

doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.06.03

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1000-4432.2021.06.03>

## 展望未来，我国青光眼防治亮点有哪些？

陈君毅，孙兴怀

(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科，上海 200031)

**[摘要]** 青光眼作为世界第一位不可逆致盲性眼病，如何早期发现、及时诊断、恰当治疗并坚持随访管理，一直是广大眼科临床工作者所努力的方向。当前，世界处于百年未有之大变局，中国处于近代以来最好的发展时期，两者同步交织、相互激荡。在今后的5~10年中，我国青光眼防治领域将产生很多令人瞩目的成就。笔者仅以个人对本专业粗浅的理解，对未来我国青光眼防治发展作一展望，祝愿我国防盲治盲事业取得更大进步。

**[关键词]** 青光眼；诊断；治疗；人工智能；精准医疗

## What are the highlights of glaucoma prevention and treatment in China in the future?

CHEN Junyi, SUN Xinghuai

(*Ophthalmology Department, Eye & ENT Hospital of Fudan University, Shanghai 200031, China*)

**Abstract** Glaucoma is the first irreversible blinding eye disease in the world. How to detect early, diagnose timely, treat appropriately and adhere to follow-up management has always been the direction of Chinese ophthalmic clinical workers. At present, the world is undergoing profound changes, and China is in the best period of development since modern times. In the next 5–10 years, there will be many remarkable achievements in the field of glaucoma prevention and treatment in China. Based on our personal understanding of this specialty, we look forward to the development of glaucoma management in China in the future, and wish to make greater progress in blindness prevention and treatment in China.

**Keywords** glaucoma; diagnosis; treatment; artificial intelligence; precision medicine

收稿日期 (Date of reception): 2020-09-04

通信作者 (Corresponding author): 孙兴怀, Email: xhsun@shmu.edu.cn

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金面上项目 (81870661); 上海申康医院发展中心临床科技创新项目 (SHDC12018110)。This work was supported by the General Project of the National Natural Science Foundation of China (81870661) and Shanghai Shenkang Hospital Development Center Clinical Science and Technology Innovation Project (SHDC12018110), China.

自1979年全国青光眼协作组成立以来,我国青光眼学术发展已经整整经历了40余个年头。在这几十年里,我国在青光眼致病机制、早期筛查、药物治疗、手术创新等多方面都获得了长足进步,并在国际上发出了中国声音。当前,世界处于百年未有之大变局,中国处于近代以来最好的发展时期,两者同步交织、相互激荡。在今后的5~10年中,我国青光眼防治领域将产生很多更为令人瞩目的成就。那么在哪些方面我们正在或即将取得进步呢?

## 1 人工智能、大数据、云平台 and 医学分析

大数据将丰富甚或从根本上改变人类探索未知世界的方式、思维方法与人的行为方式。医学大数据的应用目前主要有两方面:第一个是发现新知识、认识新规律;第二个是促进精准适度医疗,提升医疗价值。人工智能(artificial intelligence, AI)的应用需要大数据提供完善的数据库。信息技术的发展让搜集“大数据”成为可能,机器训练有了足够多的样本。大数据与AI相结合,可以从庞大的数据库中寻找出有用的信息,产生新的知识和新的应用方式。在建立“大数据”并进行AI分析时,应注重原始数据的收集、采集、分析和整理的客观性、规范性、准确性和可溯源性。

### 1.1 筛查早诊

青光眼是世界第二大致盲眼病,由于其不可逆性,尽早发现、精准诊断及合理治疗是保障患者视觉生活质量的最重要方法。但青光眼在早期很难诊断,并且由于在普通人群中的患病率较低(我国的原发性青光眼患病率为0.4%~1.7%<sup>[1]</sup>),筛查的性能/价格比很低,因此目前并不建议进行普通人群筛查<sup>[2]</sup>。AI恰恰是这个问题的良好解决方法。目前AI在眼科的应用有美国爱荷华州IDx科技公司研制出一种经美国食品药品监督管理局(U.S. Food and Drug Administration, FDA)批准的机器学习算法,可以基于眼底照片筛查糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)。不过,目前尚没有可以用于青光眼的全自动AI系统。在DR的应用方面,视网膜上的出血、渗出等病变容易标记并加上标签。但对于青光眼,没有这样的硬性特征,这意味着存在很多分歧,使得目前不可

