

首次硅油取出术后视网膜再脱离影响因素的 meta 分析

陆嘉桃 郑政 胡鹏程 王曦 黄潇颖

重庆医科大学附属第二医院眼科, 重庆 400010

通信作者: 郑政, Email: 1635193841@qq.com

【摘要】 **目的** 系统评价首次硅油取出术后视网膜再脱离的影响因素。 **方法** 检索中国数据库(知网、中国生物医学文献数据库、维普、万方)、英文数据库(PubMed、Cochrane、Embase、Web of science), 查找自建库至 2023 年 8 月 20 日关于首次行玻璃体切割(PPV)联合硅油填充的患眼硅油取出术后视网膜再脱离的影响因素研究文献。根据纽卡斯尔-渥太华量表(NOS)文献质量评价标准进行质量评价。提取文献中首次硅油取出术后视网膜再脱离发生相关的影响因素, 剔除提及文献<3 篇的影响因素。运用 RevMan5.3 软件对收集的数据进行综合定量分析。 **结果** 共纳入 14 篇文献, 包括 3 393 术眼, 其中复发组 498 眼, 未复发组 2 895 眼。meta 分析结果显示, 高度近视[比值比(OR)=1.40, 95% 置信区间(CI): 1.08~1.81]、巨大视网膜裂孔(OR=2.36, 95% CI: 1.63~3.41)、玻璃体残留(OR=130.02, 95% CI: 66.03~256.02)、PPV 术前人工晶状体状态(OR=1.86, 95% CI: 1.26~2.75)是硅油取出后视网膜再脱离的危险因素, 而孔源性视网膜脱离(OR=0.68, 95% CI: 0.50~0.92)、PPV 联合巩膜外加压(OR=0.63, 95% CI: 0.45~0.88)、取硅油前 2~4 周眼底激光凝(OR=0.25, 95% CI: 0.13~0.49)是硅油取出后视网膜再脱离的保护性因素。敏感性分析结果显示, 改变分析模型后分析结果无明显改变。所纳入研究的文献间均无发表偏倚。 **结论** 高度近视、巨大视网膜脱离、玻璃体残留、PPV 术前人工晶状体状态增加了首次硅油取出后视网膜再脱离发生的风险。孔源性视网膜脱离、PPV 联合巩膜外加压、取硅油前 2~4 周眼底激光凝可能是其保护因素。

【关键词】 视网膜脱离; 硅油; Meta 分析; 影响因素; 复发

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20240320-00077

Meta-analysis of influencing factors of retinal re-detachment after the first silicone oil removal

Lu Jiatao, Zheng Zheng, Hu Pengcheng, Wang Xi, Huang Xiaoying

Department of Ophthalmology, Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

Corresponding author: Zheng Zheng, Email: 1635193841@qq.com

【Abstract】 **Objective** To systematically evaluate the influencing factors of retinal re-detachment after the first silicone oil removal. **Methods** Chinese databases (CNKI, CBM, VIP, Wanfang) and English databases (PubMed, Cochrane, Embase, Web of science) were searched to retrieve the factors affecting the retinal re-detachment after the first pars plana vitrectomy (PPV) combined with silicone oil removal from the inception of the databases to August 20, 2023. The quality of literature was evaluated according to the Newcastle-Ottawa Scale (NOS). The influencing factors related to the retinal re-detachment after the first silicone oil removal were extracted from the literature, and the influencing factors mentioned in <3 literatures were excluded. RevMan5.3 software was used for quantitative and comprehensive analysis. **Results** A total of 14 articles were included, including 3 393 eyes, with 498 eyes in the recurrent group, and 2 895 eyes in the non-recurrent group. The results of meta-analysis showed that high myopia (odds ratio [OR]=1.40, 95% confidence interval [CI]: 1.08-1.81), giant retinal hole (OR=2.36, 95% CI: 1.63-3.41), vitreous residue (OR=130.02, 95% CI: 66.03-256.02), intraocular lens status before PPV (OR=1.86, 95% CI: 1.26-2.75) were the risk factors for retinal re-detachment after silicone oil removal. Rhegmatogenous retinal detachment (OR=0.68, 95% CI: 0.50-0.92), PPV combined with external scleral compression (OR=0.63, 95% CI: 0.45-0.88) and fundus laser photocoagulation 2-4 weeks before silicone oil removal (OR=0.25, 95% CI: 0.13-0.49) were protective factors for retinal detachment after silicone oil removal. The results of sensitivity analysis showed that there was no significant change in the analysis results after changing the analysis model. There was no publication bias among the included studies. **Conclusions** High myopia, giant retinal detachment, vitreous residue and intraocular lens status before PPV increased the risk of retinal re-detachment after the first silicone oil removal, Rhegmatogenous retinal detachment, PPV combined with external scleral pressure and fundus

laser photocoagulation 2-4 weeks before silicone oil removal may be protective factors.

