

全身应用维生素C对外伤性晶状体脱位患者预后的影响

朱俊东^{1,2}, 刘江¹, 何炼¹, 张谱^{1,2*}

¹长沙爱尔眼科医院眼外伤科, 湖南 长沙

²暨南大学附属爱尔眼科医院眼外伤科, 广东 广州

收稿日期: 2024年11月20日; 录用日期: 2024年12月16日; 发布日期: 2024年12月24日

摘要

目的: 研究全身应用维生素C (Vc) 对外伤性晶状体脱位患者预后的影响。方法: 回顾性分析2022年1月1日至2024年5月30日在我院诊断为“外伤性晶状体脱位”的患者, 收集一般资料、最佳矫正视力(BCVA)及眼部客观检查等数据, 按是否全身使用Vc (2 g) 分为两组(非Vc组与Vc组), 采用独立样本 t 检验比较两组的差异; 采用相关分析研究末次复诊时BCVA与临床指标之间的关系。结果: 共纳入51例患者, 非Vc组26例, Vc组25例, 除了非Vc组瞳孔直径显著小于Vc组外, 两组间在入院资料上无显著差异。在全身加用Vc后, 角膜水肿减轻时间显著缩短[非Vc组vs Vc组: 3.00 (2.00, 4.00)天vs 3.00 (2.00, 3.00)天, $P = 0.016$], 出院后降眼压药物使用数量显著减少[非Vc组vs Vc组: 1.00 (0.00, 2.00)种vs 0.00 (0.00, 1.00)种, $P = 0.011$], 末次复诊时BCVA显著好转[非Vc组vs Vc组: 0.28 ± 0.05 vs 0.53 ± 0.06 , $P = 0.002$]。进一步的相关分析发现, 末次复诊时BCVA与入院BCVA分级(标准化的 β : -0.656 , $P < 0.001$)呈负相关, 与全身应用Vc(标准化的 β : 0.505 , $P < 0.001$)呈正相关。结论: Vc全身应用可显著改善外伤性晶状体脱位患者的预后, 有临床广泛推广应用价值。

关键词

晶状体脱位, 眼外伤, 维生素C, 继发性青光眼

The Effect of Systemic Application of Vitamin C on the Prognosis of Patients with Traumatic Lens Dislocation

Jundong Zhu^{1,2}, Jiang Liu¹, Lian He¹, Pu Zhang^{1,2*}

¹Department of Ocular Traumatology, Changsha Aier Eye Hospital, Changsha Hunan

²Department of Ocular Traumatology, Aier Eye Hospital Affiliated to Jinan University, Guangzhou Guangdong

*通讯作者。

文章引用: 朱俊东, 刘江, 何炼, 张谱. 全身应用维生素C对外伤性晶状体脱位患者预后的影响[J]. 眼科学, 2024, 13(4): 134-141. DOI: 10.12677/hjo.2024.134018

Received: Nov. 20th, 2024; accepted: Dec. 16th, 2024; published: Dec. 24th, 2024

Abstract

Objective: To investigate the prognostic impact of systemic application of vitamin C (Vc) on patients with traumatic lens dislocation. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on patients diagnosed with “traumatic lens dislocation” in our hospital from January 1, 2022 to May 30, 2024. General information, best corrected visual acuity (BCVA), and objective eye examination data were collected. Patients were divided into two groups (non-Vc group and Vc group) based on whether Vc (2 g) was used systemically. Independent sample *t*-tests were used to compare the differences between the two groups. Then, correlation analysis was used to study the relationship between BCVA and clinical indicators at the last follow-up visit. **Results:** A total of 51 patients were included, with 26 in the non-Vc group and 25 in the Vc group. Except for the non-Vc group, which had a significantly smaller pupil diameter than the Vc group, there was no significant difference in admission data between the two groups. After systemic administration of Vc, the time for corneal edema reduction was significantly shortened [non-Vc group vs Vc group: 3.00 (2.00, 4.00) days vs 3.00 (2.00, 3.00) days, $P = 0.016$], and the number of intraocular pressure lowering medicines used after discharge was significantly reduced [non-Vc group vs Vc group: 1.00 (0.00, 2.00) types vs 0.00 (0.00, 1.00) types, $P = 0.011$]. At the last follow-up visit, BCVA improved significantly (non-Vc group vs Vc group: 0.28 ± 0.05 vs 0.53 ± 0.06 , $P = 0.002$). Further correlation analysis revealed a negative correlation between BCVA and admission BCVA grading (standardized β : -0.656 , $P < 0.001$) at the last follow-up visit and a positive correlation with systemic application of Vc (standardized β : 0.505 , $P < 0.001$). **Conclusion:** The systemic application of Vc can significantly improve the prognosis of patients with traumatic lens dislocation and has clinical value for widespread promotion and application.

