

白内障超声乳化手术中台盼蓝囊膜染色对角膜内皮细胞影响的 Meta 分析

苏扬¹, 符敏², 易果果³

引用: 苏扬, 符敏, 易果果. 白内障超声乳化手术中台盼蓝囊膜染色对角膜内皮细胞影响的 Meta 分析. 国际眼科杂志 2020; 20(6): 1016-1021

作者单位: ¹(510515) 中国广东省广州市, 南方医科大学第二临床医学院; ²(510280) 中国广东省广州市, 南方医科大学珠江医院眼科; ³(510655) 中国广东省广州市, 中山大学附属第六医院眼科

作者简介: 苏扬, 南方医科大学 2016 级临床医学专业在读本科生。

通讯作者: 易果果, 博士, 主治医师, 研究方向: 眼表疾病及糖尿病相关眼病. ygigi2004@163.com

收稿日期: 2019-08-14 修回日期: 2020-04-30

摘要

目的: 系统评价白内障超声乳化手术中台盼蓝囊膜染色对角膜内皮细胞的影响。

方法: 采用 Cochrane 系统评价的方法, 计算机检索中国知网、万方、维普、SinoMed、PubMed、SpringerLink、Clinicalkey、Medline、Cochrane 图书馆、Web of Science、OVID、Embase 数据库中关于白内障超声乳化手术中使用台盼蓝进行囊膜染色的随机对照试验 (RCTs), 检索时限均为建库至 2019-04, 采用 Revman5.3、R 3.7 对纳入文献进行 Meta 分析。

结果: 共纳入 8 篇 RCTs (378 例)。结果显示 0.02%、0.06% 或 0.1% 浓度台盼蓝囊膜染色组 (193 例) 与未染色或安慰剂染色组 (185 例) 角膜内皮细胞丢失数均无差异 [术后 1mo 内 ($WMD = -10.47, 95\% CI: -26.44 \sim 5.61, P = 0.20$); 术后 1mo 后 ($WMD = -60.72, 95\% CI: -170.92 \sim 49.49, P = 0.28$)] ; 两组术后 1mo 角膜内皮六角形细胞丢失比例无差异 ($WMD = 0.50, 95\% CI: -2.09 \sim 3.09, P = 0.71$); 中央角膜厚度 (CCT) 无差异 ($WMD = 3.10, 95\% CI: -5.77 \sim 11.98, P = 0.49$); 角膜变异系数 (CV) 无差异 ($WMD = -1.00, 95\% CI: -2.86 \sim 0.86, P = 0.29$)。

结论: 白内障超声乳化手术中应用 0.02%、0.06% 或 0.1% 浓度台盼蓝囊膜染色对角膜内皮细胞数量及功能无明显影响。

关键词: 白内障; 超声乳化手术; 台盼蓝; 角膜内皮细胞; Meta 分析

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2020.6.20

A Meta-analysis of the effect of trypan blue capsule staining on corneal endothelial cells in phacoemulsification

Yang Su¹, Min Fu², Guo-Guo Yi³

¹Second Institute of Clinical Medicine, Southern Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong Province, China; ²Department of

Ophthalmology, Zhujiang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510280, Guangdong Province, China; ³Department of Ophthalmology, the Sixth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510655, Guangdong Province, China

Correspondence to: Guo-Guo Yi. Department of Ophthalmology, the Sixth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510655, Guangdong Province, China. ygigi2004@163.com

Received: 2019-08-14 Accepted: 2020-04-30

Abstract

• **AIM:** To systematically evaluate the effect of trypan blue capsule staining on corneal endothelial cells in phacoemulsification.

• **METHODS:** RCTs on the use of trypan blue for capsular staining in phacoemulsification were retrieved from China Knowledge Network (CNKI), Wanfang Database, Weipu Database, SinoMed, PubMed, SpringerLink, Clinicalkey, Medline, Cochrane Library, Web of Science, OVID, Embase. The search time was from the establishment of the databases to April 2019. The Meta-analysis of the included literature was made by Revman 5.3 and R 3.7.

• **RESULTS:** Eight trials included 378 eyes were selected. Meta-analysis showed that the number of corneal endothelial cell loss between 0.02%, 0.06% or 0.1% trypan blue capsule staining group (193 eyes) and non-stained or placebo staining group (185 eyes) changed without statistical significance [Within 1mo after operation ($WMD = -10.47, 95\% CI = -26.44 - 5.61, P = 0.20$); 1mo after operation ($WMD = -60.72, 95\% CI = -170.92 - 49.49, P = 0.28$)]. The percentage of corneal endothelial hexagonal cell loss at 1mo after operation changed without statistical significance ($WMD = 0.50, 95\% CI = -2.09 - 3.09, P = 0.71$). The central corneal thickness (CCT) at 1mo after operation changed without statistical significance ($WMD = 3.10, 95\% CI = -5.77 - 11.98, P = 0.49$). The coefficient of variation (CV) changed without statistical significance ($WMD = -1.00, 95\% CI = -2.86 - 0.86, P = 0.29$).