[Key words] Retinal detachment; Silicone oil; Meta-analysis; Influencing factors; Recurrence

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20240320-00077

玻璃体切割(pars plana vitrectomy, PPV)联合硅油填充是目前治疗增生性玻璃体视网膜病变(proliferative vitreoretinopathy, PVR)、孔源性视网膜脱离(rhegmatogenous retinal detachment, RRD)、增生性糖尿病视网膜病变(proliferative diabetic retinopathy, PDR)和眼外伤等复杂性视网膜疾病的有效方法^[1]。硅油具有眼内惰性、透明性等重要特性,使其在治疗复杂的玻璃体视网膜疾病方面具有不可替代性。长期硅油填充会导致与硅油相关并发症,如眼压升高、白内障、硅油乳化和角膜病等^[2-5]。因此,眼内硅油需要在一定时间后取出。硅油取出后可改善视功能,减少硅油相关并发症的发生,但视网膜再脱离(retinal re-detachment, re-RD)仍是硅油取出后的主要并发症。既往研究对首次行硅油取出术后发生 re-RD 的相关因素进行了探索,但由于各研究的方法和局限性不同,研究结果并不一致。因此,本研究拟采用二次文献分析法评估首次硅油取出后发生 re-RD 的主要影响因素,为临床优化治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 检索策略

检索中文数据库中国知网、中国生物医学文献数据库、维普网、万方数据库以及外文数据库 PubMed、Cochrane、Embase、Web of science, 查找自建库至 2023 年 8 月 20 日关于首次 PPV 联合硅油填充眼行硅油取出后发生 re-RD 的临床研究。运用主题词和自由词组合的方法进行检索,中文检索词包括复发性视网膜脱离、视网膜再脱离、视网膜脱离、硅油取出、取出硅油、危险因素、影响因素;英文检索词包括“retinal detachment” OR “detachment”, “retinal” OR “detachments”, “retinal” OR “retinal detachments” OR “recurrent detachment of retina”, “silicone oil removal” OR “remove of silicone oil”, “risk factors” OR “related factor” OR “influencing factor” OR “risk factor”。由 2 名研究人员参照上述策略进行独立检索,意见不统一时由第 3 名研究人员进行讨论。

1.2 文献纳入和排除标准

纳入标准:(1)研究类型为国内外公开发表的关于首次硅油取出后发生 re-RD 影响因素的中、英语种病例对照研究和队列研究;(2)研究对象为首次行

PPV 联合硅油填充的患者,且包含硅油取出后发生 re-RD 患者(复发组)和无 re-RD 患者(未复发组);(3)可提供原始数据进行统计分析。排除标准:(1)样本量太少(样本总量低于 30 例),无法获取全文;(2)重复报道的文献;(3)无未复发组的文献;(4)硅油填充时间 < 3 个月,硅油取出后随访时间 < 2 周。

1.3 资料提取和文献质量评价

由 2 名成员分别提取资料后交叉核对,资料不同时立即核对原始文献,若有分歧,与第 3 名研究人员进行讨论。提取的主要内容有:作者、文献来源、发表年份、样本量(复发组/未复发组)、总体年龄、研究类型、影响因素等。采用纽卡斯尔-渥太华量表(Newcastle-Ottawa Scale, NOS)^[6]对文献进行质量评价。NOS 量表总分共 9 分,评分 ≥ 8 分为高质量研究,6 分 ≤ 评分 < 8 分为中等及较高质量文献,评分 < 6 分为低质量文献。将评分 ≥ 6 分的研究纳入 meta 分析。

1.4 统计学方法

运用 ReMan5.3 软件进行 meta 分析。(1)效应量合并 计数资料采用比值比(odds ratio, OR)及 95% 置信区间(confidence interval, CI)表示;计量资料采用加权均数差(Weighted mean difference, WMD)及 95% CI 表示。(2)异质性检验 采用 I^2 检验评估研究异质性或 Q 统计量进行检验,若 $I^2 < 50%$ 或 $P > 0.1$,采用固定效应模型进行分析;若 $I^2 \geq 50%$ 或 $P < 0.1$,采用随机效应模型进行综合分析,并分析异质性来源。(3)敏感性分析 通过逐一剔除研究文献或改变效应模型对研究文献行敏感性分析。(4)发表偏倚检验 通过绘制漏斗图考察是否存在发表偏倚,漏斗图对称意味着不存在发表偏倚,当纳入研究文献较少(研究文献 < 5 篇)时不作漏斗图分析。

