

糖尿病患者白内障超声乳化术后 角膜水肿相关因素

穆启睿*, 赵春梅

华北理工大学临床医学院, 河北 唐山

收稿日期: 2023年9月23日; 录用日期: 2023年10月17日; 发布日期: 2023年10月23日

摘要

糖尿病(diabetes mellitus, DM)是一种因胰岛素分泌不足或胰岛素抵抗而引起的以高血糖为特征的慢性代谢性疾病,它是世界上最普遍的全身性疾病之一,发病人数逐年增长。随着白内障手术的不断发展和超声乳化术成为白内障手术的首选,与以前的白内障囊外或囊内摘除方法相比,手术时间更短,视力恢复更快。但是,超声乳化术后并发症中发病率最高的是角膜水肿,而且糖尿病性白内障患者超声乳化术后角膜水肿的发病率明显高于其它类型的白内障患者。本文就糖尿病患者白内障超声乳化术后角膜水肿相关因素做一综述。

关键词

角膜水肿, 白内障, 糖尿病

Related Factors of Corneal Edema after Phacoemulsification in Diabetic Patients

Qirui Mu*, Chunmei Zhao

College of Clinical Medicine, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

Received: Sep. 23rd, 2023; accepted: Oct. 17th, 2023; published: Oct. 23rd, 2023

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a chronic metabolic disease characterized by hyperglycemia caused by insufficient insulin secretion or insulin resistance. It is one of the most common systemic diseases in the world, and the number of patients is increasing year by year. With the continuous develop-

*通讯作者。

ment of cataract surgery, phacoemulsification has become the first choice for cataract surgery. Compared with previous extracapsular or intracapsular cataract extraction methods, phacoemulsification has shorter operation time and faster visual recovery. However, the highest incidence of complications after phacoemulsification is corneal edema, and the incidence of corneal edema in diabetic cataract patients after phacoemulsification is significantly higher than that in other types of cataract patients. This article reviews the related factors of corneal edema after phacoemulsification in diabetic patients.

Keywords

Corneal Edema, Cataract, Diabetes Mellitus

Copyright © 2023 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. 引言

白内障是全球首位致盲性眼病,随着技术的不断提高,超声乳化术所造成的严重并发症越来越少,但发病率最高的是角膜水肿。当角膜内皮细胞密度低于阈值 $1000/\text{mm}^2$ 时,角膜水肿的发生率将加倍,严重影响治疗效果。近年来,对于糖尿病患者进行白内障超声乳化术后角膜水肿相关因素的研究日益增多,这也引起了眼科医生的广泛关注。

2. 发病机制

比起非糖尿病患者,糖尿病患者更容易患上白内障[1][2],其中最常见的类型是核硬化型,而且发病时间也比非糖尿病患者更早、更快[3][4][5][6][7]。糖尿病患者白内障的发展可能是与高血糖相关的糖基化终末产物(AGE)导致晶体蛋白发生变化有关[8]。Hashim [9]等发现糖尿病患者晶状体中 β -结晶蛋白水平较高,表明了糖基化更为明显,强调了血糖控制的益处。当角膜内皮细胞受损时,离子泵的作用会受到影响,导致细胞内的排水功能受到阻碍,从而导致细胞内的水分积聚,最终导致角膜水肿。

3. 术前因素

3.1. 患者是否合并高血压

高血压会造成全身脏器产生不利影响,是一种全身性疾病,其发病率日渐增长。王琳[10]等与徐武平等[11]对高血压组与非高血压组的角膜内皮细胞进行对比研究,发现高血压组的角膜六边形细胞比例(6A)明显下降、变异系数(CV)明显增大,说明高血压在某种程度导致角膜内皮细胞稳定性变差。那么伴随着角膜内皮细胞稳定性降低,从而使得白内障术后角膜水肿的风险增加。同吕莎等[12]和邱悦等[13]比较高血压合并糖尿病与单纯糖尿病患者,结果表明 6A 进一步减少、CV 进一步增加。这说明,高血压对角膜内皮细胞作用并不以细胞数目的下降为主,而以细胞形态改变为主。

3.2. 术前血糖控制稳定性与病程长短

长期的高糖饮食会对房水代谢产生不利影响,这种情况在糖尿病性白内障患者中尤为明显,超声乳化术后角膜水肿的发病率明显增加,这不仅会延长患者术后的愈合时间,还会影响术后的视力。Yan Gao 等[14]认为糖尿病患者的角膜敏感性、荧光素染色评分、角膜上皮细胞密度和神经纤维密度与糖尿病持续

