光眼早期症状隐匿,其确诊所需的检查数量多,所需成本高。经济落后地区,一方面无法负担检查仪器的购买及维护费用,基础设施匮乏;另一方面缺乏相应医疗人才,以印度为例,其农村眼科医师与总人口比例仅为 1/219 000<sup>[49]</sup>,房角检查及视盘评估等并不作为当地医师常规教学内容<sup>[50]</sup>,其青光眼筛查只能针对症状较明显的中晚期青光眼患者。相对发达地区虽具备相对完善的检查设备及医疗人员,但转诊机制尚不健全,筛查是青光眼防治的重要途径。

## 3 温州青光眼筛查的启示

2014 年 3 月至 2016 年 1 月,我们在温州市区开展了青光眼筛查,共筛查 31 803 人次,可疑青光眼 3 040 例,白内障 10 037 例,翼状胬肉 2 134 例,年龄相关性黄斑病变 204 例,糖尿病视网膜膜病变 201 例,青光眼 440 例,其中 703 例患者接受了手术,直接受益人为 1 143 人。此次筛查总成本约为 100 万元,每转诊 1 例眼病患者至医院接受治疗的平均成本为 874.9 元 (1 000 000/1 143)。对比同期温州医科大学附属眼视光医院门诊来源的青光眼患者,筛查发现青光眼患者视野损害程度较门诊患者轻 10 dB。该项目具有以下几个特点:

### 3.1 筛查效率高

平均筛查人数为 1 445 人/月,高于同期相似的青光眼社区筛查<sup>[43]</sup>。各大型眼病研究筛查详情如表 1<sup>[51-56]</sup>所示,虽然各研究的人力物力、开展方式及时间跨度均不相同,无法直接比较,但从侧面反映其筛查效率。效率是影响筛查卫生经济效果评价的重要因素,良好的筛查计划应以较少的卫生资源投入,发现和诊断较多的患者为目标。若筛查时间固定,仪器耗损忽略不计则筛查总成本可视为不变,提高筛查效率,将增加单位时间内的筛查检出率,平均筛检成本也将随之降低。

### 3.2 人口密度大

2014 年底温州市区人口为 152 万人,人口密度为 1 336 人/平方公里<sup>[57]</sup>。在人口稠密地区进行筛查,即便在相对局限的区域内,也能获得足量的受检者,一方面避免频繁更换筛查地点及运输检查仪器,增加了有效筛查时间,另一方面,减少了受检者的移动路程,避免影响受检者积极性,提高筛查应答率。

### 3.3 经济相对发达

居民健康意识受经济收入、教育程度等因素影响,经济收入越低,健康意识越薄弱<sup>[58]</sup>,健康意识决定了居民的疾病预防意识和医疗资源使用程度<sup>[59]</sup>。经济发达地区拥有相对完整的检查设备及医疗人员,能对可疑患者进一步确诊及处理;居民具有较高的家庭经济收入,疾病预防和健康管理意识更强,能响应疾病筛查,并在发现疾病后积极配合治疗。温州市是全国

表 1 大型眼病研究筛查详情

作者(年份)	眼病研究	筛查人数	筛查跨度	筛查用时	筛查效率(人/月)
Quigley 等 <sup>[51]</sup> (2001)	Proyecto VER 眼病研究	6 658	1997 年 4 月至 1999 年 9 月	29 个月	229
Ramakrishnan 等 <sup>[52]</sup> (2003)	Aravind Comprehensive 眼病研究	5 150	1995 年 11 月至 1997 年 2 月	15 个月	343
Varma 等 <sup>[53]</sup> (2004)	Los Angeles Latino 眼病研究	6 357	2000 年 2 月至 2003 年 5 月	39 个月	163
Vijaya 等 <sup>[54]</sup> (2005)	Chennai 青光眼研究	4 800	2002 年 5 月至 2004 年 5 月	24 个月	200
Wang 等 <sup>[55]</sup> (2010)	Beijing 眼病研究	4 439	2011 年 1 月至 2011 年 12 月	12 个月	370
Liang 等 <sup>[56]</sup> (2011)	Handan 眼病研究	6 830	2006 年 10 月至 2007 年 10 月	12 个月	569