Keywords

Lens Dislocation, Ocular Trauma, Vitamin C, Secondary Glaucoma

Copyright © 2024 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

眼外伤是单眼致盲的重要原因，按致伤因素分为机械性及非机械性，其中机械性眼外伤又分为开放性 & 闭合性眼外伤[1]。临床上闭合性眼外伤又称为眼球钝挫伤，由于外力直接冲击眼球及附属器，冲击力在眼内反复传导，往往导致眼部组织的挫伤、结构改变及位置异常。挫伤可直接损伤导致角膜水肿，也可间接导致眼内晶状体悬韧带断裂、小梁网水肿、房角后退及视网膜脉络膜挫裂伤，其中悬韧带断裂可引起晶状体位置异常，表现为晶状体全脱位及半脱位，并可发生外伤性白内障，往往需要手术的干预以期恢复部分视功能[2]。

研究表明，眼内组织的维生素 C (Vitamin C, Vc) 含量是血浆中的 20~70 倍[3]，高丰度的 Vc 发挥着抗氧化损伤的作用，在手术后，眼内 Vc 的含量显著下降，与术后干眼及炎症相关[4][5]。无论是局部应用还是全身应用，Vc 均表现出了良好的效果[6][7]。眼科既往 Vc 主要应用于角膜溃疡的治疗，对外伤后应用较少，因此，本研究主要探讨全身 Vc 应用对外伤性晶状体脱位患者预后的影响，以期为临床上此类患者的治疗提供依据。

2. 资料与方法

2.1. 资料收集

本研究为回顾性研究,入选标准为 2022 年 1 月 1 日至 2024 年 5 月 30 日在长沙爱尔眼科医院诊断为“外伤性晶状体脱位”、不限男女、年龄 > 18 周岁以及随访资料齐全者;排除标准为合并眼球穿通伤、随访资料不齐全及合并眼后段损伤者;光学相干断层扫描技术(Optical Coherence Tomography, OCT)进行视盘周视神经厚度扫描排除视神经变薄者。收集资料包括:1) 入院时资料:性别、年龄、职业、致伤因素、伤后入院时间、受伤眼别、最佳矫正视力(Best Corrected Visual Acuity, BCVA)、入院后最高眼压、眼轴、角膜水肿程度分级、晶状体脱位度数、瞳孔直径、使用降眼压药物数量、手术方式、角膜水肿减轻时间、出院后降眼压药物数量及第一次住院时间;2) 末次复诊时资料:BCVA、眼压、角膜内皮计数及六角细胞比率、中央角膜厚度、出院后使用降眼压药物数量及角膜水肿消退时间。本研究得到长沙爱尔眼科医院伦理委员会的批准(2024KYPJ007),资料收集符合《赫尔辛基宣言》中关于人体研究的原则。

2.2. 观察指标

2.2.1. 晶状体脱位度数

全前或后晶状体脱位记为 360°,其他依据手术中所见的脱位钟点位记录脱位度数。

2.2.2. BCVA 分级

由于入院时患者眼球挫伤致角膜水肿及继发性青光眼,视力较差,参照文献[8],入院时 BCVA 进行以下分级:1 级(视力 > 0.5)、2 级(0.4~0.2)、3 级(0.15~0.025)、4 级(0.02~光感)、5 级(无光感)。