• **CONCLUSION:** 0.02%, 0.06% or 0.1% trypan blue capsule staining in phacoemulsification have no significant effect on the number and function of corneal endothelial cells.

• **KEYWORDS:** cataract; phacoemulsification; trypan blue; corneal endothelial cells; Meta-analysis

Citation: Su Y, Fu M, Yi GG. A Meta-analysis of the effect of trypan blue capsule staining on corneal endothelial cells in phacoemulsification. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2020; 20(6): 1016-1021

0 引言

白内障是我国乃至全球致盲第一的常见眼部疾病,在我国约有 200 万人因白内障致盲,占全球白内障致盲总数

的10%,而且随着人口的老齡化,预计我国每年新增白内障患者将超过100万^[1-3]。目前治疗白内障最常用及有效的手段是白内障超声乳化手术,其安全性及有效性已经得到广泛认可^[4]。撕囊是白内障手术中的关键步骤之一,完整的囊袋对于人工晶状体的稳定性、安全性、持久性具有重要意义。然而成熟期及过熟期白内障由于眼底红光反射差,导致撕囊膜的边界及走向看不清,影响撕囊的效果,甚至进一步影响手术安全性及术后效果。囊膜染色剂的使用大大增加了此类手术的成功率。Melles等^[5]首先将台盼蓝应用于白内障超声乳化术中的前囊膜染色,取得了良好的临床效果,之后台盼蓝广泛应用于成熟及过成熟期白内障超声乳化手术中^[6]。但是有学者发现部分囊膜染色剂对角膜内皮细胞具有毒性^[7-8],并且台盼蓝囊膜染色剂对角膜内皮细胞影响的临床循证学证据相对缺乏。因此,本研究采用系统评价的方法,利用角膜内皮细胞丢失数、角膜内皮六角形细胞丢失比例、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)、角膜变异系数(corneal coefficient of variation, CV)对白内障超声乳化手术中台盼蓝囊膜染色的随机对照试验(RCTs)进行分析,评价其对角膜内皮细胞数量及功能的影响,以期台盼蓝囊膜染色的临床应用提供一定的循证依据。

1 材料和方法

1.1 材料

纳入白内障超声乳化手术中采用台盼蓝囊膜染色的所有RCTs。

1.1.1 纳入标准

(1)确诊为成熟或过成熟期的白内障患者,单双眼不限,性别不限;(2)接受白内障超声乳化手术;(3)术前5d内没有使用局部、全身或吸入性的非甾体类抗炎药、糖皮质激素、皮质醇类药物。

1.1.2 排除标准

(1)最近2a研究眼患有IGE综合征、角膜白斑、葡萄膜炎、视网膜脱离、虹膜炎、巩膜炎;(2)最近2a研究眼进行过青光眼手术、玻璃体切除术;(3)伴有对局部或全身创面愈合有影响的眼部和全身性疾病,如自身免疫病、系统性结缔组织病。

1.1.3 干预措施

试验组采用台盼蓝囊膜染色,对照组不染色或安慰剂染色。两组实验背景一致。

1.1.4 结局指标

主要结局指标为角膜内皮细胞丢失数,次要指标为角膜内皮六角形细胞丢失比例、CCT、CV。

1.2 方法

1.2.1 文献采集

计算机检索中国知网、万方、维普、SinoMed、PubMed、SpringerLink、Clinicalkey、Medline、Cochrane图书馆、Web of Science、OVID、Embase。英文检索式:(trypan blue or trypanosoma blue) and (cataract) and (corneal endothelial cells or corneal endothelium or hexagonal cells or Hex% or corneal endothelial density or ECD or central corneal thickness or CCT or coefficient of variation or CV);中文检索式(台盼蓝或锥虫蓝)and(白内障)and(角膜内皮或六角形细胞或六角形细胞或变异系数或中央角膜厚度)。文献类型为随机对照试验。检索时限均为建库至2019-04。

1.2.2 资料提取

每篇文献均由2名评论员根据纳入标准通过阅读标题和摘要对检索的文献进行初筛,再根据纳入和排除标准阅读全文进行筛选,出现意见分歧时通过协商或借助第3位评论员裁定。提取数据包括:(1)一般资料:第一作者、发表年份、样本量、年龄、干预措施;(2)评价指标:角膜内皮细胞丢失数、角膜内皮六角形细胞丢失比例、CCT、CV。