2 结果

2.1 纳入文献的基本情况

初步检索有关文献共 623 篇,包括中文文献 280 篇,英文文献 343 篇。通过 Endnote 软件,排除重复文献 272 篇。初步阅读文献摘要后排除 289 篇,对余下 62 篇文献进行全文阅读,按照纳入、排除标准排除 48 篇,最终纳入文献 14 篇,其中中文文献 5 篇^[7-11],英文文献 9 篇^[12-20](图 1)。

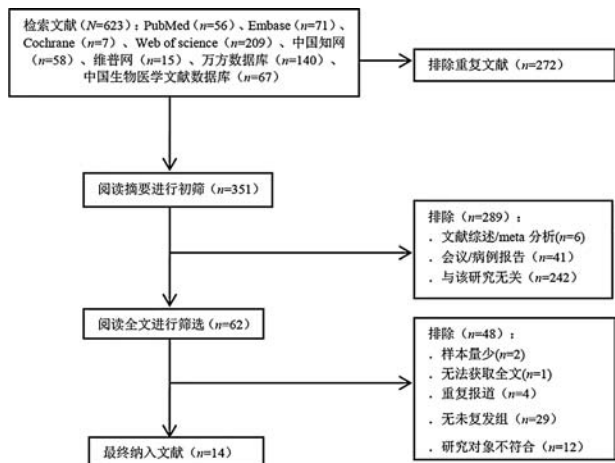


图 1 文献筛选流程图
Figure 1 Flow chart of literature screening

纳入的 14 篇文献中 11 篇为病例对照研究, 3 篇为队列研究, 包括复发组 498 眼和未复发组 2 895 眼, 纳入文献基本特征见表 1。

2.2 纳入文献的质量评价

纳入的 14 篇文献中, 3 篇评分为 8 分, 6 篇评分为 7 分, 5 篇评分为 6 分(表 2, 3)。

2.3 硅油取出后 re-RD 的影响因素统计

对纳入文献中首次 PPV 行硅油取出后 re-RD 影响因素进行统计, 影响因素有性别、年龄、硅油填充时间、眼轴长度、眼别、RRD、高度近视、PVR、PVR ≥ C 级、PDR、黄斑裂孔视网膜脱离、眼外伤、巨大视网膜裂孔、眼内炎、PPV 术前晶状体状态(有晶状体、人工晶状体、无晶状体)、视网膜脱离累及黄斑、下方视

表 1 纳入研究的基本特征
Table 1 Characteristics of included studies

纳入研究	发表年份	调查地点	调查时间 (年)	总样本 (例)	复发组/未复发组 (n/n, 例)	总体年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	研究类型
Li 等 ^[12]	2021	中国	2005—2018	45	16/29	62.27 ± 8.87	病例对照研究
Ghoraba 等 ^[13]	2021	埃及	2012—2018	48	10/38	NA	病例对照研究
贾力蕴等 ^[7]	2021	中国	2004—2018	836	190/646	56.51 ± 12.14	病例对照研究
Shah 等 ^[17]	2018	尼泊尔	2017—2017	64	8/56	41.2 ± 18.8	病例对照研究
白宁艳等 ^[8]	2017	中国	2008—2016	368	42/326	46.3 ± 9.2	病例对照研究
施彦等 ^[10]	2015	中国	2005—2012	133	15/118	40.85 ± 14.1	病例对照研究
Teke 等 ^[16]	2014	土耳其	2000—2012	894	118/776	49.9 ± 17.1	病例对照研究
Al-Wadani 等 ^[19]	2014	沙特阿拉伯	2000—2010	184	6/178	35.8 ± 8.7	病例对照研究
Choudhary 等 ^[20]	2012	巴基斯坦	2000—2008	173	6/167	NA	病例对照研究
乔乾库等 ^[9]	2012	中国	2005—2015	113	15/98	40.85 ± 14.10	病例对照研究
周占宇等 ^[11]	2008	中国	2002—2005	181	20/161	NA	病例对照研究
Zaheer 等 ^[18]	2019	巴基斯坦	2018—2019	50	2/48	NA	前瞻性队列研究
Dhalla 等 ^[14]	2016	非洲	2008—2012	99	12/87	47.85 ± 16.94	回顾性队列研究
Huang 等 ^[15]	2022	美国	2014—2020	205	38/167	62.5 ± 14.4	回顾性队列研究