时间相关。Calvo 等[15]发现病程较短(<1年)、血糖控制比较稳定的糖尿病合并白内障患者比病程较长(>10年)、血糖控制不稳定的糖尿病合并白内障患者的中央角膜厚度(CCT)显著增加, 而内皮细胞密度显著降低。Jiangnan He 等[16]研究表明与无糖尿病视网膜病变(DR)或糖尿病性黄斑水肿(DME)的受试者相比, 有 DR 或 DME 患者糖尿病病程较长、糖化血红蛋白(HbA1c)较高、较低的体质指数(BMI), 更容易发生白内障。糖尿病患者病程长, 这将对角膜内皮细胞的结构和数量产生不利影响, 血糖控制不佳不光会加剧白内障的发展, 还会增加眼底病变的发生几率、白内障术后角膜水肿的发生率大幅提升。

3.3. 年龄

随着年龄的增长, 白内障患者角膜内皮细胞密度和功能都会逐渐减弱, 这使得他们更容易受到超声乳化手术所带来的损伤, 从而导致术后角膜水肿等严重并发症, 严重影响了手术的效果[17]。Møller Pedersen 等[18]报告角膜内皮细胞每年减少 0.3%, Niederer 等[19]表明角膜内皮细胞每年减少 0.5%。角膜内皮细胞由神经外胚层发育而来, 随年龄的增加, 角膜内皮细胞密度逐渐降低, 在成人, 角膜内皮细胞损伤后不能增生, 主要依靠内皮细胞的增大、扩展和移行来覆盖[20]。年龄的增长也改变了角膜内皮细胞的形态, 研究发现[21], 随着年龄的增长, 角膜内皮细胞密度逐渐下降, 6A 随之减少, CV 增大。于琼等[22]同样也证实了上述结论。随着年龄的增长, 角膜内皮细胞的数量和结构都发生了变化, 这使得超声乳化术后出现角膜水肿的可能性大大提高。

3.4. 前房深度

超声乳化术中角膜内皮细胞的损失是不可避免的, 因为手术空间非常有限, 因此足够的手术空间能减少手术机械损伤和热损伤, 从而减轻对角膜内皮的损害, 降低手术后角膜水肿的发生率[23]。Muhammad Khalid 等[24]将行超声乳化术的患者按前房深度(ACD)和眼轴(AL)分为两组: ACD 2.0~3.0 mm 和 AL 22~23.5 mm; ACD 3.1~4.0 mm 和 AL 23.6~25 mm。认为浅前房和较小的 AL 是角膜内皮细胞损失的危险因素。有学者[25] [26]表明浅前房的患者容易在白内障超声乳化手术中损伤角膜内皮细胞。由于浅前房特殊结构的存在, 术后角膜水肿的风险大大增加, 尤其是对于糖尿病性白内障患者。

3.5. 晶体核硬度

研究表明, 当晶状体核硬度 \geq III 级时, 超声乳化术后角膜水肿的发生率显著提高。因为晶状体核硬度的增加会导致超声乳化的能量消耗和有效乳化时间的延长[27] [28] [29], 从而导致角膜水肿的发生。

3.6. 自身眼部因素

不同的患者眼部情况和全身情况也存在差异。对于眼底病变明确的患者应先治疗眼底病, 再治疗白内障; 若眼底病变因白内障无法明确诊断时应先治疗白内障, 术后密切随访观察眼底病变。另外在白内障术前, 部分患者角膜的病理状态[30]如结缔组织病、青光眼、干眼症等疾病会促进角膜水肿的产生, 从而导致角膜内皮细胞的稳定性下降, 加剧白内障术后角膜水肿情况的发生。

4. 术中因素

4.1. 切口与手术方式

手术切口的选择对于术后的角膜水肿的预后至关重要, 这一点可以从临床结果中得出。[31] [32]研究发现在同等情况下, 角膜微切口手术角膜内皮细胞损失数量明显少于传统常规角膜切口, 且角膜微切口组术后角膜水肿明显减少。研究表明[33] [34], 飞秒激光技术可以显著降低有效超声乳化时间(EPT), 并

且可以有效地减少术中晶体前囊膜切开、预劈核以及制作角膜切口等步骤对角膜内皮的损伤, 极大地提升了手术的安全性和稳定性, 从而缩短术后恢复期, 进而改善患者的视觉质量。