能仅凭单一生物学指标就对青光眼进行诊断。目前AI在青光眼方面的应用包括:眼底照片青光眼性视盘改变<sup>[3]</sup>、OCT神经纤维层改变<sup>[4]</sup>以及视野缺损<sup>[5]</sup>等的计算机深度学习和智能判断。在此方面我国科学家也做出了突出贡献<sup>[6-11]</sup>。近日,由中华医学会眼科学分会青光眼学组、中国医学装备协会眼科专委会AI学组牵头组织,腾讯公司参与撰写的《基于眼底照相的AI青光眼辅助筛查系统规范化设计及应用指南》证实对外发布<sup>[12]</sup>,并在北京同仁医院和全国各大医院眼科进入临床实验阶段。相信在未来几年,我国很快会拥有自己知识产权的青光眼AI诊断系统。智能诊断的优势在于快速,一个眼科医生判读一张影像需要将近1 min,借助AI则1 s可以处理10张。借助智能诊断系统,将大大提高我国人群的青光眼早期诊断水平,使更多患者终身保持有用的视力。

另外,目前AI在青光眼诊断中的应用多局限于原发性开角型青光眼(primary open angle glaucoma, POAG)。但我国青光眼的疾病谱与西方国家的一个很大差异在于,我国是原发性闭角型青光眼(primary angle closure glaucoma, PACG)大国,而且PACG某种程度上是一种可预防性青光眼。早期识别可能关闭房角结构的存在并及时治疗,可以让患者终身免受青光眼对视力的影响。因此,基于眼前段图像,尤其是房角结构的智能分析软件开发,对我国青光眼患者至关重要。在这方面我国临床工作者已经取得了一些可喜的成绩<sup>[13-14]</sup>。在未来几年,基于房角解剖结构的PACG智能诊断系统应该可以进入临床试用,使我国PACG诊疗走在世界前列。

### 1.2 疾病管理

AI在青光眼方面的应用还不仅限于对疾病的诊断。作为一种慢性疾病,青光眼患者需要长期随访以确定病情控制程度。AI在评判青光眼病情进展和预测方面同样具有非常大的应用前景,国家也在这方面投入了巨大的财力物力。建立一套基于互联网的评判青光眼病情进展的综合性云平台系统,旨在建立完善的青光眼患者全程跟踪随访及高危提示系统,同时利用互联网向基层医院推广,用于不同医院间进行合作来管理青光眼患者,真正实现“同质化分级诊疗”。我们国家人口众多,医疗资源相对匮乏,尤其在中西部地区更为如此。基于互联网的青光眼跟踪随访系统将

大大缓解中西部地区医疗资源相对匮乏的局面,使全国各地的青光眼患者都能得到规范、有针对性的治疗。

### 1.3 治疗指南

2016年在*Lancet*杂志刊登的EAGLE(Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma)研究<sup>[15]</sup>发现,相较于虹膜周切术,透明晶体摘除显示出更好的疗效以及经济效益比。作为循证医学的一级证据,该研究再次证实了晶状体手术在PACG治疗中的有效性,但同时该研究结果也引起学术界很大的争论。2019年何明光教授等<sup>[16]</sup>在*Lancet*杂志上发表了激光虹膜周切术预防房角关闭的随机对照临床研究结果。建议对于通过社区筛查找到的房角关闭“高危患者”,不应广泛使用预防性激光治疗。该观点对传统PACG治疗理念提出了不小的挑战。可见对于PACG的治疗存在着诸多争议。解决这一问题的途径在于个体化识别不同患者房角关闭的解剖学因素,针对不同病变特征合理选择治疗方式。