通过数据库检索获得相关文献(n=226):中国知网(n=29)、万方(n=12)、维普(n=10)、SinoMed(n=12)、PubMed(n=25)、SpringerLink(n=20)、Clinicalkey(n=13)、Medline(n=10)、Cochrane(n=3)、Web of Science(n=49)、OVID(n=14)、embase(n=29)。

剔除重复文献后获得文献(n=112)

研究不相关(n=29)、综述(n=13)、体外或动物实验(n=16)、病例报告(n=13)

读文题、摘要进行初筛(n=41)

非随机对照试验(n=20)、随访时间不一致(n=2)、数据不全(n=7)、结局指标不符合(n=4)

阅读全文复筛(n=8)

最终纳入文献(n=8)

图1 文献筛选流程图。

1.2.3 质量评价

依据Cochrane图书馆提供的随机对照试验质量标准评价纳入研究文献的质量。内容包括:(1)是否正确产生随机序列;(2)是否正确进行分配隐藏;(3)是否采用盲法;(4)退出与失访情况。采用改良后的Jadad量表对文献进行评分。其中随机序列、分配隐藏、双盲各占2分,不清楚者1分,不恰当者0分;退出和失访描述为1分,未描述者为0分,满分7分,1~3分为低质量文献,4~7分为高质量文献。

统计学分析

采用Cochrane协作网提供的RevMan5.3统计软件进行Meta分析。(1)效应量分析:针对入选文献报道的结局指标,连续性变量采用加权均数差(weight mean difference, WMD)作为效应量,提取各组资料的均数和标准差计算各研究的效应量,各研究的效应值均以95%CI表示。(2)异质性检验:采用 χ^2 检验分析各研究间的统计学异质性(以 $\alpha=0.1$ 为检验水准),并根据 I^2 定量估计异质性大小。如各研究间存在统计学异质性($P>0.1$ 和 $I^2<50%$)时,采用固定效应模型进行效应值的合并;如果 $P<0.1$ 和 $I^2>50%$,但临床上判断各组研究指标间具有一致性需要进行合并时,则选择随机效应模型进行效应值的合并。(3)敏感性分析:对一定条件下所获得的Meta分析结果的稳定性进行评估,对同质性资料可分别以随机效应模型和固定效应模型计算合并效应量,并比较两者结论是否一致;对异质性资料可剔除样本量较小的文献后,重新进行Meta分析,对结论的稳定性进行评估。(4)偏倚分析:利用R 3.7软件对数据进行Egger检验。

2 结果

2.1 文献检索结果

通过检索策略初检出226篇文献,按照纳入和排除标准筛选后共纳入8篇,筛选流程图见图1。

2.2 纳入研究的基本特征

最终纳入的8篇文献,均为随机对照试验(RCTs),共378例378眼成熟期或过成熟期白内障患者,台盼蓝组193眼,未染色或安慰剂染色185眼,发表时间为2004-02/2019-04,随访时间为1wk~6mo。纳入文献基本特征见表1。

2.3 纳入研究的方法学质量评价

纳入的8篇文献均提到随机分组和分配隐藏,但只有2篇文献^[11,13]提到随机序列产生的方式。4篇文献^[11-14]为双盲。3篇文献^[11-13]出现脱落失访。纳入文献Jadad评分均在4~7分,为高质量

