

# 糖尿病性白内障患者房水的研究进展

王 耶, 郭 疆, 叶佰康, 曾俊萌, 赵 雯, 刘 露, 窦晓燕\*

深圳大学第一附属医院(深圳市第二人民医院), 广东 深圳  
Email: \*douxy08@163.com

收稿日期: 2021年3月5日; 录用日期: 2021年3月13日; 发布日期: 2021年3月31日

## 摘 要

房水主要参与人体眼部的代谢活动, 包括晶状体、玻璃体以及小梁网等等, 提供必要的营养维持其正常的运转。房水还维持, 调节适当的眼压, 这对于维持眼球结构的完整性十分重要。房水循环将眼内的代谢产物运送到眼外, 清除眼前节的血液、吞噬细胞以及炎性物质。当房水的化学成分发生异常时, 会引发一系列影响视功能的病变; 同时, 一些眼部疾病的发生, 也会导致房水成分及质量发生改变。随着科技的进步, 目前国内外针对房水与糖尿病性白内障相关性的研究越来越多, 但是仍有许多问题尚未解决。通过研究房水, 寻找具有疾病相关性的生物标志物有助于探索糖尿病白内障的发病机制、辅助诊断和判断糖尿病性白内障进程、评估治疗效果, 可使我们对糖尿病性白内障有更进一步的深入了解。

## 关键词

房水, 糖尿病, 白内障

# Research Progress of Aqueous Humor in Patients with Diabetic Cataract

Ye Wang, Jiang Guo, Baikang Ye, Junmeng Zeng, Wen Zhao, Lu Liu, Xiaoyan Dou\*

The First Affiliated Hospital of Shenzhen University (Shenzhen Second People's Hospital), Shenzhen Guangdong  
Email: \*douxy08@163.com

Received: Mar. 5<sup>th</sup>, 2021; accepted: Mar. 13<sup>th</sup>, 2021; published: Mar. 31<sup>st</sup>, 2021

## Abstract

The aqueous humor has the function of maintaining the metabolism of the various tissues in the eye, such as lens, vitreous body and trabecular meshwork, and provides the necessary nutrition to

\*通讯作者。

文章引用: 王耶, 郭疆, 叶佰康, 曾俊萌, 赵雯, 刘露, 窦晓燕. 糖尿病性白内障患者房水的研究进展[J]. 眼科学, 2021, 10(1): 18-24. DOI: 10.12677/hjo.2021.101002

maintain its normal operation. The queous humor also maintains and regulates appropriate intraocular pressure, which is important for maintaining the integrity of the eye struction. The aqueous humor circulation carries metabolites from the eye to the outside of the eye, removing blood, phagocytes, and inflammatory substances from the anterior segments. When the chemical composition of aqueous humor is abnormal, it will cause a series of lesions that affect visual function. In the meantime, the emergence of eye disease can also affect the composition and the quality of aqueous humor. With the progress of science and technology, there are more and more studies on the correlation between aqueous humor and diabetic cactract at home and abroad, but there are still many problems that have not been solved. By studying the aqueous humor, the search for disease-related biomarkers can help to explore the pathogenesis of diabetic cactract, assist in the treatment effect, which can make us have a further in-depth understanding of daibetic cactract.

## Keywords

Queous Humor, Diabetes, Cactract

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 房水的概述

房水充满于眼的前房和后房,其中眼前房体积为 0.25 ml,后房体积为 0.06 ml。房水中含有乳酸、维生素 C、葡萄糖、谷胱甘肽、尿素以及钠、钾、氯等,其中蛋白质的含量极低,仅 0.2 mg/ml。此外,房水还含有一些生长调节因子如 TGF- $\beta_1$ 、TGF- $\beta_2$ 、aFGF、bFGF 等。房水的氧分压约为 55 mmHg,二氧化碳分压约为 40~60 mmHg, pH 值为 7.5~7.6。房水来源于血液,由睫状体上皮分泌,进入后房,越过瞳孔到达前房,再从前房角的小梁网进入 Schlemm 管,然后通过集液管和房水静脉,汇入巩膜表面的睫状前静脉,回流到血循环。另有少部分从房角的睫状带经由葡萄膜巩膜途径引流(约占 10%~20%)和通过虹膜表面隐窝吸收(约占 5%)。