传统上对POAG的手术治疗主要是滤过性手术,但该术式的原理也决定了瘢痕化、滤过泡相关并发症等问题无法彻底解决。近年来多种微小切口青光眼手术(micro incision/minimally invasive glaucoma surgery, MIGS)逐渐进入临床。但引起POAG患者病理性眼压升高的部位不同患者各不相同(小梁网、Schlemm管内壁、集液管、上巩膜静脉等);同时随着病变程度的进展,病变部位也有向流出道下游延伸的趋势。因此如何根据不同患者的阻力部位,合理选择手术方式是摆在临床医生面前的一个难题。

在今后的5~10年中,构建大数据平台,归纳青光眼患者临床治疗的疗效数据,整合国内外研究成果,并在前期智能诊断成果的基础上,利用影像组学分析技术筛选与不同手术方式疗效高度相关的各类关键因素,匹配患者不同特征与临床疗效的差异,并构建手术方式选择的推荐系统。特别地,PACG患者将根据各自不同房角关闭因素,及POAG患者将根据其房水外流的阻力部位不同,合理选择手术治疗方式。

## 2 精准医疗

精准医疗(precision medicine)是一种将个人基

因、环境与生活习惯差异考虑在内的疾病预防与处置的新兴方法。其本质是通过基因组、蛋白质组等组学技术与大数据科学的交叉应用,对于大样本人群与特定疾病类型进行生物标志物的分析与鉴定、验证与应用,从而精确寻找到疾病的原因和治疗的靶点,并对一种疾病不同状态和过程进行精确分类,最终实现对于疾病和特定患者进行个性化精准治疗的目的,提高疾病诊治与预防的效益。原发性青光眼作为一类家族聚集性/遗传性特征较为显著的疾病,精准医疗在其中有很大的应用空间。

### 2.1 精准诊断

在采用综合遗传分析对全基因组、全外显子和线粒体关联分析来查看一些可能与青光眼相关的基因方面,国内外学者都相继取得了丰硕的研究成果。以笔者所在研究团队为例,课题组对我国各类青光眼的基因突变进行了系列研究,并将其应用于高危人群筛查和作为分子生物学的临床前诊断指标。国际上首先报道了与阿拉伯、罗马人相比,汉族人群发育性青光眼患者CYP1B1、MYOC基因位点的不同突变频率,同时对家系中检出突变基因Pro370Leu但没有任何临床征象的少年儿童们,追踪随访8年后出现了青光眼的特征<sup>[17]</sup>。利用全基因组技术对亚洲华人POAG进行关联分析,于国际上首先发现与ABCA1基因显著关联<sup>[18]</sup>。在中国汉族人群中验证了多个易感基因与PACG的关联,发现易感基因PLEKHA7和COL11A1的单核苷酸多态性(single nucleotide polymorphisms, SNP)存在独立于视神经损害的关联度,而这些关联信号几乎全部来自于急性闭角型青光眼,且非眼球生物学参数的变化所致<sup>[19]</sup>。随着遗传研究的进一步深入,越来越多的青光眼致病基因将被发现和确认。同时各种致病基因之间的相互作用关系也将逐渐清晰。在未来10年左右,通过基因诊断部分原发性青光眼将成为青光眼临床诊疗中的一个重大突破。

### 2.2 精准治疗

鉴定与不同类型青光眼相关的基因元素其最终目的是帮助临床医生开发更精确和有效的治疗方法。目前在眼科领域,已经有一些较为成熟的产品进入市场。2017年,美国FDA第一次批准了Luxturna(voretigene neparvovec)可用于在儿童和成

年患者中治疗因为RPE65基因出现变异而导致的视网膜色素变性。由于原发性青光眼大多是一类多基因遗传相关,同时受到表观遗传学、环境因素、心理因素等多因素共同影响的疾病,其针对性基因治疗的开发较为困难,目前也还没有产品进入临床应用。随着基因诊断技术的不断完善,筛选出几个单基因遗传致病的青光眼类型,最终通过基因治疗达到精准治疗的目的,在未来5~10年中完全是可以期待的。