4.2. 超乳能量与手术机械性损伤

研究显示[35], 超声乳化手术会产生大量的羟基自由基, 这些自由基会对角膜内皮细胞造成严重的损伤。此外, 由于超声乳化手术所释放的能量和热量, 角膜内皮细胞也会受到影响, 从而导致大多数并发症的出现。研究结果显示[36] [37] [38], 超声乳化仪器探头的振动、皮质的抽吸以及人工晶状体的植入等操作过程中, 均可能引起机械性损伤, 进而产生羟基自由基, 破坏角膜内皮细胞, 最终导致术后出现角膜水肿的情况。有研究已经证实了超乳能量 42 kHz 优于 28 kHz, 并为进一步寻找最佳高频提供了方向[39] [40]。而后 Taru Dewan 等发现采用 52 kHz 超乳能量较上述两中能量相比, EPT 和估计液体使用量(EFU)更低, 角膜内皮细胞损伤得更少。

4.3. 灌注液

近年来, 研究表明, 不论是灌注时长、灌注速度、灌注液类别、温度以及灌注液瓶高都会给角膜内皮细胞带来损伤, 此外, 灌注液还具备多重功效, 它既可以降低手术过程中的热量, 又具备良好的抗氧化功效保护眼部组织。研究证实[41], 复方电解质灌注液能够有效保护和改善眼睛的组织和功能, 从而有助于缓解眼睛的不适感, 特别是对于白内障患者来说, 其疗效优势明显, 远远优于传统的乳酸林格氏液。孙斌等人[42]在白内障手术组通过将 21℃~23℃与 25℃~27℃同为 0.9%浓度的氯化钠溶液比较, 结果表明, 低于常温更能够帮助患者减少术中内皮细胞的损伤。孙建初等[43]人的研究表明, 与常温 24℃灌注液相比, 采取 8℃的低温灌注液治疗可以更好地减少角膜内皮细胞的破坏, 从而减少术后的并发症。赵雯等[44]与孙建初等研究结论一致。随后 WU 等[45]发现白内障超声乳化术中使用冷藏灌注液较正常常温灌注液能够有效预防温度过高引发的角膜损伤。苏文华等[46]根据灌注液瓶高不同随机分为 75~80 cmH₂O 组、80~85 cmH₂O 组、85~90 cmH₂O 组和 90~95 cmH₂O 组, 发现灌注液瓶高度为 80~85 cmH₂O 时, 有益于术后视力的提高, 当灌注液高度在某一范围内增大时, 角膜内皮细胞数量减少, 角膜厚度增加。

4.4. 消毒液

研究表明, 术前使用药物性溶液冲洗是预防术后眼内炎的有效方法, 其中聚维酮碘(PVP-I)的应用最为普遍, 其能够释放出大量游离碘, 使细菌失活进而灭菌[47]。感染性眼内炎是白内障患者术后最严重的并发症, 发病率高达 0.076%, 一旦发病, 患者可能会短时期内出现术眼疼痛、视力下降, 预后不佳, 极端情况下可能需要进行眼球摘除手术。因为国家、地区、医院的差异, 那么使用的 PVP-I 浓度也有所差异, 美国眼科学会(AAO)建议白内障术前结膜囊内使用 5%浓度的 PVP-I。欧洲白内障及屈光手术医师协会(ESCRS)建议术前应用 5%~10%浓度的 PVP-I 持续至少 3 分钟。根据《我国白内障摘除手术后感染性眼内炎防治专家共识(2017 年)》, 聚维酮碘溶液结膜囊消毒可以作为一种有效的抗菌措施, 其浓度可以在 1%~5%之间, 从而达到良好的抗菌作用。Rosario Musumeci 等[48]认为 0.66% PVP-I 滴眼可用于白内障围术期消毒, 在手术准备过程中保护眼表免受微生物污染。Fang Fan 等[49]认为 0.025%~0.1%的 PVP-I 可用在因糖尿病或干眼症导致角膜上皮损伤的患者的眼表冲洗。同时发现 0.5%聚维酮碘溶液冲洗结膜囊 30 s, 细菌污染率低。还能减少眼表面的损害, 促进眼表面的功能恢复。

5. 术后因素

通过正确的滴眼液使用, 超声乳化术后可以有效地防止角膜水肿的出现, 而且, 研究还表明[50], 术后滴用妥布霉素地塞米松滴眼液联合小牛血去蛋白提取物能够治疗白内障术后角膜水肿, 缩短术后愈合