房水的主要生理功能可归纳为如下几点:1) 为眼内组织尤其是角膜、晶状体进行营养与氧气的提供,并将代谢物排出体外,即维持眼部组织的新陈代谢。2) 平衡眼内压力。就房水而言,不论是其产生,还是排出,都同其眼内压存在紧密关联,即彼此间始终处于动态平衡之中。若是因为一方因素而打破平衡,就会出现眼压过高或过低的情况,会损伤到眼部组织,甚至出现视觉障碍。3) 是屈光间质之一,具有屈光作用,屈光指数为 1.3336。

## 2. 房水生物标志物的检测方法

细胞因子一种小分子蛋白,有很强且广泛的生物学活性,由机体免疫细胞和某些非免疫细胞刺激所合成、分泌,能调节细胞分化增殖和诱导细胞发挥其功能,在机体免疫应答中发挥着重要的作用。细胞因子进行检测可采用多种方法,最常用的有:1) 生物活性检测法,2) 免疫学检测法,3) 分子生物学检测法。不论是那种方法,都有其独特优势。近几年,医学基础和临床研究中越来越重视细胞因子及其受体的检测,检测方法也不断推陈出新。

### 2.1. 酶联免疫吸附法(ELISA)

Engvall 与 Perlman (1970)是第一个就酶联免疫吸附试验进行报道的研究团队,其发展非常迅速,现

广泛于应用于生物学和医学等诸多领域。当前最常见的便是细胞因子检测 ELISA 试剂盒，此类试剂盒多分为两类，一是以双抗夹心法(Sandwich ELISA)为主，二是以竞争抑制法(Competitive ELISA)为主，其中，前一种试剂盒主要针对的检测对象有两种，一是可溶性的细胞因子，二是趋化因子，而后一种试剂盒主要的检测对象则是小分子抗原，如 IL-2 等。就双抗夹心法而言，其多被应用于细胞因子以及细胞受体等的检测过程中，因此目前被广泛用于疾病的诊断以及治疗监控等过程。不过 ELISA 法能实现的仅仅是就具有免疫活性信息的细胞因子蛋白进行定量检测，相应细胞因子生物的活性水平不能借助此法进行评价，也就是说，ELISA 法检测结果只能提示免疫活性信息，无法准确提示细胞因子生物活性信息。

随着 ELISA 技术的日益成熟，高度优化的细胞因子 ELISA 试剂盒和多种细胞因子检测 ELISA 试剂盒已面市。当应用于房水细胞因子检测时，该法是定量单种细胞因子的有效方法，且商品化试剂盒种类齐全，价格适中。但由于眼内液较少，房水通常仅在 0.15~0.3 ml 左右，其比血样样本量要小很多。因为样本微量，就 ELISA 而言，其只能就样本内复杂细胞因子中的其中部分细胞因子(最多 2 个)进行浓度测定，无法实现对多个不同细胞因子的对比分析，即彼此间的作用以及其整体变化趋势是无法明确的；与此同时，在就样本进行大规模检测的过程中，也还有很多不足之处，如操作不够简单，需要耗费大量的时间等等。