### 2.3 精准预防

今后5~10年,青光眼精准预防的发展趋势可能是,通过对家系的分析、疾病基因的克隆和遗传流行病学研究,进一步结合青光眼患者的人格特质分析,探索对青光眼高危人群进行症状前诊断、风险评估、随访频率方案制定、心理康复及干预等。并在此基础上,继续对核基因组以外的遗传特征(线粒体基因组、表观遗传学等)进行分析探索新的遗传学易感特征和易感位点。同时,尝试将影像组学与分子遗传学研究成果相结合,探讨不同分子致病机制与疾病表型及预后间的相互关联,进一步加深对原发性青光眼这一发病机制尚不清楚的疾病的认知。最终做到利用患者分子生物学遗传特征以及医学影像结果对个体将来罹患青光眼的风险或疾病的预后做出量化预测指标。

## 3 治疗新模式

### 3.1 微小切口青光眼手术的应用及开发

手术治疗依然是青光眼最为重要的临床治疗手段之一。既往青光眼手术的方法较为单一,主要是小梁切除术或者对于难治性青光眼,选择房水引流物植入术,这些手术统称为滤过性手术。滤过性手术虽然可以确切降低眼压,但由于其所利用的房水引流方式并不符合生理特征,滤过道瘢痕化始终是一个尚未很好解决的问题。此外,还容易引起一系列严重并发症。针对上述问题,临床工作者开发了一系列MIGS手术。这一系列手术的共同特点是切口小,对患者生活质量影响小、恢复快,绝大多数非滤过泡依赖。

首先,就国内情况而言,已经有多种MIGS手术方式已获得我国食品药品监督管理局(State

Food and Drug Administration, SFDA)的批准,例如:小梁消融术、KDB(Kahook Dual Blade)双刃小梁切除术、内路粘小管成形术(Ab-interno Canaloplasty, ABiC)及房角镜辅助下内路小梁切开术(gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, GATT)等等。可见我国临床对于MIGS手术的应用和普及程度与欧美等发达国家相差无几。在不久的将来,一定会有更多种类的MIGS手术进入我国,为青光眼临床治疗提供更多选择空间。当然,作为一类新型治疗方法,仍然有待于在今后的临床工作中逐渐积累病例及操作经验,以验证其临床应用价值。

其次,目前对于POAG患者的治疗一般遵循药物、激光、手术,逐级上升的顺序。由于MIGS手术微创、恢复快、对患者生活质量影响小等特性,是否有可能将其临床地位提高到与激光或药物同等的优先地位。这些都需要在今后临床工作中逐步加以尝试及验证,从中筛选出几种疗效确切、并发症少的手术。很可能在不久的将来,新诊断的POAG患者不再需要接受长期药物治疗,而是接受一次MIGS手术治疗。

再次,现有的MIGS手术几乎大部分仅适用于开角型青光眼患者,而我国闭角型青光眼患者数量巨大。从某种程度上限制了MIGS手术的推广。如何开发适合闭角型青光眼的MIGS手术是今后几年我国青光眼临床工作者需要努力解决的问题。

最后,现有MIGS手术所需植入物及手术耗材价格普遍昂贵。如何开发国产替代装置或耗材也是今后临床工作者与工程科技人员密切合作的方向。例如,目前用于Schlemm管成形所用的激光微导管已经实现国产化,正在观察临床疗效及并发症的过程中。

### 3.2 激光治疗

在POAG治疗中,传统上选择性激光小梁成形术(selective laser trabeculoplasty, SLT)所处的临床治疗位置在药物治疗和手术治疗之间。临床医生习惯于对于药物治疗不理想或未达到目标眼压的患者,尝试SLT治疗。但2019年发表在Lancet杂志的一项研究<sup>[20]</sup>对新诊断的POAG或高血压症患者随机选择SLT或局部药物治疗作为初始治疗方法。经过3年的随访,结果发现健康相关生活质量两组间无显著差异;随访中,SLT组患者达到目标眼压