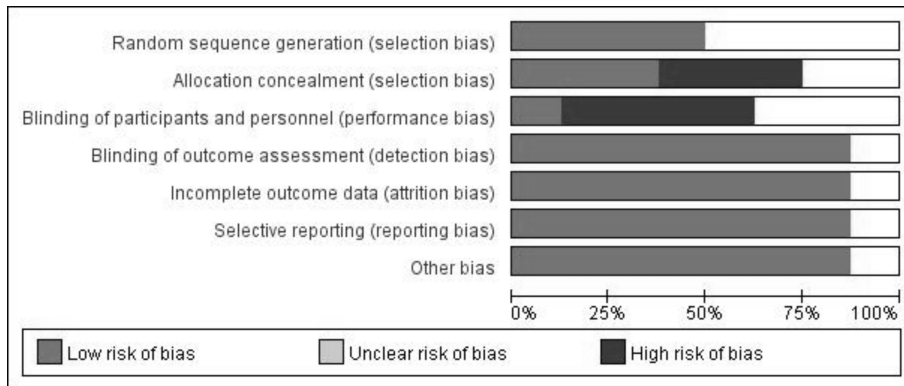


图2 文献质量评价图。

表1 纳入文献基本特征

纳入文献	组别	n	年龄(岁)	干预措施
苗世杰等 ^[9] /2010	试验	22	70.5	0.1mL 0.02%台盼蓝(广州蓝域)
	对照	20	71.8	未染色
孙丽霞等 ^[10] /2008	试验	24	67.2±4.8	0.1mL 0.1%台盼蓝(荷兰眼科研究公司)
	对照	18	65.2±6.1	未染色
齐世欣 ^[11] /2005	试验	15	71.6	0.1mL 0.1%台盼蓝(广州蓝域)
	对照	15	71.6	未染色
Chung 等 ^[12] /2004	试验	14	66.4±10.0	0.5mL 0.1% Trypan blue(Vision Blue)
	对照	15	71.5±9.6	Not dyed
Nagashima 等 ^[13] /2017	试验	36	未提到	0.1mL 0.1% Trypan blue(Vision Blue, DORC, Zuidland, Netherlands)
	对照	35	未提到	Not dyed
Abdelmotaal 等 ^[14] /2019	试验	62	50.8	0.1mL 0.1% Trypan blue(Vision Blue, DORC, Zuidland, Netherlands)
	对照	62	50.8	Not dyed
Yamamoto 等 ^[15] /2005	试验	10	64±6.5	0.1 mL 0.06% Trypan blue (Vision Blue, DORC, Zuidland, Netherlands)
	对照	10	64±6.5	Not dyed
Dada 等 ^[16] /2004	试验	10	51±2.0	0.1mL 0.1% Trypan blue(Vision Blue)
	对照	10	49.8±3.6	the patient's autologous blood

表2 纳入文献的质量评价

纳入文献	序列产生	分配隐藏	盲法	撤出/撤退	Jadad 评分(分)
苗世杰等 ^[9] /2010	1	1	1	1	4
孙丽霞等 ^[10] /2008	1	1	1	1	4
齐世欣等 ^[11] /2005	1	1	1	1	4
Chung 等 ^[12] /2004	2	1	2	1	6
Nagashima 等 ^[13] /2017	1	1	2	1	5
Abdelmotaal 等 ^[14] /2019	2	1	2	1	6
Yamamoto 等 ^[15] /2005	1	1	2	1	5
Dada 等 ^[16] /2004	1	1	1	1	4

文献。具体质量评价见图2,表2。

2.4 有效性分析

2.4.1 角膜内皮细胞丢失数 6个研究^[9-12,14,16]报告了术后1mo内(包括1wk,1mo)角膜内皮细胞丢失数,6个独立研究的森林图如图3A所示。各研究间无显著异质性($I^2=39%, P=0.14$),采用固定效应模型进行分析。结果显示,在白内障超声乳化手术中,台盼蓝染色与未染色相比差异无统计学意义($WMD=-10.47, 95%CI: -26.44 \sim 5.61, P=0.20$)。

3个研究^[12,13,15]报告了术后1mo后(包括3,6mo)角膜内皮细胞丢失数,3个独立研究的森林图如图3B所示。

各研究间无异质性($I^2=0%, P=0.89$),采用固定效应模型进行分析。结果显示,在白内障超声乳化手术中,台盼蓝染色与未染色相比差异无统计学意义($WMD=-60.72, 95%CI: -170.92 \sim 49.49, P=0.28$)。

2.4.2 角膜内皮六角形细胞丢失比例 2个研究^[10,14]报告了术后1mo角膜内皮六角形细胞比例,2个独立研究的森林图如图4所示。各研究间无显著异质性($I^2=46%, P=0.17$),采用固定效应模型进行分析。结果显示,在白内障超声乳化手术中,台盼蓝染色与未染色相比差异无统计学意义($WMD=0.50, 95%CI: -2.09 \sim 3.09, P=0.71$)。

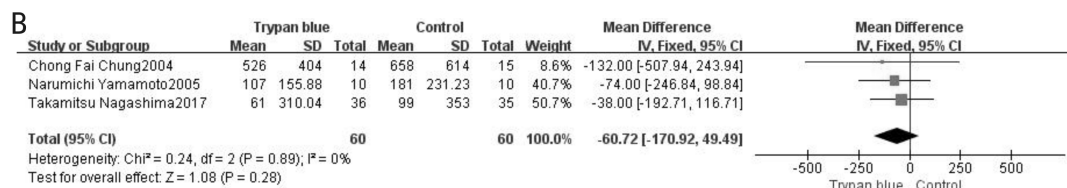
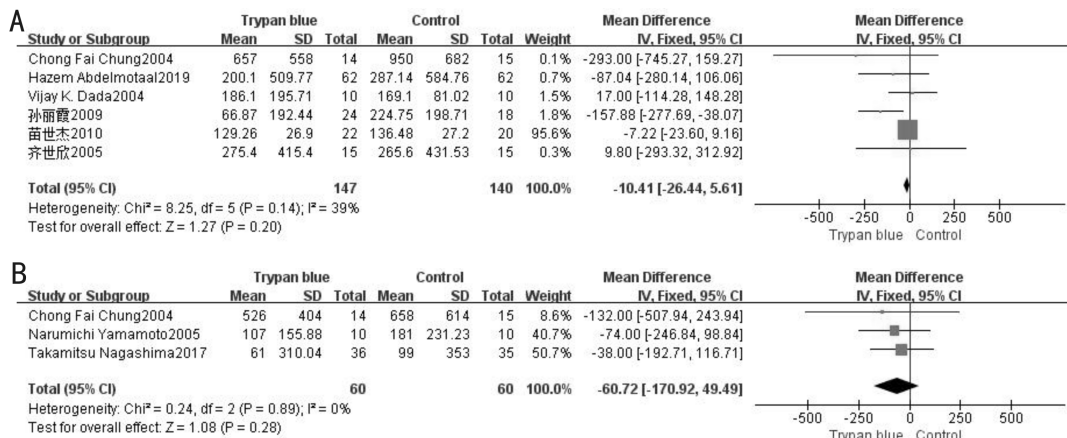