注: NA: 无数据
Note: NA: not applicable

表 2 纳入病例对照研究的 NOS 评分

Table 2 NOS score of included case-control studies

纳入研究	发表年份	研究对象的 选择(分)	可比性(分)	暴露(分)	总计(分)
Li 等 ^[12]	2021	2	2	3	7
Ghoraba 等 ^[13]	2021	3	2	2	7
贾力蕴等 ^[7]	2021	2	2	3	7
Shah 等 ^[17]	2018	2	2	2	6
白宁艳等 ^[8]	2017	3	2	2	7
施彦等 ^[10]	2015	2	2	2	6
Teke 等 ^[16]	2014	3	2	3	8
Al-Wadani 等 ^[19]	2014	3	2	3	8
Choudhary 等 ^[20]	2012	2	2	2	6
乔乾库等 ^[9]	2012	2	2	2	6
周占宇等 ^[11]	2008	2	2	2	6

注: NOS: 纽卡斯尔-渥太华量表
Note: NOS: Newcastle-Ottawa Scale

表 3 纳入队列研究的 NOS 评分

Table 3 NOS score of included cohort studies

纳入研究	发表年份	研究对象的 选择(分)	可比性(分)	暴露(分)	总计(分)
Zaheer 等 ^[18]	2019	2	2	3	7
Huang 等 ^[15]	2022	3	2	3	8
Dhalla 等 ^[14]	2016	3	2	2	7

注: NOS: 纽卡斯尔-渥太华量表
Note: NOS: Newcastle-Ottawa Scale

网膜脱离、PPV 术前眼压 ≤ 6 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)、眼轴长度 ≥ 30 mm、视网膜裂孔数(单一视网膜裂孔、多发视网膜裂孔)、硅油黏度(1 000 cst、5 000 cst)、PPV 联合巩膜外加压、视网膜切开、内界膜剥离、玻璃体残留、PPV 联合眼内 360° 光凝、PPV 联合白内障手术、取硅油前 2~4 周眼底激光光凝、取硅油时晶状体状态(有晶状体、无晶状体、人工晶状体)、取硅油联合白内障手术、取硅油术后 1 周内玻璃体体积血(表 4)。

其中眼轴长度、眼别、PVR ≥ C 级、眼内炎、下方视网膜脱离、PPV 术前眼压 ≤ 6 mmHg、眼轴长度 ≥ 30 mm、视网膜裂孔数、硅油黏度(1 000 cst、5 000 cst)、内界膜剥离、PPV 联合眼内 360° 光凝、PPV 联合白

表 4 视网膜再脱离相关影响因素统计
Table 4 Statistics of risk factors related to retinal re-detachment

纳入研究	发表年份	危险因素
Li 等 ^[12]	2021	硅油填充时间
Ghoraba 等 ^[13]	2021	性别、硅油填充时间、PPV 联合巩膜外加压
贾力蕴等 ^[7]	2021	性别、高度近视、黄斑裂孔视网膜脱离、PVR、巨大视网膜裂孔、PPV 术前晶状体状态、视网膜脱离累及黄斑、PPV 联合巩膜外加压
Shah 等 ^[17]	2018	RRD、PVR、PDR、眼外伤
白宁艳等 ^[8]	2017	性别、RRD、高度近视、黄斑裂孔视网膜脱离、PVR、PDR、眼外伤、巨大视网膜裂孔、视网膜脱离累及黄斑、PPV 联合巩膜外加压、玻璃体残留
施彦等 ^[10]	2015	取硅油前 2~4 周眼底激光光凝
Teke 等 ^[16]	2014	性别、硅油填充时间、RRD、高度近视、巨大视网膜裂孔、PPV 术前晶状体状态、视网膜脱离累及黄斑、PPV 联合巩膜外加压、视网膜切开、玻璃体残留
Al-Wadani 等 ^[19]	2014	RRD、高度近视、眼外伤、巨大视网膜裂孔、PPV 术前晶状体状态、视网膜切开、PPV 联合白内障手术、取硅油时有晶状体状态
Choudhary 等 ^[20]	2012	RRD、高度近视、PVR、PDR、眼外伤、巨大视网膜裂孔、眼内炎、PPV 联合巩膜外加压、视网膜切开、取硅油前 2~4 周眼底激光光凝、玻璃体残留
乔乾库等 ^[9]	2012	取硅油前 2~4 周眼底激光光凝
周占宇等 ^[11]	2008	RRD、高度近视、黄斑裂孔视网膜脱离、PVR、PDR、眼外伤、巨大视网膜裂孔、取硅油前 2~4 周眼底激光光凝
Zaheer 等 ^[18]	2019	PPV 联合巩膜外加压
Dhalla 等 ^[14]	2016	性别、RRD、黄斑裂孔视网膜脱离、巨大视网膜裂孔、视网膜脱离累及黄斑、PPV 联合巩膜外加压
Huang 等 ^[15]	2022	PVR、视网膜切开