的次数(93.0%)多于滴眼液组(91.3%),且滴眼液组最终有11只眼接受了抗青光眼手术,而SLT组却没有。该研究为我国的临床工作提供了新的思路。当然我们不能完全照搬国外研究成果,毕竟我国青光眼患者的疾病谱、经济社会环境都与国外有较大差异。但激光治疗由于其创伤小、治疗过程相对简单、对患者生活影响小等一系列特点,如果能成为POAG的一线治疗方案,可以大大减少治疗对患者生活质量、经济等各方面的压力,值得在今后的工作中加以探索及验证。

除此之外,激光设备的革新也在不断进行中。目前临床SLT治疗,需要借助房角镜,操作者直视小梁网,并借助旋转镜头达到治疗全周或半周小梁网的目的。最近有一项称为直接SLT(*direct selective laser trabeculoplasty, DSLT*)的技术<sup>[21]</sup>,无需借助房角镜,激光直接照射角膜缘而透射到小梁网,起到与SLT相同的治疗效果。该技术不仅无需接触镜,而且借助眼球跟踪和多点发射技术,将全周治疗的时间缩短到约1 s。大大提高了SLT治疗的便利性。相信在不久的将来我国临床也会引进该项技术,为广大青光眼患者造福。

### 3.3 新的药物及其输送方式

目前我国局部抗青光眼药物的种类还都局限于以下5类:拟胆碱类药物、 $\beta$ 受体阻滞剂、 $\alpha$ 受体激动剂、碳酸酐酶抑制剂和前列腺素类药物。最近几年,国外临床上陆续推出了几种类型的新药,相信在不久的将来会进入我国临床,给临床医生及患者更多治疗选择。

**Rho蛋白激酶抑制剂(Rho-associated protein kinase inhibitor, ROCKi):**高眼压是青光眼最主要的致病机制,导致眼压升高的主要原因是房水传统流出途径中小梁网的病理学改变所致房水外流阻力增加。基于Rho蛋白激酶在小梁网细胞肌动蛋白管理中的重要作用,ROCKi作为促进小梁网细胞房水流出的降眼压药物而备受关注。

**拉坦前列素一氧化氮复合制剂(Latanoprostene bunod, LBN):**是一种释放一氧化氮(NO)的前列腺素类似物,含有两种有效降眼压成分:拉坦前列素和NO。NO可以放松小梁网细胞,促进房水从小梁网途径流出,因此LBN可以同时增加葡萄膜-巩膜途径以及小梁网途径的房水排出。

**EP2激动剂: Omidenepag isopropyl (OMDI)**是

一种选择性EP2受体激动剂,但其化学结构非前列腺素结构。目前我国临床常用的前列腺素衍生物主要通过激动FP受体而起作用。OMDI可以通过增加小梁网和葡萄膜-巩膜途径的房水流出来降低眼压。重要的是,因OMDI具有非前列腺素结构,因此不会产生与传统前列腺素衍生物相关的眼部不良反应。

虽然降眼压治疗是目前唯一被证实有效的青光眼治疗手段,但是临床上发现一些患者即便眼压得到了良好的控制,视神经病变依然不断进展。因此除了降眼压药物,青光眼视神经保护也一直是临床工作者不断探索的方向。近期在视神经保护方面的研究除了常见的N-甲基-D-天冬氨酸(NMDA)受体抑制剂、神经营养因子、钙通道抑制剂、抗氧化剂等等,人们也把目光投向了青光眼视神经保护基因治疗、免疫调节代谢物和接种疫苗、干细胞疗法等全新领域。相信对于这些制剂的深入研究,在不久的将来很可能实现青光眼治疗的模式转变。

除了新药,新型的青光眼给药剂型也是今后青光眼药物治疗的一个重要发展方向。在未来几年中,有可能在以下方面有所突破。

**原位凝胶:**传统滴眼剂眼表滞留时间短,导致药物眼部吸收差。采用合适制剂手段延长药物眼表滞留时间,可以有效改善药物的眼部吸收。原位凝胶系统具备黏附特性,滴入眼表后可由液态转变为凝胶形态,有效滞留于眼表,改善药物吸收,包括温敏型、pH敏感型以及离子敏感型原位凝胶。如Merck和Alcon公司推出的长效马来酸噻吗洛尔滴眼剂Timoptol-LA(Long Acting)和Timolol GFS(Gel Forming Solution),另有双敏感或多敏感响应型原位凝胶见于文献<sup>[22-23]</sup>报道。