时间, 可以进一步改善术后的视力。因此, 术后正确的滴眼液应当被认为是最佳的护理方式, 可以大大减少术后角膜水肿的发生, 从而改善患者的视觉质量。另外糖尿病合并白内障患者术后并发症发生率高于单纯白内障患者, 因此, 糖尿病患者更要进行白内障术后1周、1个月、3个月的随访复查, 以降低术后并发症的风险。

6. 小结

近年来, 白内障患者对术后视觉恢复的要求逐渐提高。对于糖尿病合并白内障患者术后角膜水肿的相关因素, 针对性地积极干预, 最大程度降低角膜水肿发生的风险, 提高患者的术后视觉质量, 具有临床意义。

参考文献

- [1] Flesner, P., Sander, B., Henning, V., *et al.* (2010) Cataract Surgery on Diabetic Patients. A Prospective Evaluation of Risk Factors and Complications. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, **80**, 19-24. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0420.2002.800105.x>
- [2] Rim, T.H., Kim, M.H., Kim, W., *et al.* (2014) Cataract Subtype Risk Factors Identified from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2010. *BMC Ophthalmology*, **14**, Article No. 4. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-14-4>
- [3] Hennis, N.A. (2002) Risk Factors for Incident Nuclear Opacities. *Ophthalmology*, **109**, 1303-1308.
- [4] Hennis, A. (2004) Risk Factors for Incident Cortical and Posterior Subcapsular Lens Opacities in the Barbados Eye Studies. *Archives of Ophthalmology*, **122**, Article No. 525. <https://doi.org/10.1001/archophth.122.4.525>
- [5] Klein, B.E.K., Klein, R. and Lee, K.E. (1998) Diabetes, Cardiovascular Disease, Selected Cardiovascular Disease Risk Factors, and the 5-Year Incidence of Age-Related Cataract and Progression of Lens Opacities: The Beaver Dam Eye Study. *American Journal of Ophthalmology*, **126**, 782-790. [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(98\)00280-3](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(98)00280-3)
- [6] Kanthan, G.L., Mitchell, P., Burlutsky, G., *et al.* (2011) Fasting Blood Glucose Levels and the Long-Term Incidence and Progression of Cataract—The Blue Mountains Eye Study. *Acta Ophthalmologica*, **89**, e434-e438. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2011.02149.x>
- [7] Richter, G.M., Choudhury, F., Torres, M., Azen, S.P. and Varma, R. (2012) Risk Factors for Incident Cortical, Nuclear, Posterior Sub-Capsular, and Mixed Lens Opacities: The Los Angeles Latinoeye Study. *Ophthalmology*, **119**, 2040-2047. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.05.001>
- [8] Ramalho, J., *et al.* (1996) Crystallin Composition of Human Cataractous Lens May Be Modulated by Protein Glycation. *Graefes' Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **234**, S232-S238. <https://doi.org/10.1007/BF02343078>
- [9] Hashim, Z. and Zarina, S. (2011) Advanced Glycation End Products in Diabetic and Non-Diabetic Human Subjects Suffering from Cataract. *Age*, **33**, 377-384. <https://doi.org/10.1007/s11357-010-9177-1>
- [10] 王琳. 不同分级原发性高血压对角膜内皮细胞的影响[J]. 国际眼科杂志, 2015, 15(12): 2140-2142.
- [11] 徐武平, 魏春惠, 顾榴丽. 高血压患者角膜内皮细胞形态学的研究分析[J]. 东南大学学报(医学版), 2015(1): 110-112.
- [12] 吕莎, 宋胜仿, 李华, 等. 糖尿病性白内障术后角膜内皮细胞的变化[J]. 眼科新进展, 2012, 32(8): 787-789, 793.
- [13] 邸悦, 王庆, 吴海龙, 阎启昌. 高血压患者角膜内皮细胞非接触角膜内皮显微镜观察[J]. 国际眼科杂志, 2006, 6(6): 1336-1338.
- [14] Gao, Y., Zhang, Y., Ru, Y.S., *et al.* (2015) Ocular Surface Changes in Type II Diabetic Patients with Proliferative Diabetic Retinopathy. *International Journal of Ophthalmology*, **8**, 358-364.
- [15] Calvo-aroto, A.M., *et al.* (2014) Quantitative Corneal Anatomy: Evaluation of the Effect of Diabetes Duration on the Endothelial Cell Density and Corneal Thickness. *Ophthalmic and Physiological Optics*, **35**, 293-298. <https://doi.org/10.1111/opo.12191>
- [16] He, J., Xu, X., Zhu, J., *et al.* (2017) Lens Power, Axial Length-to-Corneal Radius Ratio, and Association with Diabetic Retinopathy in the Adult Population with Type 2 Diabetes. *Ophthalmology*, **124**, 326-335. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.10.041>
- [17] 孟志为, 杨丽霞. 胥亚男. 超声乳化白内障手术对年龄相关性白内障患者角膜内皮细胞的影响[J]. 国际眼科杂