## 2.2. 流式细胞术检测法(CBA)

流式细胞术[1]是在单个细胞水平上对细胞因子进行定量或定性检测的一种现代细胞分析技术。该技术是用抗细胞抗体与细胞表面或细胞内特定的亚群标志结合，可以检测不同亚群细胞因子分泌。同时采用特殊的化学方法与抗体选择，确保静止的和无细胞细胞因子分泌的细胞的最小荧光背景。具有快速、简便、高效、灵敏度高、安全及接近生物体分析条件等优点，是其他检测方法难以比拟的。该技术能检测分泌特定细胞因子的细胞数量，比较细胞因子的表达水平，及确定产生细胞因子的细胞表面标志等，在免疫功能的评价上发挥重要的作用。该方法对检测样本要求不高，能快速定量测定并分析单个细胞多种特征，进行多重细胞因子检测。在该技术的持续优化之下，已在临床上被广泛推广与应用，成为诊断与治疗的最佳辅助工具之一。当然，目前该技术也并非完美的，也有一定不足之处，如若是细胞由于染色破膜的原因出现凋亡，那么就很难再参与到后续实验中；此外，激活剂会对部分表面分子产生抑制影响，即抑制其正常表达。

## 2.3. 液相芯片法(Luminex)

该法主要采用的有流式荧光发光免疫微球分析法及 Luminex 液相悬浮芯片检法。液相芯片技术具有高通量、高灵敏度及高特异性的特点，非常适合于同时检测微量泪液样本中的多个细胞因子；对多个细胞因子水平进行全面监测与评价，比监测单个细胞因子更能反应疾病发生与发展的整体变化。液相芯(LiquiChip)技术始于 20 世纪 90 年代，是一种利用混悬在液相中的分类编码微球作为反应及信号检测载体的检测技术，充分利用发展成熟的流式细胞术检测原理，对临床大多数生物分子(如核酸、蛋白质等)进行高通量分析。比如说可将检测的三部分(制备微球、固定探针；相悬浮反应；反应结果)进行组合，具有高通量，检测速度较快，检测结果的准确度较高，检测所得结果的重复性较好，此外，还具有较高的灵敏度等特点；在生命科学的基础研究与生物医药上的相关技术发展上具有一定的前景。该法在应用于样本细胞因子的检测时，仅需要微量样本即可对其进行定性和定量，检测多种细胞因子，从而对其变化与相互之间的关系进行分析。尤其针对如泪液等样本量微量的样本而言，使用液相芯片法进行检测具有显著的优势，其发展前景较大。随着流式荧光技术的出现，房水的因子检测更加快捷和方便，不再受制于房水容量。

### 3. 糖尿病性白内障的概述

白内障是一种常见的人眼病，是全球和我国主要的致盲原因之一。随着老龄化社会的进展，白内障患病率越来越高。严重者关乎患者的视觉功能及视觉质量。其发病机制较为复杂，是机体内外各种因素对晶状体长期综合作用的结果。并且，晶状体长期处于眼内液体环境中，任何影响眼内环境的因素都可以直接或间接破坏晶状体的组织结构、干扰其正常代谢使得晶状体透明度降低或者颜色改变所导致的光学质量下降，发生白内障。除了最为常见的年龄相关性白内障，糖尿病性白内障作为糖尿病的并发症之一也变得越来越常见，随着国民生活方式发生的转变，糖尿病从少发逐渐变得多发，其改变可从1980年与2013年的发病率上看出，从0.67%上涨到了10.4%。当机体产生胰岛素的抵抗或者分泌不够时常常导致血糖含量的上升，进而导致糖尿病的发生，因此糖尿病的一个主要特点即为血糖的异常升高。通过统计学的分析可以发现，相比于正常人而言，糖尿病病人中关于白内障这一疾病的发病率更高，大概是正常人群的2到3倍高。研究显示，患有糖尿病的白内障手术患者中占有总人数比例约为20%。氧化应激、渗透压力及蛋白质非酶糖基化学说这两种说法是目前关于白内障患者同时患有糖尿病的患病原因的相关学说，当下的研究表明高糖导致的晶状体内相关蛋白的异常糖基化是导致糖尿病合并白内障的重要原因，糖诱导的LECs的异常凋亡又是白内障发生的内在因素。已有研究表明，高糖诱导能够刺激LECs中bFGF和IGF-1表达的上调，从而导致晶状体内代谢平衡的失调。也有研究表明，白内障患者玻璃体中TGF-B1和IL-6的表达会异常增高，并且与眼底疾病病变程度呈正相关。因此，将糖尿病性白内障患者与年龄相关白内障患者进行比较，针对二者体内相关成分进行分析，研究针对糖尿病的产生、视网膜的改变以及白内障的产生的联系含有重大意义，可以在对前者的治疗预后评价上提供一定的理论依据。