二线城市,2015 年全市生产总值 4 619.84 亿元,人均生产总值达 5 万元,居浙江省第三<sup>[57]</sup>,经济相对发达。

### 3.4 多种眼病筛查

温州青光眼筛查诊断可疑青光眼、白内障、翼状胬肉、年龄相关性黄斑病变、糖尿病视网膜病变等多种眼病。多种眼病筛查实际上并非单一青光眼筛查,在单种眼病的患病率固定的前提下,通过增加筛查的眼病种类,既能在筛查青光眼的同时检出其他眼病,发现更多需要治疗的患者,又能降低每例病例的平均筛检成本。尽管目前发达国家大部分研究认为青光眼筛查成本效益比不理想,难以实施,但该结论未必符合当前中国国情,经济有效的中国青光眼筛查模式还需进一步探索和研究。温州青光眼筛查尝试在经济相对发达、人口密度高的地区实施以青光眼为主的综合眼病筛查,希望能为国内青光眼筛查提供参考,以利于青光眼筛查的改进和推广。

### 4 结语

随着人口老龄化的进程以及社会经济的快速发展,中国的致盲疾病谱已逐渐改变。青光眼作为首位不可逆性致盲眼病在防盲工作中的重要性将逐渐增加,成为重要的防盲工作之一。筛查是疾病一级预防的重要方法,与经济发展水平相适应的青光眼筛查对国家、社会、家庭和个人均具有重要意义。温州青光眼筛查结果从侧面说明了在中国经济相对发达、人口密度高的地区实施筛查具有一定的可行性,以青光眼为主的综合眼病筛查可能是青光眼防治的重要途径。

### 参考文献

- [1] Tham YC, Li X, Wong TY, et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ophthalmology*, 2014, 121 (11): 2081–2090. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
- [2] Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma [J]. *Arch Ophthalmol*, 2002, 120 (6): 701–713; discussion 829–830.
- [3] Leske MC, Heijl A, Hussein M, et al. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the early manifest glaucoma trial [J]. *Arch Ophthalmol*, 2003, 121 (1): 48–56.
- [4] Grødum K, Heijl A, Bengtsson B. A comparison of glaucoma patients identified through mass screening and in routine clinical practice [J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 2002, 80 (6): 627–631.
- [5] Topouzis F, Coleman AL, Harris A, et al. Factors associated with

undiagnosed open-angle glaucoma: the Thessaloniki Eye Study [J]. *Am J Ophthalmol*, 2008, 145 (2): 327–335. DOI: 10.1016/j.ajo.2007.09.013.