注:PPV:玻璃体切割;PVR:增生性玻璃体视网膜病变;PDR:增生性糖尿病视网膜病变;RRD:孔源性视网膜脱离

Note:PPV:pars plana vitrectomy;PVR:proliferative vitreoretinopathy;PDR:proliferative diabetic retinopathy;RRD:rhegmatogenous retinal detachment

内障手术、取硅油时晶状体状态、取硅油术后 1 周内玻璃体积血这 15 个因素被提及文献均 < 3 篇,为避免结果偏倚,予以剔除。

2.4 Re-RD 影响因素的 meta 分析结果

2.4.1 孔源性视网膜脱离 7 篇文章报道了孔源性视网膜脱离结局指标,经异质性检验, $I^2 = 32%$, 且 Q 检验 $P = 0.19 > 0.1$, 提示文献之间的异质性无统计学意义,采用固定效应模型进行 meta 分析。合并效应分析显示,孔源性视网膜脱离患者 re-RD 发生率低 ($OR = 0.68, 95% CI: 0.50 \sim 0.92, P < 0.05$) (图 2)。漏斗图基本对称,提示纳入的文献不存在发表偏倚(图 3)。

2.4.2 高度近视 6 篇文章报道了高度近视结局指标,经异质性检验, $I^2 = 32%$, 且 Q 检验 $P = 0.20 > 0.1$, 提示纳入的文献之间异质性无统计学意义,采用固定效应模型进行 meta 分析。合并效应分析结果显示,高度近视患者 re-RD 发生风险为未复发组的 1.45 倍

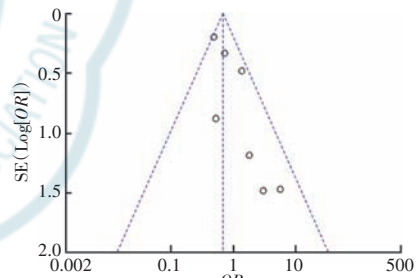


图 3 孔源性视网膜脱离的漏斗图 OR: 比值比
Figure 3 Funnel plot for rheogenic retinal detachment OR: odds ratio

($OR = 1.45, 95% CI: 1.12 \sim 1.87$)。漏斗图不对称,提示文献存在一定偏倚。通过逐一剔除法进行敏感性分析,发现白宁艳等^[8]的文献对异质性影响最大,去掉后余下的 5 篇文章不存在异质性 ($I^2 = 0%$),采用固定效应模型再次进行 meta 分析,结果显示高度近视可以使

re-RD 发生风险增加 ($OR = 1.40, 95% CI: 1.08 \sim 1.81$) (图 4)。漏斗图基本对称,提示文献不存在发表偏倚(图 5)。

2.4.3 巨大视网膜裂孔 7 篇文章报道了巨大视网膜裂孔结局指标,经异质性检验, $I^2 = 6%$, 且 Q 检验 $P = 0.38 > 0.1$, 提示纳入的文献之间异质性无统计学意义,采用固定效应模型进行 meta 分析。合并效应分析结果显示,巨大视网膜裂孔可以使 re-RD 发生风险增加

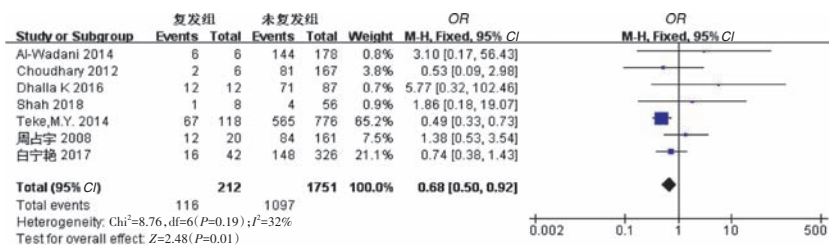


图 2 孔源性视网膜脱离与 re-RD 发生的 meta 分析森林图 OR: 比值比; CI: 置信区间
Figure 2 Meta-analysis forest plot of rheogenic retinal detachment and re-RD occurrence OR: odds ratio; CI: confidence interval