2.2.3. 角膜水肿分级

依据谢立信等[9]的结果,将角膜水肿分为 5 级:0 级(角膜透明无水肿)、1 级(角膜局限性薄雾状水肿,角膜内皮面光滑,虹膜纹理尚清晰可见)、2 级(角膜浅灰色水肿,角膜内皮粗糙,虹膜纹理模糊)、3 级(角膜弥漫性灰白色水肿,角膜内皮面呈龟裂状,虹膜纹理不清)、4 级(角膜乳白色水肿,眼内结构不清)。

角膜水肿减轻时间仅记录 1 次,限定为治疗后较入院时角膜水肿分级下降 1 级的时间,例如:从入院时角膜 3 级水肿降低到 2 级的时间;角膜水肿消退时间为入院至治疗后角膜水肿评为 0 级的时间。

2.2.4. 降眼压药物数

包括全身使用降眼压药物(20%甘露醇或醋甲唑胺)及局部使用降眼压药物(0.2%酒石酸溴莫尼定、1%布林佐胺、0.5%马来酸噻吗洛尔及前列腺素药物);若使用复合制剂,如布林佐胺噻吗洛尔眼液,则记为 2 种降眼压药物。

2.2.5. 分组

依据是否全身使用 Vc (2.0 g Vc + 0.9%氯化钠溶液 250 ml 或 5%葡萄糖溶液 250 ml 静脉滴注,术后每日 1 次,持续 3 天)将收集数据分为 2 组,即非 Vc 组与 Vc 组,其余使用抗炎(1%醋酸泼尼松龙眼液、妥布霉素地塞米松眼膏)、预防感染(0.5%左氧氟沙星眼液)、散瞳(0.5%托吡卡胺滴眼液)等药物均相同,术式则依据晶状体脱位状态及眼部状态进行抉择。

2.3. 统计分析

采用 SPSS 25.0 软件包进行统计分析,除非特殊说明,计量资料采用均数 $\pm$ 标准误(Mean $\pm$ SEM)表示,不符合正态分布的计量资料采用中位数(25%分位数, 75%分位数) [M (P25, P75)]表示。Shapiro-Wilk

检验符合正态分布的计量资料,采用独立样本 t 检验比较两组间的差异。构成比率的资料分析采用 χ^2 检验。不符合正态分布的资料及等级资料采用秩和检验。使用 Spearman 相关分析比较末次复诊时 BCVA 与临床指标之间的关系,并使用多元逐步回归分析末次复诊时 BCVA 的影响因素。认为 $P < 0.05$ 时差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 基本资料

本研究共纳入 51 例患者,其中男性 39 例,女性 12 例;平均年龄(59.63 ± 2.11)岁;受伤眼右眼 29 例,左眼 22 例;职业有农民 38 例,退休职工 4 例,职员 4 例,无业 3 例,教师 2 例;致伤因素有木材或木棍弹伤 27 例,撞伤 6 例,烟花爆竹炸伤 5 例,手指戳伤 3 例,雨伞击伤 2 例,喷泉水柱冲击伤 2 例,铁片弹伤 2 例,切割碎片弹伤 2 例,石头击伤 2 例;晶状体全前脱位 10 例,全后脱位 8 例,半脱位 33 例;入院时眼压 > 21 mmHg 者 42 例,眼压正常 9 例;白内障超声乳化 + 人工晶体植入 + 张力环植入术 27 例(非 Vc 组 14 例, Vc 组 13 例),白内障超声乳化 + 前段玻璃体切割术 11 例(非 Vc 组 5 例, Vc 组 6 例),白内障超声乳化 + 后段玻璃体切割术 7 例(非 Vc 组 3 例, Vc 组 4 例),白内障囊内摘除 + 前段玻璃体切割术 5 例(非 Vc 组 3 例, Vc 组 2 例),白内障超声乳化 + 前段玻璃体切割 + 人工晶体悬吊术 1 例(非 Vc 组);所有患者均未合并视网膜及脉络膜损伤;随访时间为术后 1 周及 1 个月。