### 4. 糖尿病性白内障房水生物标记物的研究近况

#### 4.1. 房水蛋白

人眼房水中的蛋白浓度是反映血-房水屏障功能的客观指标之一，亦是评价眼前节炎性反应程度的重要依据，血-房水屏障破坏的明显标志是房水中蛋白浓度和细胞水平增高。对于老年性白内障患者与非增殖型糖尿病性视网膜病变的白内障患者，超声乳化吸除合并人工晶体植入术后眼血-房水屏障功能均可在短期内恢复，而对于伴有增殖型糖尿病性视网膜病变的白内障患者，术前、术后前房水蛋白渗漏较前者显著增多，且术后血-房水屏障的修复需要一个较长的时期。罗莉霞等[2]相关报道用激光闪光细胞检测仪(Laser flare cell meter, LFCM)定量检测超声乳化白内障吸除并人工晶体植入术前、术后前房蛋白浓度。结果显示：各组术后1天、7天及30天的房水蛋白浓度均较术前高，并有显著性差别( $P < 0.05$ )。术前，伴增殖型糖尿病性视网膜病变患者的前房蛋白浓度高于老年性白内障和非增殖型糖尿病性视网膜病变白内障患者，且差异有显著性( $P < 0.05$ )；而老年性白内障和非增殖型糖尿病性视网膜病变白内障患者间的房水蛋白浓度无明显差别。术后90天时，老年性白内障和非增殖型糖尿病性视网膜病变白内障患者的房水蛋白浓度与术前无显著性差别；但伴增殖型糖尿病性视网膜病变患者的仍高于术前水平，且差异有显著性( $P < 0.05$ )。

大量研究都表明，伴增殖型糖尿病性视网膜病变白内障患者的房水蛋白浓度显著高于非增殖型糖尿病性视网膜病变白内障患者以及老年性白内障患者。

#### 4.2. 血管内皮生长因子(VEGF)

在VEGF生成后，会经过旁与自分泌等方式对血管上的内皮细胞产生影响，通过跟其受体进行特异性的结合，从而加快细胞的分裂与增值，提升血管的通透性、使胞外的基质发生变性、另外，加快细胞转移与分裂，形成新生血管，从而损伤血视网膜屏障(BRB)以及形成新生血管。文燕等[3]

的研究发现，糖尿病白内障病人房水里的 VEGF 含量比老年性病人的含量更多。在这部分病人中，增生性的病人(PDR)的 VEGF 值无论是在玻璃体中还是房水中都有明显的增多。同时，还有相关研究显示，血管内皮生长因子在早期的糖尿病患者的视网膜中就有产生，产生的部位主要是在内核层与内界的膜的无血管的区域，这一产生与使增生性病人之间的关系较为密切。国内外大量研究证明，VEGF 的含量减少可以通过服用抗 VEGF 药物来达到目的，同时还能使血管的再生得到抑制，有效控制早期糖尿病视网膜病变患者的黄斑水肿进展。

### 4.3. 炎症细胞因子

已有研究显示炎症反应在白内障的发病过程中发挥重要作用。研究发现，患者血清和房水多种炎症细胞因子水平升高，其参与白内障的发生、发展过程。其中，糖尿病性白内障表现出眼内各促炎细胞因子的浓度升高，如白细胞介素-1 (IL-1)、白细胞介素-6 (IL-6)、白细胞介素-12 (IL-12)及白细胞介素-8 (IL-8)，肿瘤坏死因子  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )及细胞间粘附分子-1 等。