1.36 倍 ($OR=2.36, 95\%CI:1.63\sim3.41$) (图 6)。漏斗图基本对称,提示文献不存在发表偏倚(图 7)。

2.4.4 PPV 联合巩膜外加压 6 篇文章报道了 PPV 联合巩膜外加压结局指标,经异质性检验, $I^2=24\%$,且 Q 检验 $P=0.26>0.1$,提示纳入的文献之间异质性无

统计学意义,采用固定效应模型进行 meta 分析。合并效应分析结果显示,PPV 联合巩膜外加压是 re-RD 的保护因素 ($OR=0.63, 95\%CI:0.45\sim0.88$) (图 8)。漏斗图基本对称,文献不存在明显的发表偏倚(图 9)。

2.4.5 玻璃体残留 3 篇文章报道了玻璃体残留结局指标,森林图示异质性低 ($I^2=0\%$),采用固定效应模式。合并效应分析结果显示,玻璃体残留可以使 re-RD 发生风险增加 129.02 倍 ($OR=130.02, 95\%CI:66.03\sim256.02$) (图 10)。

2.4.6 取硅油前 2~4 周眼底激光光凝 3 篇文章报道了取硅油前 2~4 周眼底激光光凝结局指标。森林图示异质性低 ($I^2=0\%$),采用固定效应模式。合并效应分析结果显示,取硅油前 2~4 周眼底激光光凝可降低 re-RD 的发生风险 ($OR=0.25, 95\%CI:0.13\sim0.49$) (图 11)。

2.4.7 其他影响因素 共有 3 篇文献报道了 PPV 术前人工晶状体状态结局指标,经异质性检验, $I^2=61\%$,且 Q 检验 $P=0.08<0.1$,表明研究结果存在明显的异质性。通过逐一剔除法进行敏感性分析,发现 Teke 等^[16]的文献对异质性影响最大。对其余 2 篇文献采用固定效应模型再次进行 meta 分析,结果显示 PPV 术前人工晶状体状态可以使 re-RD 发生风险增加 ($OR=1.86, 95\%CI:1.26\sim2.75$) (图 12)。

与硅油取出后 re-RD 发生不相关的因素有:性别、年龄、硅油填充时间、黄斑裂孔视网膜脱离、PVR、PDR、眼外伤、PPV 术前有晶状体状态、PPV 术前人工晶状体状态、PPV 术前无晶状体状态、视网膜脱离累及黄斑、视网膜切开(表 5)。

2.5 敏感性分析及发表偏倚检验

对孔源性视网膜脱离、高度近视、巨大视网膜裂孔、PPV 术前人工晶状体状态、PPV 联合巩膜外加压、玻璃体残留、取硅油前 2~4 周眼底激光光凝改变模型时效应合并结果无实质性改变,提示合并结果稳定性较好(表 6)。本研究通过绘制漏斗图考察孔源性视网膜脱离、高度近视、巨大视网膜裂孔、PPV 联合巩膜外加压 4 个结局指标是否存在发表偏倚,漏斗图基本对称,提示不存在发表偏倚;玻璃体残留、取硅油前 2~4 周眼底激光光凝、PPV 术前人工晶状体状态纳入研究文献较少(研究文献<5 篇),未作漏斗图分析。

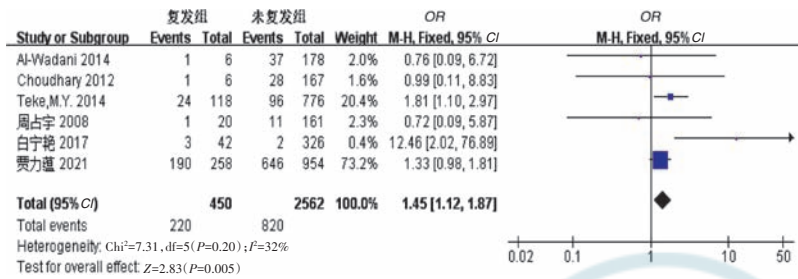


图 4 高度近视与 re-RD 发生的森林图 OR: 比值比; CI: 置信区间

Figure 4 Forest plot of high myopia and re-RD occurrence OR: odds ratio; CI: confidence interval