- 志, 2010, 10(5): 942-943.
- [18] Møller-Pedersen, T. (1997) A Comparative Study of Human Corneal Keratocyte and Endothelial Cell Density during Aging. *Cornea*, **16**, 333-338. <https://doi.org/10.1097/00003226-199705000-00014>
- [19] Niederer, R.L., Perumal, D., Sherwin, T. and McGhee, C.N.J. (2007) Age-Related Differences in the Normal Human Cornea: A Laser Scanning *in Vivo* Confocal Microscopy Study. *British Journal of Ophthalmology*, **91**, 1165-1169. <https://doi.org/10.1136/bjo.2006.112656>
- [20] 葛坚. 眼科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 57.
- [21] 陈昌海, 杨漪, 黄景云, 等. 超声乳化术治疗对白内障患者角膜内皮细胞及泪液炎症指标的影响[J]. 海南医学院学报, 2016, 22(2): 197-198.
- [22] 于琼, 王剑锋. 糖尿病性白内障患者超声乳化术后角膜水肿相关因素[J]. 国际眼科杂志, 2018, 18(2): 252-254.
- [23] Hwang, H.B., Lyu, B., Yim, H.B., *et al.* (2015) Endothelial Cell Loss after Phacoemulsification According to Different Anterior Chamber Depths. *Journal of Ophthalmology*, **2015**, Article ID: 210716. <https://doi.org/10.1155/2015/210716>
- [24] Khalid, M., Ameen, S.S., Ayub, N., *et al.* (2019) Effects of Anterior Chamber Depth and Axial Length on Corneal Endothelial Cell Density after Phacoemulsification. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, **35**, 200-204. <https://doi.org/10.12669/pjms.35.1.92>
- [25] Fernández-Vega Cueto, A., Rodríguez-Una, I., Rodríguez-Calvo, P.P. and Alfonso, J.F. (2020) Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery in Shallow Anterior Chamber Cases. *International Ophthalmology*, **41**, 707-717. <https://doi.org/10.1007/s10792-020-01628-6>
- [26] 于琼, 王剑锋, 等. 糖尿病性白内障患者超声乳化术后角膜水肿相关因素[J]. 国际眼科杂志, 2018, 18(2): 252-254. <https://doi.org/10.3980/j.issn.1672-5123.2018.2.11>
- [27] Joshi, R.S. (2013) Primary Posterior Capsular Opacification in Indian Rural Population Undergoing Cataract Surgery for Hypermature Senile Cataract. *Clinical Ophthalmology*, **7**, 1605-1608. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S49396>
- [28] Ranjini, H., Murthy, P.R., Murthy, G.J., *et al.* (2018) Reply to Comment on: Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery versus 2.2 mm Clear Corneal Phacoemulsification. *Indian Journal of Ophthalmology*, **66**, 344-345. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1212_17
- [29] Mastropasqua, L., Mattei, P.A., Toto, L., *et al.* (2017) All Laser Cataract Surgery Compared to Femtosecond Laser Phacoemulsification Surgery: Corneal Trauma. *International Ophthalmology*, **37**, 475-482. <https://doi.org/10.1007/s10792-016-0283-7>
- [30] 孔艳艳. 白内障超声乳化吸出术后角膜水肿护理的研究进展探究[J]. 中国现代药物应用, 2017(16): 191-192.
- [31] 马颖, 邵彦. 1.8 mm 小切口超声乳化劈核与常规切口超声乳化白内障吸出术后早期恢复中角膜内皮细胞的变化[J]. 眼科新进展, 2017, 37(7): 643-646.
- [32] 王圣霞, 杜允宏, 刘文静, 等. 白内障 1063 眼超声乳化术后低视力的影响因素[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2018, 40(10): 749-754. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-1477.2018.10.008>
- [33] Abell, R.G., Kerr, N.M. and Vote, B.J. (2013) Toward Zero Effective Phacoemulsification Time Using Femtosecond Laser Pretreatment. *Ophthalmology*, **120**, 942-948. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.11.045>
- [34] Conrad-Hengerer, I., Juburi, M.A., Schultz, T., *et al.* (2013) Corneal Endothelial Cell Loss and Corneal Thickness in Conventional Compared with Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: Three-Month Follow-Up. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **39**, 1307-1313. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.05.033>
- [35] Yesilirmak, N., Diakonis, V.F., Battle, J.F., *et al.* (2018) Comparison of Phacoemulsification Parameters between Manual and Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery. *Canadian Journal of Ophthalmology*, **53**, 542-547. <https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2018.01.009>
- [36] Dewan, T., Malik, P.K. and Tomar, P. (2022) Comparison of Effective Phacoemulsification Time and Corneal Endothelial Cell Loss Using Three Different Ultrasound Frequencies: A Randomized Controlled Trial. *Indian Journal of Ophthalmology*, **70**, 1180-1185.
- [37] HariPriya, A., Chang, D.F., Reena, M., *et al.* (2012) Complication Rates of Phacoemulsification and Manual Small-Incision Cataract Surgery at Aravind Eye Hospital. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **38**, 1360-1369. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.04.025>
- [38] Maalej, A., Khallouli, A., Wathek, C., *et al.* (2014) Ozil® versus Conventional Ultrasound Phacoemulsification: A Randomized Comparative Study. *International Ophthalmology*, **35**, 565-568. <https://doi.org/10.1007/s10792-014-9984-y>
- [39] Dewan, T., Malik, P.K. and Kumari, R. (2019) Comparison of Effective Phacoemulsification Time and Corneal Endothelial Cell Loss Using 2 Ultrasound Frequencies. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **45**, 1285-1293.