### 4.4. 白细胞介素-6 (IL-6)

白细胞介素-6 (IL-6)是活化的单核细胞、巨噬细胞、T 细胞等分泌的一种糖蛋白。有研究显示，IL-6 水平升高与免疫反应及 2 型糖尿病的发病有关。罗云娜等[4]研究表明，白细胞介素-6 (IL-6)和 VEGF 与糖尿病视网膜病变及糖尿病性黄斑水肿的严重程度有关。

### 4.5. 肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )

肿瘤坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )是一种非特异性促炎因子，在慢性炎症或感染过程中表达升高，是由单核巨噬细胞、巨噬细胞和淋巴细胞等分泌的具有多种生物活性功能的细胞因子；可引起血-视网膜屏障受损；TNF- $\alpha$  通过核因子(NF)- $\kappa$ B 途径的激活刺激人视网膜血管内皮细胞引起明显的细胞间粘附分子和血管细胞粘附分子的表达，促进 VEGF 等生成释放并协同其增殖作用。

伍俊等[5]的研究结果指出增生性糖尿病性视网膜病变(PDR)患者房水高表达 VEGF 及 TNF- $\alpha$  且与血糖水平正相关。有研究显示，白内障合并糖尿病患者血清及房水中的 VEGF, TNF- $\alpha$  的水平与糖尿病病情进展到单纯型糖尿病性视网膜病变期一致，并且 VEGF, TNF- $\alpha$  之间有相关性。但当白内障合并糖尿病病情发展到增生性糖尿病性视网膜病变期时，血清及房水中的 TNF- $\alpha$  水平变化一致，但血清及房水中的 VEGF 水平变化并不一致。相关报道测定白内障合并糖尿病患者 VEGF、TNF- $\alpha$  的水平。结果显示：房水中 VEGF, TNF- $\alpha$  浓度均呈明显同向增高趋势，且二者有显著正相关性，差异有统计学意义( $p < 0.001$ )。

### 4.6. 细胞粘附因子(VCAM-1)

细胞粘附因子，即 VCAM-1，该因子属于内皮细胞活化与破坏的标志物之一。人体在健康的状态中，该因子一般为低表达或者未表达的情况，但是机体出现炎症时，其表达显著提升。糖尿病病人因为高血糖因素，造成机体多个代谢路径发生变化，比如晚期糖基化终产物的形成、蛋白激酶 C 途径的激活，然后触发该因子和相关因子的生理功能。汪晓娟等[6]的实验研究证明，由 VCAM-1 参与的白细胞和血管内皮细胞间的相关生理活动，比如细胞间粘附，很有可能在其临床症状出现之前就已经产生，比如白细胞淤积的形成，毛细管闭塞等病理现象。糖尿病病人处于高糖与缺氧环境的时候会激活白细胞，促进了中性粒细胞与血管内皮细胞间的粘附反应，也增强了粘附分子的表达水平，最后导致眼内严重缺氧。不过针对眼中细胞粘附因子(VCAM-1)的高表达以及眼内缺氧加重对糖尿病性白内障的作用尚需进一步探索。

#### 4.7. 血管内皮生长抑制因子(VEGI)和血管内皮生成因子(VEGF)

血管内皮生长抑制因子, 即 VEGI, 为最近几年的实验研究中所检测到的负性调节因子, 该因子具有阻碍异常新生血管形成的功能。血清与房水内 VEGI 的含量与糖尿病视网膜病情的严重程度成负相关。有研究通过双抗体夹心酶联免疫吸附技术检测了病人外周血清与房水内的 VEGI 与 VEGF 的含量然后进行了对比。五个实验组 A、B、C、D、E 依次为轻度、中度、重度非增生型的糖尿病视网膜病变, 增殖型病变, 不伴有糖尿病的白内障病例组, 其中 E 组为对照组。研究数据证明伴有糖尿病的病变病人血清内 VEGI 水平在早期比对照组的值高, 不过因为病情的发展, 该因子的浓度又在减小; 轻度非增生性糖尿病视网膜病变患者房水中 VEGF 浓度与对照组无显著性差异, 随着病程加重, 中度、重度的非增生病变组, 增殖型病变组, 每一实验组的病人房水内 VEGF 值均渐渐增高。VEGI 含量在轻度非增生性糖尿病视网膜病患者较无糖尿病的白内障患者房水减少, 同时又于病情的再次加重会持续降低, 统计分析结果显示组间差异具有统计学意义; 且每一组的 VEGF 值均与病情的轻重程度为正相关。