- [6] Ervin AM, Boland MV, Myrowitz EH, et al. Screening for glaucoma: comparative effectiveness [M]. Johns Hopkins University Evidence-based Practice Center. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2012: 12-EHC037-EF.
- [7] Screening for glaucoma: recommendation statement [J]. *Ann Fam Med*, 2005, 3 (2): 171–172. DOI: 10.1370/afm.294.
- [8] Croswell JM, Ransohoff DF, Kramer BS. Principles of cancer screening: lessons from history and study design issues [J]. *Semin Oncol*, 2010, 37 (3): 202–215. DOI: 10.1053/j.seminoncol.2010.05.006.
- [9] Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, et al. Global data on visual impairment in the year 2002 [J]. *Bull World Health Organ*, 2004, 82 (11): 844–851.
- [10] Eballe AO, Mvogo CE, Koki G, et al. Prevalence and causes of blindness at a tertiary hospital in Douala, Cameroon [J]. *Clin Ophthalmol*, 2011, 5: 1325–1331.
- [11] Budenz DL, Bandi JR, Barton K, et al. Blindness and visual impairment in an urban West African population: the Tema Eye Survey [J]. *Ophthalmology*, 2012, 119 (9): 1744–1753.
- [12] Saw SM, Foster PJ, Gazzard G, et al. Causes of blindness, low vision, and questionnaire-assessed poor visual function in Singaporean Chinese adults: The Tanjong Pagar Survey [J]. *Ophthalmology*, 2004, 111 (6): 1161–1168. DOI: 10.1016/j.ophtha.2003.09.040.
- [13] Liang YB, Friedman DS, Wong TY, et al. Prevalence and causes of low vision and blindness in a rural Chinese adult population: the Handan Eye Study [J]. *Ophthalmology*, 2008, 115 (11): 1965–1972.
- [14] Xu L, Wang Y, Li Y, et al. Causes of blindness and visual impairment in urban and rural areas in Beijing: the Beijing Eye Study [J]. *Ophthalmology*, 2006, 113 (7): 1134. 1–11. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.01.035.
- [15] Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020 [J]. *Br J Ophthalmol* 2006, 90 (3): 262–267.
- [16] Casson RJ, Newland HS, Muecke J, et al. Prevalence and causes of visual impairment in rural Myanmar: the Meiktila Eye Study [J]. *Ophthalmology*, 2007, 114 (12): 2302–2308. DOI: 10.1016/j.ophtha.2007.02.004.
- [17] Klein BE, Moss SE, Klein R, et al. Associations of visual function with physical outcomes and limitations 5 years later in an older population: the Beaver Dam Eye Study [J]. *Ophthalmology*, 2003, 110 (4): 644–650.
- [18] Freeman EE, Muñoz B, Rubin G, et al. Visual field loss increases the risk of falls in older adults: the Salisbury Eye Evaluation [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, 48 (10): 4445–4450. DOI: 10.1167/iov.07-0326.
- [19] Lee PP, Walt JG, Doyle JJ, et al. A multicenter, retrospective pilot study of resource use and costs associated with severity of disease in glaucoma [J]. *Arch Ophthalmol*, 2006, 124 (1): 12–19. DOI: 10.1001/archophth.124.1.12.
- [20] Lee PP, Levin LA, Walt JG, et al. Cost of patients with primary open-angle glaucoma: a retrospective study of commercial insurance claims