非 Vc 组与 Vc 组分别为 26 例和 25 例,两组在性别、年龄、受伤眼别、入院时 BCVA 分级、入院最高眼压、眼轴、角膜水肿分级、入院时间、晶状体脱位度数及入院使用降眼压药物数上无差异,但非 Vc 组瞳孔直径显著小于 Vc 组[4.00 (3.75, 6.00)毫米 vs 6.00 (4.00, 7.00)毫米, $P = 0.022$] (详细结果见表 1)。

Table 1. Relevant parameters of patients at admission

表 1. 入院时患者的相关参数

	非 Vc 组	Vc 组	P 值
性别(男/女)	18/8	21/4	0.214 ^a
年龄(岁)	66.50 (58.00, 69.50)	59.00 (53.00, 68.50)	0.076 ^b
入院时间(小时)	140.00 (54.75, 240.00)	36.00 (24.00, 204.00)	0.062 ^b
眼别(右/左)	14/12	15/10	0.657 ^a
入院 BCVA 分级	3.50 (2.00, 4.00)	4.00 (3.00, 4.00)	0.490 ^b
入院最高眼压(mmHg)	37.74 $\pm$ 2.67	37.16 $\pm$ 3.19	0.890
眼轴(mm)	23.23 (22.54, 24.02)	23.34 (22.98, 24.15)	0.598 ^b
角膜水肿分级	2.00 (1.00, 2.00)	2.00 (2.00, 3.00)	0.078 ^b
晶状体脱位度数(°)	225.00 (145.00, 360.00)	320.00 (90.00, 360.00)	0.666 ^b
瞳孔直径(mm)	4.00 (3.75, 6.00)	6.00 (4.00, 7.00)	0.022 ^b
入院使用降眼压药物数	2.50 (1.00, 4.00)	3.00 (1.00, 4.00)	0.969 ^b

注: BCVA: 最佳矫正视力; Vc: 维生素 C; a: χ^2 检验; b: 秩和检验。

3.2. Vc 全身应用治疗后结果

全身加用 Vc 后,角膜水肿减轻时间显著缩短[非 Vc 组 vs Vc 组: 3.00 (2.00, 4.00)天 vs 3.00 (2.00, 3.00)天, $P = 0.016$],出院后降眼压药物使用数量显著减少[非 Vc 组 vs Vc 组: 1.00 (0.00, 2.00)种 vs 0.00 (0.00, 1.00)种, $P = 0.011$],末次复诊时 BCVA 显著好转(非 Vc 组 vs Vc 组: 0.28 ± 0.05 vs 0.53 ± 0.06 , $P = 0.002$),而两组患者在角膜水肿消退时间、第一次住院天数、复诊眼压、复诊角膜内皮数、复诊内皮六角细胞比

率及复诊中央角膜厚度上均无显著差异(详细结果见表 2)。

Table 2. Post-treatment parameters of patients
表 2. 治疗后患者相关参数

	非 Vc 组	Vc 组	P 值
角膜水肿减轻时间(天)	3.00 (2.00, 4.00)	3.00 (2.00, 3.00)	0.016 ^a
角膜水肿消退时间(天)	6.00 (5.00, 10.00)	7.00 (4.50, 10.00)	0.696 ^a
第一次住院天数(天)	5.00 (4.00, 9.00)	5.00 (4.00, 8.00)	0.856 ^a
出院后降眼压药物数	1.00 (0.00, 2.00)	0.00 (0.00, 1.00)	0.011 ^a
复诊 BCVA	0.28 ± 0.05	0.53 ± 0.06	0.002
复诊眼压(mmHg)	16.00 (14.00, 20.00)	15.00 (13.00, 20.00)	0.520 ^a
复诊角膜内皮数(个/mm ²)	2601.50 (1651.75, 2838.00)	2403.00 (1597.50, 2894.50)	0.910 ^a
复诊内皮六角细胞比率(%)	39.65 ± 2.66	43.20 ± 2.56	0.343
复诊中央角膜厚度(μm)	547.31 ± 5.98	536.36 ± 6.23	0.211