石蕊等[7]诸多实验数据都显示血清与房水内的 VEGI 与及 VEGF 水平和糖尿病视网膜病理改变的轻重存在明显的正相关性。该结论为接下来的研究具有重要的探索价值, 由此我们推测上述两种因子和糖尿病型白内障的发生发展亦有重要作用。

#### 4.8. 色素上皮源性生长因子(PEDF)

PEDF 属于分泌型糖蛋白, 其来源于丝氨酸蛋白酶抑制剂一族, 不过并不具有阻碍蛋白水解酶的功能。其在体外可以阻碍高糖与过氧化氢介导的细胞生理活性异常问题的出现, 于链脉佐菌素所引发的糖尿病大鼠体内, 可以经过阻碍细胞粘附因子的表达与视网膜白细胞的积累, 而且可以基于其抑制作用来控制氧化应激的发生, 这样就可以预防出现早期血管通透性增大与视网膜电图波与波振幅减小, 该结论预示着该蛋白因子的早期保护功能。有实验结果证明糖尿病病人房水内的 VEGF/PEDF 值都比患有老年性白内障病人的高, 而且, 在无 DR 糖尿病病人的 PEDF 水平低于老年性白内障患者。

#### 4.9. 消脂素(Leptin)

Leptin 也被叫做消脂素, 属于一类脂肪组织内特有的蛋白因子, 其为长螺旋细胞因子库内的一员, 该家族内还有 IL-2、睫状神经抑制因子和粒细胞集落刺激因子等蛋白, 这类因子在体内发挥介导与调整免疫与炎症反应的功能, 而且还可以进行组织修复。这类蛋白因子在与细胞表层的受体识别并结合后, 通过一系列通路最终影响蛋白质的表达。血管内皮生长因子(VEGF)、白细胞介素-6(IL-6)、Leptin 参与了糖尿病视网膜病理变化的发生发展过程, 并具有不可忽视的作用, 同时, 统计学研究表明 VEGF 和 IL-6、VEGF 和 Leptin 间存在一定的关联性。有研究还通过双抗体夹心 ELISA 技术测定了房水内的 VEGF 与 IL-6 的水平值, 通过放射免疫技术测定了 Leptin 的水平值, 总共测定了五个四个不同的实验组。赵军等[8]的研究数据证明, 对照组、不伴有糖尿病、单纯型、增生型的视网膜病变组房水内的 VEGF、IL-6、Leptin 水平值具有逐渐上升的趋势。房水内这三种物质的水平间具有一定的关联性; 同时还证明这三种因子和糖尿病的病情轻重与视网膜病变具有一定的关联性。

#### 4.10. 褪黑激素

褪黑激素是一种神经激素, 主要在松果体细胞合成, 同时在眼视网膜, 睫状体, 泪腺中也有分泌。它在眼中有助于视网膜病变的调节。相关研究用 ELISA 检测下午六点以后行白内障手术房水中的褪黑激素浓度, 结果显示, 褪黑激素的含量在增生期糖尿病视网膜病变病人的房水明显增高, 但在非增生期糖尿病视网膜病变中无明显改变。这也为我探索糖尿病性白内障发生发展提供了新的思路。