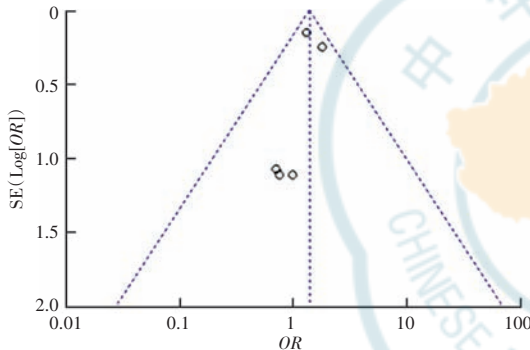


图 5 高度近视的漏斗图 OR: 比值比

Figure 5 Funnel plot for high myopia OR: odds ratio

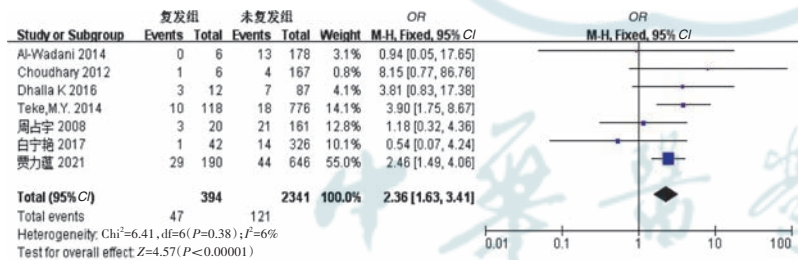


图 6 巨大视网膜裂孔与 re-RD 发生的森林图 OR: 比值比; CI: 置信区间

Figure 6 Forest plot of giant, retinal hole and re-RD occurrence OR: odds ratio; CI: confidence interval

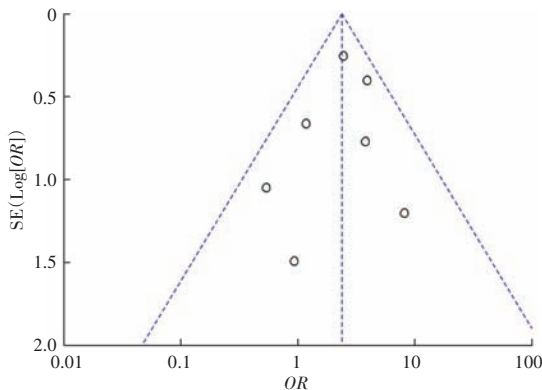


图 7 巨大视网膜裂孔的漏斗图 OR: 比值比

Figure 7 Funnel plot for giant retinal hole OR: odds ratio

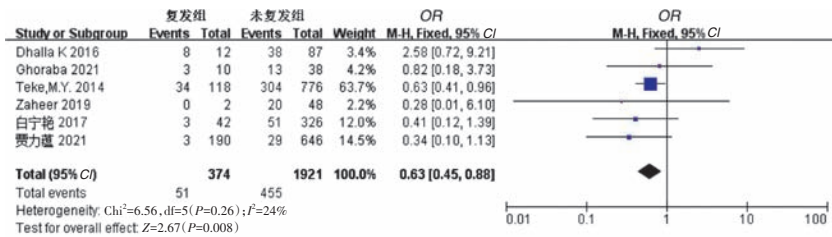


图 8 PPV 联合巩膜外加压与 re-RD 发生的森林图 OR: 比值比; CI: 置信区间
Figure 8 Forest plot of PPV combined with external scleral compression and re-RD occurrence OR: odds ratio; CI: confidence interval

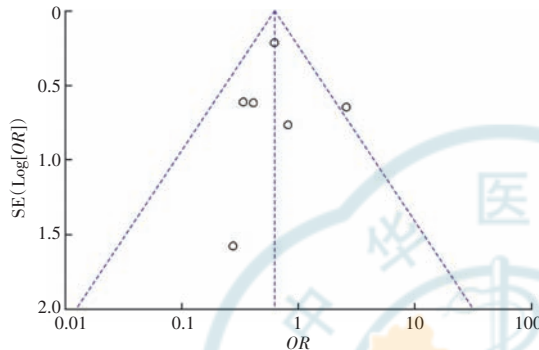


图 9 PPV 联合巩膜外加压的漏斗图 OR: 比值比
Figure 9 Funnel plot for PPV combined with external scleral compression OR: odds ratio