注：BCVA：最佳矫正视力；Vc：维生素 C；a：秩和检验。

3.3. 末次复诊 BCVA 的影响因素

Table 3. Spearman correlation analysis between the last follow-up BCVA and clinical observation indicators
表 3. 末次复诊 BCVA 和临床观察指标的 Spearman 相关分析

变量	相关量	P 值
年龄(岁)	-0.315	0.024
入院时间(小时)	0.027	0.852
入院 BCVA 分级	-0.599	<0.001
入院最高眼压(mmHg)	-0.127	0.376
眼轴(mm)	-0.166	0.245
入院角膜水肿分级	-0.195	0.170
晶状体脱位度数(°)	0.117	0.413
瞳孔直径(mm)	0.070	0.627
入院使用降眼压药物数	-0.056	0.698
全身 Vc 应用	9.313	0.002 ^a
复诊角膜内皮数(个/mm ²)	0.258	0.068
复诊角膜六角细胞比率(%)	0.343	0.014
复诊中央角膜厚度(μm)	-0.311	0.026
角膜水肿减轻时间(天)	-0.359	0.010
角膜水肿消退时间(天)	-0.287	0.041
出院后降眼压药物数	-0.225	0.113
复诊眼压(mmHg)	-0.146	0.306
第一次住院天数(天)	-0.070	0.623

注：BCVA：最佳矫正视力；a：χ² 检验。

表 3 中列举了与末次 BCVA 相关的各临床指标的相关系数值。其中，末次 BCVA 与全身应用 Vc(相

关量：9.313， $P = 0.002$)及复诊角膜六角细胞比率(相关量：0.343， $P = 0.014$)呈正相关，与年龄(相关量：-0.315， $P = 0.024$)、入院 BCVA 分级(相关量：-0.599， $P < 0.001$)、复诊中央角膜厚度(相关量：-0.311， $P = 0.026$)、角膜水肿减轻时间(相关量：-0.359， $P = 0.010$)及角膜水肿消退时间(相关量：-0.287， $P = 0.041$)呈负相关。将上述有统计学意义的统计量进一步地多元线性回归分析表明，入院 BCVA 分级(标准化的 β ：-0.656， $P < 0.001$)是视力预后的负性预测因素，全身应用 Vc 是视力预后的正性预测因素(标准化的 β ：0.505， $P < 0.001$)，即入院 BCVA 分级越低和全身应用了 Vc，则视力预后越好(见表 4)。

Table 4. Stepwise multivariate regression analysis of the last follow-up BCVA
表 4. 末次复诊 BCVA 的逐步多元回归分析

独立变量	B	标准误	标准化的 β	P 值
入院 BCVA 分级	-0.175	0.024	-0.656	<0.001
全身 Vc 应用	0.289	0.052	0.505	<0.001

注：BCVA：最佳矫正视力。

4. 讨论

本研究发现：外伤性晶状体脱位患者的视力预后与入院时视力分级及角膜水肿减轻时间相关，而 Vc 全身应用后，可显著缩短角膜水肿减轻时间、减少出院后降眼压药物使用数量及增加患者末次复诊时 BCVA。据我们所知，本研究第一次发现全身应用 Vc 可显著改善外伤性晶状体脱位患者的预后。