图3 两组患者术后角膜内皮细胞丢失数比较的森林图 A:术后1mo内;B:术后1mo后。

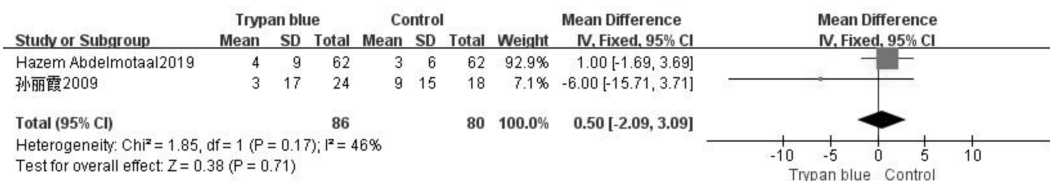


图4 两组患者术后1mo角膜内皮六角形细胞丢失比例比较的森林图。

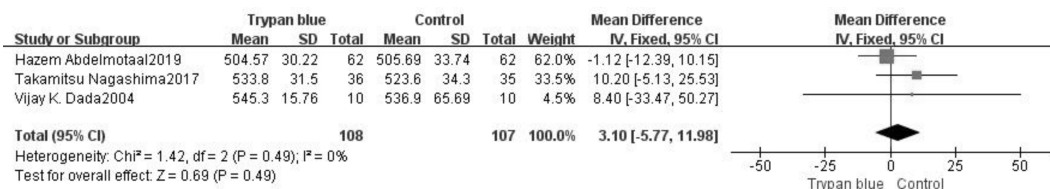


图5 两组患者术后1mo CCT比较的森林图。

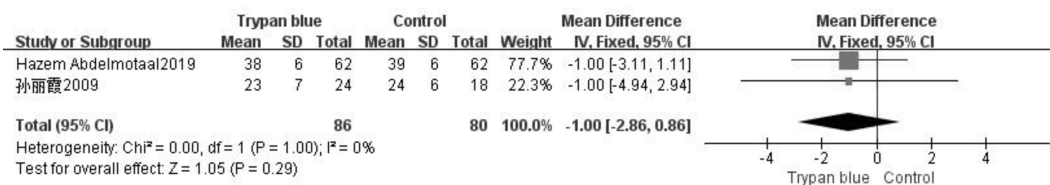


图6 两组患者术后角膜变异系数(CV)比较的森林图。

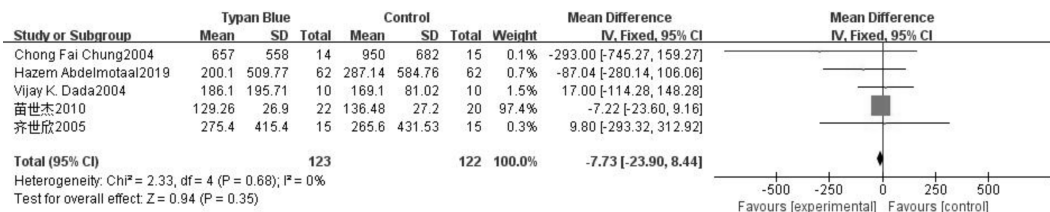


图7 术后1mo内角膜内皮细胞丢失数敏感性分析森林图。

2.4.3 CCT 3个研究^[13-14,16]报告了术后1mo CCT,3个独立研究的森林图如图5所示。各研究间无显著异质性($I^2 = 0\%$, $P = 0.49$),采用固定效应模型进行分析。结果显示,在白内障超声乳化手术中,台盼蓝染色与未染色相比差异无统计学意义($WMD = 3.10$, $95\% CI: -5.77 \sim 11.98$, $P = 0.49$)。

2.4.4 CV 2个研究^[10,14]报告了术后CV,2个独立研究的森林图如图6所示。各研究间无显著异质性($I^2 = 0\%$, $P = 1.00$),采用固定效应模型进行分析。结果显示,在白内障超声乳化手术中,台盼蓝染色与未染色相比差异无统计学意义($WMD = -1.00$, $95\% CI: -2.86 \sim 0.86$, $P = 0.29$)。