- data [J]. *Ophthalmology*, 2007, 114 (7) : 1241–1247. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2006. 10. 031.
- [21] Dirani M, Crowston JG, Taylor PS, et al. Economic impact of primary open-angle glaucoma in Australia [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2011, 39 (7) : 623–632. DOI: 10. 1111/j. 1442-9071. 2011. 02530. x.
- [22] Fleming C, Whitlock EP, Beil T, et al. Screening for primary open-angle glaucoma in the primary care setting; an update for the US preventive services task force [J]. *Ann Fam Med*, 2005, 3 (2) : 167–170. DOI: 10. 1370/afm. 293.
- [23] Katz J, Sommer A, Gaasterland DE, et al. Comparison of analytic algorithms for detecting glaucomatous visual field loss [J]. *Arch Ophthalmol*, 1991, 109 (12) : 1684–1689.
- [24] Delgado MF, Nguyen NT, Cox TA, et al. Automated perimetry: a report by the American Academy of Ophthalmology [J]. *Ophthalmology*, 2002, 109 (12) : 2362–2374.
- [25] Quigley HA, Katz J, Derick RJ, et al. An evaluation of optic disc and nerve fiber layer examinations in monitoring progression of early glaucoma damage [J]. *Ophthalmology*, 1992, 99 (1) : 19–28.
- [26] Azuara-Blanco A, Banister K, Boachie C, et al. Automated imaging technologies for the diagnosis of glaucoma; a comparative diagnostic study for the evaluation of the diagnostic accuracy, performance as triage tests and cost-effectiveness (GATE study) [J]. *Health Technol Assess*, 2016, 20 (8) : 1–168. DOI: 10. 3310/hta20080.
- [27] Kassam F, Amin S, Sogbesan E, et al. The use of teleglaucoma at the University of Alberta [J]. *J Telemed Telecare*, 2012, 18 (7) : 367–373.
- [28] Reus NJ, Lemij HG, Garway-Heath DF, et al. Clinical assessment of stereoscopic optic disc photographs for glaucoma; the European Optic Disc Assessment Trial [J]. *Ophthalmology*, 2010, 117 (4) : 717–723. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2009. 09. 026.
- [29] Congdon NG, Quigley HA, Hung PT, et al. Screening techniques for angle-closure glaucoma in rural Taiwan [J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 1996, 74 (2) : 113–119.
- [30] Lavanya R, Foster PJ, Sakata LM, et al. Screening for narrow angles in the Singapore population; evaluation of new noncontact screening methods [J]. *Ophthalmology*, 2008, 115 (10) : 1720–1727. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2008. 03. 015.
- [31] Burnstein Y, Shelton K, Higginbotham EJ. Glaucomatocyclitic crisis in a child [J]. *Am J Ophthalmol*, 1998, 126 (1) : 136–137.
- [32] Musch DC, Gillespie BW, Lichter PR, et al. Visual field progression in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: the impact of treatment and other baseline factors [J]. *Ophthalmology*, 2009, 116 (2) : 200–207.
- [33] Sehi M, Grewal DS, Goodkin ML, et al. Reversal of retinal ganglion cell dysfunction after surgical reduction of intraocular pressure [J]. *Ophthalmology*, 2010, 117 (12) : 2329–2336. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2010. 08. 049.
- [34] Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma [J]. *Arch Ophthalmol*, 2002, 120 (6) : 714–720; discussion 829–830.
- [35] Ritch R, Tham CC, Lam DS. Argon laser peripheral iridoplasty (ALPI): an update [J]. *Surv Ophthalmol*, 2007, 52 (3) : 279–288. DOI: 10. 1016/j. survophthal. 2007. 02. 006.
- [36] Ritch R, Tham CC, Lam DS. Long-term success of argon laser peripheral iridoplasty in the management of plateau iris syndrome [J]. *Ophthalmology*, 2004, 111 (1) : 104–108. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2003. 05. 001.
- [37] Ang LP, Aung T, Chew PT. Acute primary angle closure in an Asian population: long-term outcome of the fellow eye after prophylactic laser peripheral iridotomy [J]. *Ophthalmology*, 2000, 107 (11) : 2092–2096.
- [38] Hernández R, Rabindranath K, Fraser C, et al. Screening for open angle glaucoma: systematic review of cost-effectiveness studies [J]. *J Glaucoma*, 2008, 17 (3) : 159–168. DOI: 10. 1097/IJG. 0b013e31814b9693.