据估计每年世界有 55,000,000 眼外伤患者，其中有 750,000 需住院治疗，且有 1,600,000 患者因此失明[10] [11]。Wang 等[10]统计了 2010~2014 年中国中南部地区的眼外伤流行病学特点，发现住院患者中 84.4%为男性，且受伤者年龄集中在 41~60 岁，其中闭合性眼外伤占 28.6%。在新冠肺炎发生期间，由于采取了较严格的防疫措施，眼外伤的发生率显著下降，但在退休者、家庭主妇及无业者中的发生率显著增加，且家庭中眼外伤发生率增加[12]。与宋虎平等研究类似，我们的研究也发现男性为主要人群，职业主要是以农民为主[13]，受伤多发生在务农中的树枝弹伤，但平均年龄 > 59 岁，考虑与目前农村地区年轻人群较少有关。由于农村地区的经济欠发达及交通不便，患者来院就诊时间往往较迟，除了晶状体全前脱位患者因眼压高而及时来院外，部分半脱位患者甚至在受伤后 50 天才来就诊，虽然本研究未发现就诊时间与视力预后的关系，但仍有必要强调眼外伤后尽早就医的必要性。

Vc 是一种人类不能自身合成的必需微量元素，具有强大的抗氧化、清除自由基、保护内皮等功能[6] [14] [15]，其在房水中的浓度约是血浆中的 15 倍[16]，提示其在眼内具有重要的保护作用。Vc 可抑制白内障形成及发展[17]-[19]、保护角膜内皮[20]、减轻角膜上皮紫外线损伤[21]、促进角膜愈合及减少疤痕形成等[7] [22] [23]。全身应用 Vc 具有较高的安全性，20 g 每天的静脉滴注量可使房水中的 Vc 含量达到 $2387 \pm 445 \mu\text{mol/L}$ 并无明显副作用，但在脓毒症患者中，更大剂量的 Vc (30 mg/Kg·day)使患者死亡风险及持续性器官衰竭的风险增加[24] [25]；在部分葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺乏的患者可能导致溶血[14]。本研究中，使用的剂量为 2 g，安全性高且可显著促进角膜水肿的减轻及消退，可能与 Vc 对角膜内皮的保护作用有关；而其改善视力的预后，也可能与对角膜散光的改善有关[26]。

眼球钝挫伤后青光眼的发病率约 3.39%，其危险因素包括房角后退、前房出血、小梁网色素沉积、晶状体脱位、基础高眼压以及无睫状体脱离[11]。Hysi 等[27]发现：循环血液中的 Vc 代谢物——O-甲基抗坏血酸——可降低眼压，其机制主要为对抗小梁网的光化学致自由基损伤。本研究中发现，应用 Vc 后，患者出院后降眼压药物使用数量显著减少，可能与 Vc 对小梁网的保护作用有关。

本研究有一些不足之处：1) 作为一项回顾性研究，可能存在选择偏倚；2) 样本量偏少，需进一步的

多中心随机化临床研究, 但本研究为特定的外伤性晶体脱位患者, 在疫情时眼外伤减少的前提下, 本研究的结论仍有一定的代表性; 3) 角膜水肿的分级为临床医师的判断, 缺少客观数据, 以后的研究可考虑使用 Pentacam 的角膜光密度进行定量分析; 4) 更多的预后分析数据模型, 如眼外伤评分系统的应用, 可使预测更精准[28] [29]。

总之, 本研究发现 Vc 全身应用可显著改善晶状体脱位患者的预后, 考虑到 Vc 的易获得、价格低廉且安全性高, 其在国内各级医院可快速推广应用, 能显著增加患者的获益。

作者贡献声明

朱俊东设计实验、实施研究、分析/解释数据并起草论文; 刘江实施研究、采集数据、分析/解释数据并起草论文; 何炼实施研究、采集数据并起草论文; 张谱设计实验、实施研究、分析/解释数据、对论文进行修改并投稿、获取研究经费并指导课题的顺利实施。