2.4.5 敏感性分析 对于术后1mo内角膜内皮细胞丢失数一项,采用固定效应模型和随机效应模型转换重新进行meta分析,结果无统计学意义($WMD = -45.70$, $95\% CI:$

$-114.23 \sim 22.84$, $P = 0.19$),但存在异质性($P = 0.14$, $I^2 = 39\%$),剔除孙丽霞等研究后,结果无统计学意义($WMD = -7.73$, $95\% CI: -23.90 \sim 8.44$, $P = 0.35$),但异质性明显降低($I^2 = 0\%$, $P = 0.68$),见图7,说明该项的异质性主要来源于该研究。对其余4项研究采用固定效应模型和随机效应模型转换重新进行Meta分析,术后1mo后(包括3、6mo)角膜内皮细胞丢失数($WMD = -60.72$, $95\% CI: -170.92 \sim 49.49$, $P = 0.28$)(图8),术后1mo角膜内皮六角形细胞丢失比例($WMD = -0.88$, $95\% CI: -6.96 \sim 5.20$, $P = 0.78$)(图9),术后1mo CCT($WMD = 3.10$, $95\% CI: -5.77 \sim 11.98$, $P = 0.49$)(图10),术后CV($WMD = -1.00$, $95\% CI: -2.86 \sim 0.86$, $P = 0.29$)(图11),结果显示4项结局指标统计分析量均未发生明显变化,提示此次研究结果是可靠稳定的。

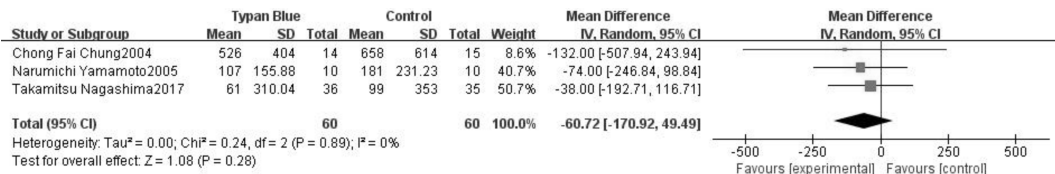


图8 术后1mo后角膜内皮细胞丢失数敏感性分析森林图。

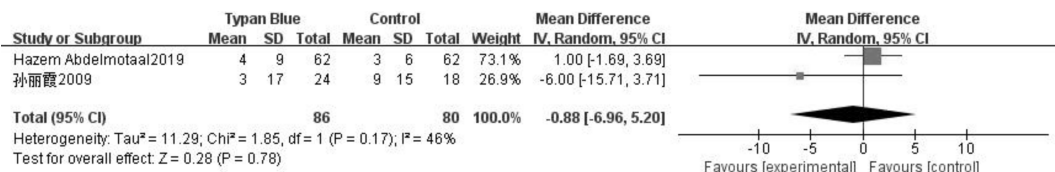


图9 术后1mo角膜内皮六角形细胞丢失比例敏感性分析森林图。

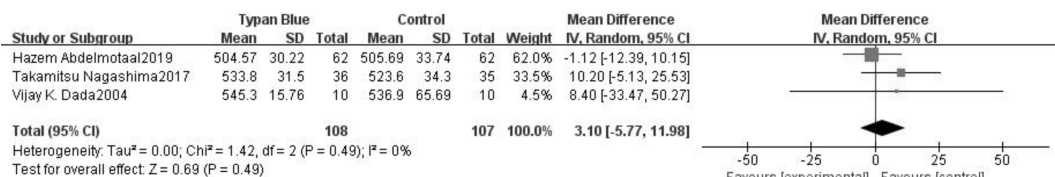


图10 术后1mo CCT 敏感性分析森林图。

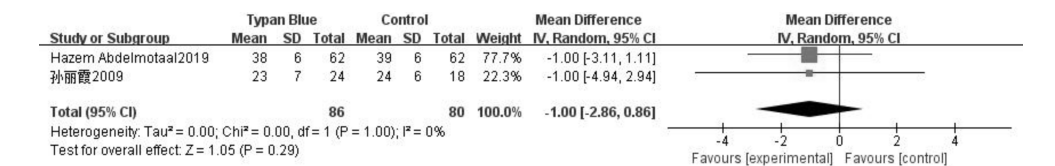


图11 术后 CV 敏感性分析森林图。

2.4.6 纳入文献的偏倚分析 以1mo内角膜内皮细胞丢失数为指标进行 Egger 检验 ($t = -1.523, P = 0.2024$), 说明存在的发表偏倚可能性较小。术后1mo后(包括3、6mo)角膜内皮细胞丢失数 ($t = -1.7434, P = 0.3315$), 术后1mo CCT ($t = 0.5694, P = 0.6705$), 说明存在的发表偏倚可能性较小。