- [39] Burr JM, Mowatt G, Hernández R, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of screening for open angle glaucoma: a systematic review and economic evaluation [J]. *Health Technol Assess*, 2007, 11 (41) : III–IV, IX–X, 1–190.
- [40] Hernández RA, Burr JM, Vale LD. Economic evaluation of screening for open-angle glaucoma [J]. *Int J Technol Assess Health Care*, 2008, 24 (2) : 203–211. DOI: 10. 1017/S0266462308080288.
- [41] Vaahoranta-Lehtonen H, Tuulonen A, Aronen P, et al. Cost effectiveness and cost utility of an organized screening programme for glaucoma [J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 2007, 85 (5) : 508–518. DOI: 10. 1111/j. 1600-0420. 2007. 00947. x.
- [42] Khan S, Clarke J, Kotecha A. Comparison of optometrist glaucoma referrals against published guidelines [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2012, 32 (6) : 472–477. DOI: 10. 1111/j. 1475-1313. 2012. 00943. x.
- [43] Waisbourd M, Pruzan NL, Johnson D, et al. The Philadelphia glaucoma detection and treatment project; detection rates and initial management [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123 (8) : 1667–1674. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2016. 04. 031.
- [44] Wittenborn JS, Rein DB. Cost-effectiveness of glaucoma interventions in Barbados and Ghana [J]. *Optom Vis Sci*, 2011, 88 (1) : 155–163. DOI: 10. 1097/OPX. 0b013e3181fc30f3.
- [45] Wagstaff A. Poverty and health sector inequalities [J]. *Bull World Health Organ*, 2002, 80 (2) : 97–105.
- [46] Marmot M. Social determinants of health inequalities [J]. *Lancet*, 2005, 365 (9464) : 1099–1104.
- [47] Lorant V, Boland B, Humblet P, et al. Equity in prevention and health care [J]. *J Epidemiol Community Health*, 2002, 56 (7) : 510–516.
- [48] Roue T, Nacher M, Fior A, et al. Cervical cancer incidence in French Guiana; South American [J]. *Int J Gynecol Cancer*, 2012, 22 (5) : 850–853. DOI: 10. 1097/IGC. 0b013e318251722c.
- [49] Thomas R, Paul P, Rao GN, et al. Present status of eye care in India [J]. *Surv Ophthalmol*, 2005, 50 (1) : 85–101. DOI: 10. 1016/j. survophthal. 2004. 10. 008.
- [50] Dandona L, Dandona R, Srinivas M, et al. Open-angle glaucoma in an urban population in southern India; the Andhra Pradesh eye disease study [J]. *Ophthalmology*, 2000, 107 (9) : 1702–1709.
- [51] Quigley HA, West SK, Rodriguez J, et al. The prevalence of glaucoma in a population-based study of Hispanic subjects; Proyecto VER [J]. *Arch Ophthalmol*, 2001, 119 (12) : 1819–1826.
- [52] Ramakrishnan R, Nirmalan PK, Krishnadas R, et al. Glaucoma in a rural population of southern India; the Aravind comprehensive eye survey [J]. *Ophthalmology*, 2003, 110 (8) : 1484–1490.
- [53] Varma R, Paz SH, Azen SP, et al. The Los Angeles Latino Eye Study: design, methods, and baseline data [J]. *Ophthalmology*, 2004, 111 (6) : 1121–1131. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2004. 02. 001.
- [54] Vijaya L, George R, Baskaran M, et al. Prevalence of primary open-angle glaucoma in an urban south Indian population and comparison with a rural population. The Chennai Glaucoma Study [J]. *Ophthalmology*, 2008, 115 (4) : 648–654. e641.
- [55] Wang YX, Xu L, Yang H, et al. Prevalence of glaucoma in North China; the Beijing Eye Study [J]. *Am J Ophthalmol*, 2010, 150 (6) : 917–924. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2010. 06. 037.
- [56] Liang YB, Friedman DS, Zhou Q, et al. Prevalence of primary open angle glaucoma in a rural adult Chinese population; the Handan eye study [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52 (11) : 8250–8257.
- [57] 浙江省统计局. 2015 年浙江统计年鉴 [EB/OL]. 国家统计局浙江调查总队编. 中国统计出版社 [2016–6–12]. <http://www.zj.stats.gov.cn/tjsj/tjnj/Desktop Modules/Reports/12. 浙江统计年鉴 2015/indexch. htm>.
- [58] Yuan F, Qian D, Huang C, et al. Analysis of awareness of health knowledge among rural residents in Western China [J]. *BMC Public Health*, 2015, 15 : 55. DOI: 10. 1186/s12889-015-1393-2.
- [59] Zain-ul-Abideen, Sabir SA, Hassan F. Improving health literacy in Pakistan—“a new oil in old lanterns” [J]. *J Pak Med Assoc*, 2013, 63 (4) : 539.

(收稿日期: 2016–10–21 修回日期: 2018–02–21)

(本文编辑: 杜娟)