- <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2019.04.015>
- [40] Dewan, T. and Malik, P.K. (2016) Let's Talk in Frequencies. *Delhi Journal of Ophthalmology*, **26**, 204-207. <https://doi.org/10.7869/djo.172>
- [41] Xia, Y., Liu, C., Zhang, K.Y., *et al.* (2017) Effect of Lactated Ringer's Solution and Compound Electrolyte Solution on the Corneal Endothelium in Phacoemulsification. *International Eye Science*, **17**, 2028-2031.
- [42] 孙斌, 姜善好. 低于常温灌注液对超乳术中角膜内皮细胞保护的研究[J]. 临床合理用药杂志, 2015, 8(5): 149.
- [43] 孙建初, 刘国英, 李卫, 等. 低温灌注液在 Phaco 手术中的临床观察[J]. 中国微循环, 2005, 9(2): 128-129, 134.
- [44] 赵雯. 低温灌注液在白内障超声乳化手术中应用的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 汕头: 汕头大学, 2023.
- [45] 邬贤义, 谢丙贵, 谭茜. 冷藏灌注液在白内障超声乳化术中的应用价值[J]. 医学临床研究, 2013, 30(8): 1505-1506, 1507.
- [46] 苏文华, 李珣旖, 刘越, 等. 白内障超声乳化摘除术中灌注液瓶高度对角膜内皮的影响[J]. 当代医学, 2020, 26(14): 169-171.
- [47] 高丽. 糖尿病合并白内障与年龄相关性白内障临床手术的比较[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(77): 68, 70.
- [48] Musumeci, R., Troiano, P., Martinelli, M., *et al.* (2021) Effectiveness of 0.66% Povidone-Iodine Eye Drops on Ocular Surface Flora before Cataract Surgery: A Nationwide Microbiological Study. *Journal of Clinical Medicine*, **10**, Article No. 2198. <https://doi.org/10.3390/jcm10102198>
- [49] Fan, F., Zhao, Z., Zhao, X., *et al.* (2019) Reduction of Ocular Surface Damage and Bacterial Survival Using 0.05% Povidone-Iodine Ocular Surface Irrigation before Cataract Surgery. *Ophthalmic Research*, **62**, 166-172. <https://doi.org/10.1159/000501373>
- [50] 徐标, 周方兴, 魏致远, 等. 小牛血去蛋白提取物滴眼液联合妥布霉素地塞米松滴眼液治疗白内障术后角膜水肿的临床效果[J]. 临床合理用药杂志, 2022, 15(29): 149-151.