3 讨论

连续性撕囊是白内障超声乳化手术的关键步骤之一, 成熟期及过熟期白内障眼底红光反射差, 撕囊膜的边界及走向看不清, 囊膜染色剂的应用在一定程度上解决了这个问题。然而 Fritz^[7]发现囊下注入过多荧光素钠会导致前囊破裂, Horiguchi 等^[17]发现荧光素钠由于分子小会渗入玻璃体腔; 叫噪菁绿色性状不稳定需临时配置且价格昂贵; Unlü 等^[8]发现龙胆紫染色会导致角膜水肿; 而亚甲蓝对角膜内皮细胞具有较大毒性。

台盼蓝是一种蓝色双氮高相对分子质量活性染色剂, 对疏水组织染色好于亲水组织^[18], 临床上常用于术中染色、定量死亡细胞^[19]、观察淋巴引流情况^[20]等。在白内障超声乳化手术中, 由于晶状体前囊膜的基底膜疏水性好, 台盼蓝可以选择性着染基底膜, 对眼前段角膜等结构无染色作用, 故术者可清晰地观察到撕囊口的边缘, 准确地将水分离针头定位于囊膜下, 避免乳化针头和劈核器对囊膜的损伤^[21]。同时由于台盼蓝相对分子质量较大, 不会渗漏到玻璃体腔, 且台盼蓝水溶性好, 溶剂是平衡盐溶液, 为等渗溶液, 可降低眼毒性。

1999年 Melles 等^[5]首次将0.1%台盼蓝应用于白内障超声乳化术中的前囊膜染色中; 2002年 Jacob 等^[22]将0.06%台盼蓝用于成熟及过成熟期白内障超声乳化手术中, 染色效果理想; Chang 等^[23]研究中发现浓度0.4%以下的台盼蓝对兔角膜内皮细胞没有毒性。近年来我国经过

广泛的科普教育及白内障复明工程, 城镇及城市人口中成熟期及过熟期白内障已明显减少, 但在广大乡村基层, 成熟期及过熟期白内障患者仍常见, 0.06%台盼蓝缓冲溶液 Vision Blue 价格较低, 染色效果好, 故临床上广泛使用的是台盼蓝染色剂。然而, 台盼蓝囊膜染色对角膜内皮细胞影响的临床循证学证据相对缺乏。

白内障超声乳化手术术中超声能量、超声时间、术者的操作等都能造成角膜内皮细胞的损伤和丢失^[24-26], 在以染色试剂为单一变量的 RCTs 中, 角膜内皮细胞丢失数、角膜内皮六角形细胞丢失比例、CCT、CV 是评价内眼手术安全性的重要指标。本研究中, 荟萃分析显示患者数量、平均年龄对异质性没有显著影响, 结果显示 0.02%、0.06%或 0.1%浓度台盼蓝染色组与未染色或安慰剂组间术后1mo内、1mo后的角膜内皮细胞丢失数无统计学差异, 术后1mo角膜内皮六角形细胞丢失比例无统计学差异, 术后1mo CCT 无统计学差异, 术后 CV 无统计学差异, 结果提示 0.02%、0.06%或 0.1%浓度台盼蓝染色与未染色或安慰剂染色相比, 对角膜内皮细胞的数量及功能无明显影响, 即台盼蓝囊膜染色在白内障超声乳化手术中对角膜内皮细胞具有安全性。

但是值得注意的是, 本研究存在一定局限性: (1) 纳入的 RCTs 较少, 仅有 8 项, 共 378 例患者; (2) 纳入对比的 RCTs 台盼蓝的浓度 (0.02%、0.06%、0.1%) 和用量 (0.1、0.5mL) 存在差异; (3) 纳入的文献多数未采用盲法和分配隐藏, 存在选择性偏倚、实施偏倚及测量偏倚的可能性; (4) 纳入文献的部分指标(角膜内皮六角形细胞比例、变异系数)数量较少, 统计学效能可能不足; (5) 外科手术中, 由于不同的器械、外科医生的熟练程度不同, 对结局指标可能造成一定影响。