基金项目

湖南省自然科学基金面上项目(2022JJ30085)。

参考文献

- [1] 付庆毓, 刘添添, 王平平, 刘陇黔. 4526 例开放性眼外伤流行病学特点及预后因素影响分析[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2024, 38(2): 26-33.
- [2] Shuen, J.A., Malone, M., Burke, Z. and Baquero, A. (2018) Traumatic Anterior Dislocation of the Lens. *The Journal of Emergency Medicine*, 55, 565-566. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.07.001>
- [3] Ma, N., Siegfried, C., Kubota, M., Huang, J., Liu, Y., Liu, M., et al. (2016) Expression Profiling of Ascorbic Acid-Related Transporters in Human and Mouse Eyes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 57, 3440-3450. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-19162>
- [4] Chen, H., Yang, S., Lee, C., Hsueh, Y., Huang, J. and Chang, C. (2023) Differences in Change of Post-Operative Antioxidant Levels between Laser-Assisted Lenticule Extraction and Femtosecond Laser in Situ Keratomileusis. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 28, e18069. <https://doi.org/10.1111/jcmm.18069>
- [5] Si, N., Wu, Z. and Ma, Y. (2013) The Research on the Antioxidant Effect of Vitamin C in the Eye. *Hans Journal of Ophthalmology*, 2, 27-31. <https://doi.org/10.12677/hjo.2013.24006>
- [6] Pecoraro, L., Martini, L., Antoniazzi, F., Piacentini, G. and Pietrobelli, A. (2018) Vitamin C: Should Daily Administration Keep the Paediatrician Away? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70, 513-517. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1540557>
- [7] Li, M., Chen, Z., Liu, L., Ma, X. and Zou, J. (2021) Topical Vitamin C Promotes the Recovery of Corneal Alkali Burns in Mice. *Journal of Ophthalmology*, 2021, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/2406646>
- [8] 黄晓波, 孙志敏, 吴莹, 黄黎黎, 宋愈. 机械性眼外伤住院患者 477 例的临床分析[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2017, 4(17): 39-43.
- [9] 谢立信, 姚瞻, 黄钰森, 应良. 超声乳化白内障吸除术后角膜内皮细胞损伤和修复的研究[J]. 中华眼科杂志, 2004, 2(1): 92-93.
- [10] Wang, W., Zhou, Y., Zeng, J., Shi, M. and Chen, B. (2017) Epidemiology and Clinical Characteristics of Patients Hospitalized for Ocular Trauma in South-Central China. *Acta Ophthalmologica*, 95, e503-e510. <https://doi.org/10.1111/aos.13438>
- [11] Iannucci, V., Manni, P., Alisi, L., Mecarelli, G., Lambiase, A. and Bruscolini, A. (2023) Bilateral Angle Recession and Chronic Post-Traumatic Glaucoma: A Review of the Literature and a Case Report. *Life*, 13, Article 1814. <https://doi.org/10.3390/life13091814>
- [12] Zhang, Y., Liao, M. and Yan, H. (2023) Comparison of Ocular Trauma between Normalized and the COVID-19 Epidemic Periods in China: A Multi-Center Cross-Sectional Study. *International Journal of Ophthalmology*, 16, 10-15. <https://doi.org/10.18240/ijo.2023.01.02>
- [13] 宋虎平, 王静波, 陈涛. 不同年龄眼外伤住院患者的临床特点[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2024, 46(2): 98-104.
- [14] 李珊, 赵鹤龄, 申昞旻. 脓毒症患者维生素 C 治疗的研究进展[J]. 中国医师杂志, 2023, 25(1): 148-152.