#### 4.11. 丙二醛(Malondialdehyde MDA)

MDA 作为一类脂质过氧化所得的物质,国内外诸多学者针对伴有与不伴有糖尿病的白内障其体内所含 MDA 的量展开了相关研究,比如黄玥等[9]有实验证明前者房水内的 MDA 含量比后者的含量高很多。不过有关房水内 MDA 含量与血糖高低的相关性研究并不多。黄玥等在实验中根据病人空腹血糖含量值做了更加详细地分组,展开了进一步研究。研究不但证明伴有糖尿病的白内障病人与伴糖尿病白内障病人所含 MDA 的量具有明显的不同,同时还发现不一样的血糖含量组的病人房水内 MDA 含量也存在明显差异,而且实验分析得出这两个指标间具有正相关性。实验统计数据显示血糖值的高低与眼中氧化应激的强弱呈正相关性,血糖值越高,抗氧化水平就渐渐降低,晶状体内脂质的过氧化现象加重,出现蛋白质生理活性改变问题,造成晶状体损害现象。高水平血糖含量会加重氧化应激反应,人体在这种状态中,蛋白质非酶促糖基化生理功能会使得体内生成过多的果糖胺,造成活性氧等过量的自由基累积;自由基的堆积将导致糖尿病各类并发症的产生。因此,糖尿病人群中的白内障问题比为患糖尿病人群中的白内障现象严重,这可能是高水平血糖中晶状体脂质过氧化反应比较严重的原因。

#### 5. 展望

糖尿病属于出现白内障其中的一个危险因素,同时白内障又为造成糖尿病病人视力损伤的普遍原因。大部分研究结果均证明高血糖将造成白内障发生,其中,炎症因子的升高导致血-视网膜屏障和血-房水屏障发生破坏与白内障的发生发展具有重要联系。随着对糖尿病性白内障的研究深入,发现了很多房水成分在该病中的异常,如房水蛋白、血管内皮生长因子、白介素-6、瘦素、肿瘤坏死因子- $\alpha$ 、血管内皮生长抑制因子、色素上皮源性生长因子、褪黑素等等。随着科技的进步以及研究技术的革新,可能为进一步阐明糖尿病性白内障的发病机制以及该疾病的发生发展与治疗提供新的靶点和思路。

#### 参考文献

- [1] 李自强,何引章,陶勇. 细胞因子检测方法研究进展及其在眼内液检测中的应用[J]. 中华眼科医学杂志(电子版), 2018, 8(3): 140-144.
- [2] 罗莉霞,刘奕志,等. 糖尿病患者白内障与老年性白内障超声乳化术前后房水蛋白浓度变化的比较[J]. 中华实用眼科杂志, 2004, 22(3): 174-176.
- [3] 文燕,张晓城. 合并糖尿病白内障患者术后黄斑水肿与其房水中 VEGF、白细胞介素因子的相关性分析[J]. 临床误诊误治, 2020, 33(7): 89-93.
- [4] 罗云娜,赵海霞,张伊晖. TGF- $\beta$ 1、IGF-1、bFGF 和 IL-6 在糖尿病性白内障中的表达及意义[J]. 内蒙古医科大学学报, 2020, 42(3): 225-228+238.
- [5] 伍俊,文智伟,黄海涛. 增生性糖尿病性视网膜病变患者房水细胞因子的改变及与血糖的相关性分析[J]. 临床眼科杂志, 2016, 24(1): 18-20.
- [6] 汪晓娟,等. 糖尿病合并白内障及单纯老年性白内障与房水中细胞因子相关性的临床研究[J]. 中华眼科医学杂志(电子版), 2019, 9(5): 312-319.
- [7] 石蕊,薛雨顺,王峰. 糖尿病视网膜病变合并白内障患者血清及房水中 VEGF 和 VEGF 的含量分析[J]. 陕西医学杂志, 2015, 44(10): 1393-1395.
- [8] 赵军,等. 2 型糖尿病患者房水中 VEGF、IL-6、Leptin 水平测定的临床意义[J]. 眼科新进展, 2008, 28(4): 287-289.
- [9] 黄玥,饶玉清,李旌. 伴有糖尿病的白内障患者和不伴有糖尿病的白内障患者眼房水中氧化状态和抗氧化能力的变化[J]. 临床眼科杂志, 2019, 27(2): 106-110.