综上所述, 本研究结果显示在白内障超声乳化手术中

应用 0.02%、0.06% 或 0.1% 浓度台盼蓝囊膜染色对角膜内皮细胞的数量及功能无明显影响,具有安全性,但仍需要更多高质量、大样本的临床研究进一步验证。

参考文献

- 1 陈佳惠,唐雅婷,蒋永祥,等. 年龄相关性白内障的流行病学研究. 国际眼科纵览 2019;43(3): 189-193
- 2 Zhou Y, Li G, Li H. Automatic Cataract Classification Using Deep Neural Network with Discrete State Transition. *IEEE Trans Med Imaging* 2020;39(2):436-446
- 3 邱晓颀. 白内障患者诱导性多能干细胞(iPS)的建立及其定向分化的研究. 复旦大学 2012
- 4 洪林勇,赵广愚,刘利娟,等. 白色白内障超声乳化手术临床疗效分析. 临床眼科杂志 2018; 26(4): 351-354
- 5 Melles GR, de Waard PW, Pameyer JH, et al. Trypan blue capsule staining to visualize the capsulorhexis in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25(1): 7-9
- 6 Joshi RS, Hussain MS. Long-term results of trypan blue dye irrigation in the capsular bag to prevent posterior capsule opacification: A randomized trial. *Indian J Ophthalmol* 2017; 65(12):1440-1444
- 7 Fritz WL. Fluorescein blue, light-assisted capsulorhexis for mature or hypermature cataract. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24(1): 19-20
- 8 Unlü K, Askünger A, Söker S, et al. Gentian violet solution for staining the anterior capsule. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26(8): 1228-1232
- 9 苗世杰,邵彦,刘菲. 低浓度台盼蓝在白色白内障连续环形撕囊术中的应用. 中国医药指南 2010; 8(13):117-118
- 10 孙丽霞,张文一,刘卫真,等. 改良亚甲蓝和台盼蓝前囊染色在白色白内障撕囊术中的临床应用对比. 眼外伤职业眼病杂志(附眼科手术) 2008; 30(5): 351-354
- 11 齐世欣. 台盼蓝染色技术在白内障超声乳化术中的应用. 临床眼科杂志 2005; 13(4):316-318
- 12 Chung CF, Liang CC, Lai JS, et al. Safety of trypan blue 1% and indocyanine green 0.5% in assisting visualization of anterior capsule during phacoemulsification in mature cataract. *J Cataract Refract Surg* 2004; 31(5):938-942
- 13 Nagashima T, Yuda K, Hayashi T. Comparison of trypan blue and Brilliant Blue G for staining of the anterior lens capsule during cataract surgery; short-term results. *Int Ophthalmol* 2017; 39(1):33-39

- 14 Abdelmotaal H, Abdelazeem K, Hussein MS, et al. Safety of Trypan Blue Capsule Staining to Corneal Endothelium in Patients with Diabetic Retinopathy. *J Ophthalmol* 2019; 2019:4018739-4018745
- 15 Yamamoto N, Ozaki N, Murakami K. Trypan - Blue - and Endoillumination - Assisted Phacoemulsification in Eyes with Vitreous Hemorrhage during Combined Cataract and Vitreous Surgery. *Ophthalmologica* 2005;219(6):338-344
- 16 Dada VK, Sharma N, Sudan R, et al. Anterior capsule staining for capsulorhexis in cases of white cataract; comparative clinical study. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30(2): 326-333
- 17 Horiguchi M, Miyake K, Ohta I, et al. Staining of the Lens Capsule for Circular Continuous Capsulorhexis in Eyes With White Cataract. *Arch Ophthalmol* 1998; 116(4): 535-537
- 18 黄飞,翁景宁. 台盼蓝在白内障超声乳化手术中临床应用的研究进展. 医学综述 2009; 15(8):1221-1223
- 19 魏国茜,顾洛莎,伍明政,等. 不同冻存时间对人颗粒脂肪活性影响的实验研究. 中国医药导报 2019; 16(6):16-19,182
- 20 Khoo YJ, Abdullah AAH, Yu DY, et al. Use of trypan blue to assess lymphatic function following trabeculectomy. *Clin Exp Ophthalmol* 2019; 47(7):892-897
- 21 齐世欣,李筱荣. 台盼蓝晶状体囊膜染色的研究进展. 眼视光学杂志 2007; 9(1):70-72
- 22 Jacob S, Agarwal A, Agarwal A, et al. Trypan blue as an adjunct for safe phacoemulsification in eyes with white cataract. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28(10): 1819-1825
- 23 Chang YS, Tseng SY, Tseng SH. Comparison of dyes for cataract surgery. Part 1: cytotoxicity to corneal endothelial cells in a rabbit model. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(4): 792-798
- 24 Kunzmann BC, Wenzel DA, Bartz-Schmidt KU, et al. Effects of ultrasound energy on the porcine corneal endothelium - Establishment of a phacoemulsification damage model. *Acta Ophthalmol* 2019; 98(2): e155-e160
- 25 Takahashi H. Corneal Endothelium and Phacoemulsification. *Cornea* 2016; 35(1): 3-7
- 26 Chamorro F, Briones C, Loézar C, et al. Corneal endothelial cell loss associated to phacoemulsification and ophthalmologist experience: prospective analysis of individual secondary data. *Medwave* 2018; 18(6): 7314