- [15] Chen, H., Lee, C., Cheng, C., Hsueh, Y., Chang, C. and Wu, W. (2022) Successful Phakic Intraocular Lens Implantation with the Usage of Topical Ascorbic Acid in Patient with Reduced Corneal Endothelial Cell Density. *Medicina*, **58**, Article 1367. <https://doi.org/10.3390/medicina58101367>
- [16] Hah, Y., Chung, H.J., Sontakke, S.B., Chung, I., Ju, S., Seo, S., *et al.* (2017) Ascorbic Acid Concentrations in Aqueous Humor after Systemic Vitamin C Supplementation in Patients with Cataract: Pilot Study. *BMC Ophthalmology*, **17**, Article No. 121. <https://doi.org/10.1186/s12886-017-0515-2>
- [17] Arimura, S., Iwasaki, K., Neo, T., Orie, Y., Matsumura, T., Takamura, Y., *et al.* (2023) Chronic Antioxidant Capacity Loss in Anterior Chamber Environment after Iridectomy. *Translational Vision Science & Technology*, **12**, Article No. 4. <https://doi.org/10.1167/tvst.12.5.4>
- [18] Tram, N.K., McLean, R.M. and Swindle-Reilly, K.E. (2020) Glutathione Improves the Antioxidant Activity of Vitamin C in Human Lens and Retinal Epithelial Cells: Implications for Vitreous Substitutes. *Current Eye Research*, **46**, 470-481. <https://doi.org/10.1080/02713683.2020.1809002>
- [19] Zhao, L., Wang, J., Zhang, Y., Wang, L., Yu, M. and Wang, F. (2020) Vitamin C Decreases VEGF Expression Levels via Hypoxia-Inducible Factor-1 α Dependent and Independent Pathways in Lens Epithelial Cells. *Molecular Medicine Reports*, **22**, 436-444. <https://doi.org/10.3892/mmr.2020.11103>
- [20] Chen, K., Xu, W., Sun, S. and Zhou, H. (2023) Corneal Endothelial Cells and Acoustic Cavitation in Phacoemulsification. *World Journal of Clinical Cases*, **11**, 1712-1718. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v11.i8.1712>
- [21] Chen, W., Guo, J., Guo, H., Kong, X., Bai, J. and Long, P. (2020) Protective Effect of Vitamin C against Infancy Rat Corneal Injury Caused by Acute UVB Irradiation. *BioMed Research International*, **2020**, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2020/8089273>
- [22] Saluja, K., Gujral, G., Askari, S., Ahmad, S. and Zakir, S. (2020) Topical Vitamin C, Vitamin E, and Acetylcysteine as Corneal Wound Healing Agents: A Comparative Study. *Indian Journal of Ophthalmology*, **68**, Article 2935. https://doi.org/10.4103/ijo.ijo_1463_20
- [23] Cho, Y., Yoo, W., Kim, S., Chung, I., Seo, S. and Yoo, J. (2014) Efficacy of Systemic Vitamin C Supplementation in Reducing Corneal Opacity Resulting from Infectious Keratitis. *Medicine*, **93**, e125. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000000125>
- [24] Lamontagne, F., Masse, M., Menard, J., Sprague, S., Pinto, R., Heyland, D.K., *et al.* (2022) Intravenous Vitamin C in Adults with Sepsis in the Intensive Care Unit. *New England Journal of Medicine*, **386**, 2387-2398. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2200644>
- [25] 王玉亮, 刘建华, 唐绮云. 大剂量维生素 C 联合维生素 B1 治疗脓毒症休克的效果分析[J]. 中外医学研究, 2023, 29(8): 1122-1126.
- [26] Mohan, S., Sah, K., Khattri, M., Ahmad, L. and Sachan, S.K. (2020) Role of Oral Vitamin 'C' on Astigmatic Errors in Phacoemulsification. *Current Eye Research*, **45**, 1235-1239. <https://doi.org/10.1080/02713683.2020.1731831>
- [27] Hysi, P.G., Khawaja, A.P., Menni, C., Tamraz, B., Wareham, N., Khaw, K., *et al.* (2019) Ascorbic Acid Metabolites Are Involved in Intraocular Pressure Control in the General Population. *Redox Biology*, **20**, 349-353. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2018.10.004>
- [28] 侯旭, 胡丹, 王雨生, 师蓉, 董昊. 眼外伤评分对钝挫伤后外伤性青光眼的预测价值[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2018, 20(9): 513-518.
- [29] Li, C., Lin, Y., Xiao, H., Lin, H., Chen, Y. and Dai, M. (2020) Epidemiology of Pediatric Eye Injuries Requiring Hospitalization in Rural Areas of Wenzhou and Changsha, China: A 10-Year Retrospective Study. *BMC Ophthalmology*, **20**, Article No. 100. <https://doi.org/10.1186/s12886-020-01363-7>