**纳米粒:**包括聚合物纳米粒、脂质纳米粒等,可显著改善药物的眼表滞留以及对眼组织屏障穿透能力。对于聚合物纳米粒,所采用聚合物材料可分为天然来源或人工合成材料两类,代表性聚合物有壳聚糖、聚乳酸-羟基乙酸共聚物、明胶等,可通过特定修饰或引入乳化剂等方式改善聚合物纳米粒对药物的包封或实现特定目的,但需重点考虑此类纳米粒眼部应用的安全性问题;对于脂质纳米粒,所采用的天然来源脂质通常眼部生物相容性更好,并可通过不同脂质混合制备固态脂质纳米粒以实现增加眼部滞留或改善载药

性能等。

微针：为中空且针头尺寸在微米级别的局部药物递送体系，由于创伤性较小，在眼部经巩膜给药方面已有较多研究。微针内容物可以是游离药或载药纳米粒等，可贴于眼表实现较长时间药物滞留以及缓控释给药。

### 3.4 青光眼低视力康复

医学科技与现代电子技术、现代信息技术、材料科技等的深度融合，给了青光眼视觉康复领域巨大的发展空间。研制出性能更佳、品种更全且成本更低适合中国国情的助视器具有重要意义；尤其对于晚期青光眼管状视野患者，国内外现有的助视器无法有效改善其视野。尝试研制新型的视野扩大助视器，改善患者自理活动能力，从而明显提高其生活质量。在此基础上，拟建立更完善的低视力康复训练与视功能重建模式。根据患者的视功能状态与需求，提供以下四种助视器：改善视力的助视器、改善对比敏感度助视器、扩大视野助视器和非光学助视器。探索每种助视器的最佳适应症，在引进国外助视器的基础上探索性能更佳、成本更低、适合我国国情和不同收入人群的助视器。

时代变化的速度其实远比我们想象中的快很多，以笔者个人的力量去预测青光眼诊疗技术的发展一定是不及时也不准确的。上述仅是笔者依照自身有限的学识范围所做的一些浅见，难免挂一漏万，还请同道们批评指正。不过有一点是确定的，在不远的未来，更多、更新的技术将应用在我国青光眼临床诊疗中，这必将为广大患者带来福音。相信中国青光眼防治事业必将取得长足进步，所谓：长风破浪会有时，直挂云帆济沧海！

### 参考文献

- Cheng JW, Cheng SW, Ma XY, et al. The prevalence of primary glaucoma in mainland China: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Glaucoma*, 2013, 22(4): 301-306.
- Grođum 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.
- Li Z, He Y, Keel S, et al. Efficacy of a deep learning system for detecting glaucomatous optic neuropathy based on color fundus photographs[J]. *Ophthalmology*, 2018, 125(8): 1199-1206.
- Christopher M, Belghith A, Weinreb RN, et al. Retinal nerve fiber layer features identified by unsupervised machine learning on optical coherence tomography scans predict glaucoma progression[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2018, 59(7): 2748-2756.
- Wang M, Pasquale LR, Shen LQ, et al. Reversal of glaucoma hemifield test results and visual field features in glaucoma[J]. *Ophthalmology*, 2018, 125(3): 352-360.
- Li F, Wang Z, Qu G, et al. Automatic differentiation of Glaucoma visual field from non-glaucoma visual field using deep convolutional neural network[J]. *BMC Med Imaging*, 2018, 18(1): 35.
- Keel S, Wu J, Lee PY, et al. Visualizing deep learning models for the detection of referable diabetic retinopathy and glaucoma[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2019, 137(3): 288-292.
- Qu X, Wang Q, Chen W, et al. Combined machine learning and diffusion tensor imaging reveals altered anatomic fiber connectivity of the brain in primary open-angle glaucoma[J]. *Brain Res*, 2019, 1718: 83-90.
- Fu H, Li F, Sun X, et al. AGE challenge: angle closure glaucoma evaluation in anterior segment optical coherence tomography[J]. *Med Image Anal*, 2020, 66: 101798.
- Fu H, Li F, Xu Y, et al. A Retrospective comparison of deep learning to manual annotations for optic disc and optic cup segmentation in fundus photographs[J]. *Transl Vis Sci Technol*, 2020, 9(2): 33.
- Liu H, Li L, Wormstone IM, et al. Development and validation of a deep learning system to detect glaucomatous optic neuropathy using fundus photographs[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2019, 137(12): 1353-1360.
- 中华医学会眼科学分会青光眼学组, 中国医学装备协会眼科人工智能学组. 中国基于眼底照相的人工智能青光眼辅助筛查系统规范化设计及应用指南(2020年)[J]. *中华眼科杂志*, 2020, 56(6): 423-432.
- Glaucoma group of Ophthalmology Branch of Chinese Medical Association, artificial intelligence group of ophthalmology branch of Chinese Medical Equipment Association. Standardized Design and Application Guidelines of Artificial intelligence Glaucoma Assisted screening System based on fundus photography in China (2020)[J]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, 2020, 56(6): 423-432.
- Shi G, Jiang Z, Deng G, et al. Automatic classification of anterior chamber angle using ultrasound biomicroscopy and deep learning[J]. *Transl Vis Sci Technol*, 2019, 8(4): 25.
- Li W, Chen Q, Jiang Z, et al. Automatic anterior chamber angle

- measurement for ultrasound biomicroscopy using deep learning[J]. *J Glaucoma*, 2020, 29(2): 81-85.
15. Azuara-Blanco A, Burr J, Ramsay C, et al. Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma (EAGLE): a randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2016, 388(10052): 1389-1397.
  16. He M, Jiang Y, Huang S, et al. Laser peripheral iridotomy for the prevention of angle closure: a single-centre, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2019, 393(10181): 1609-1618.
  17. Chen Y, Jiang D, Yu L, et al. CYP1B1 and MYOC mutations in 116 Chinese patients with primary congenital glaucoma[J]. *Arch Ophthalmol*, 2008, 126(10): 1443-1447.
  18. Chen Y, Lin Y, Vithana EN, et al. Common variants near ABCA1 and in PMM2 are associated with primary open-angle glaucoma[J]. *Nat Genet*, 2014, 46(10): 1115-1119.
  19. Chen Y, Chen X, Wang L, et al. Extended association study of PLEKHA7 and COL11A1 with primary angle closure glaucoma in a Han Chinese population[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014, 55(6): 3797-3802.
  20. Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway-Heath D, et al. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2019, 393(10180): 1505-1516.
  21. Sacks ZS, Dobkin-Bekman M, Geffen N, et al. Non-contact direct selective laser trabeculoplasty: light propagation analysis[J]. *Biomed Opt Express*, 2020, 11(6): 2889-2904.
  22. Gratieri T, Gelfuso GM, Rocha EM, et al. A poloxamer/chitosan in situ forming gel with prolonged retention time for ocular delivery[J]. *Eur J Pharm Biopharm*, 2010, 75(2): 186-193.
  23. Shastri DH, Prajapati ST, Patel LD. Thermoreversible mucoadhesive ophthalmic in situ hydrogel: Design and optimization using a combination of polymers[J]. *Acta Pharm*, 2010, 60(3): 349-360.

本文引用: 陈君毅, 孙兴怀. 展望未来, 我国青光眼防治亮点有哪些? [J]. *眼科学报*, 2021, 36(6): 393-399. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.06.03

**Cite this article as:** CHEN Junyi, SUN Xinghui. What are the highlights of glaucoma prevention and treatment in China in the future?[J]. *Yan Ke Xue Bao*, 2021, 36(6): 393-399. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.06.03