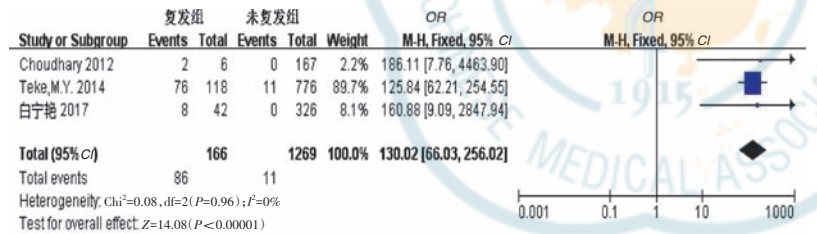


图 10 玻璃体残留与 re-RD 发生的森林图 OR: 比值比; CI: 置信区间
Figure 10 Forest plot of vitreous residue and re-RD occurrence OR: odds ratio; CI: confidence interval

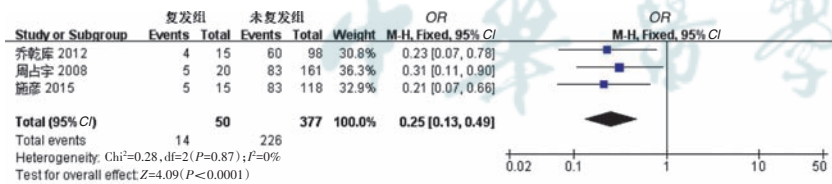


图 11 取硅油前 2~4 周眼底激光光凝与 re-RD 发生的森林图 OR: 比值比; CI: 置信区间
Figure 11 Forest plot of fundus laser photocoagulation 2-4 weeks before silicone oil removal and re-RD occurrence OR: odds ratio; CI: confidence interval

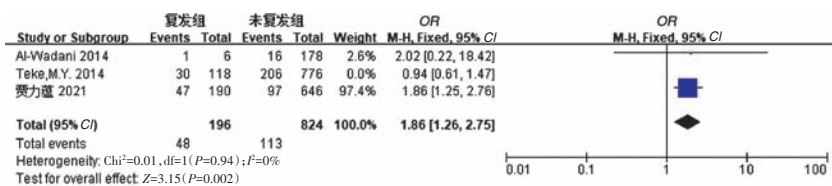


图 12 PPV 术前人工晶状体状态与 re-RD 发生的 meta 分析森林图 OR: 比值比; CI: 置信区间
Figure 12 Forest plot of intraocular lens status before PPV and re-RD occurrence OR: odds ratio; CI: confidence interval

3 讨论

re-RD 仍是硅油取出术后需要关注的重点、难点问题,其发生率为 3.26%~35.56%^[11-19]。因此提高首次 PPV 联合硅油填充及硅油取出操作成功率,降低 re-RD 发生率尤为重要。本研究全面总结了硅油取出后首次 PPV 联合硅油填充行硅油取出后 re-RD 发生的相关因素,结果显示高度近视、巨大视网膜裂孔、玻璃体残留是其主要危险因素,PPV 术前人工晶状体状态可能导致其发生风险增加,RRD、PPV 联合巩膜外加压、取硅油前 2~4 周补充眼底激光可能是其保护因素。与既往 meta 分析^[21]相比,本研究纳入了新研究和新增影响因素,提供了更全面的结论。

高度近视,定义为眼轴长度 ≥ 26 mm,是世界范围内致盲的主要原因^[22]。预计到 2050 年,大约一半的世界人口将患有近视,高达 1/5 的近视人口发展成高度近视^[23]。本研究结果显示,高度近视可以使 re-RD 发生风险增加 0.40 倍,与 He 等^[21]研究结果基本一致。Scholda 等^[24]与 Teke 等^[16]报告了高度近视患者硅油取出后具有较高的 re-RD 发生率,而 Jonas 等^[25]报告中高度近视患者与 re-RD 发生率没有相关性,考虑该研究中高度近视患者行 PPV 手术时均同时行巩膜环扎降低了 re-RD 发生率。高度近视眼底常伴有广泛的视网膜脉络膜变性、萎缩,硅油取出后玻璃体腔内充满液体,缺乏硅油支撑后液体很容易进入任何微小的裂孔,因此视网膜脱离的发生率高于非高度近视眼^[12]。本研究中,高度近视是硅油取出术后发生 re-RD 的重要危险因素,因此加强高度近视患者术后随访,以促进 re-RD 的早期发现具有重要意义。

本研究结果显示巨大视网膜裂孔、玻璃体残留可以使 re-RD 的发生风险分别增加 1.36 倍、129.02 倍,与 TeKe 等^[16]的研究结果一致。这可能是由于巨大视网膜裂孔中大面积视网膜色素上皮暴露

表 5 硅油取出后 re-RD 发生的其他影响因素的 meta 分析结果
Table 5 Results of meta-analysis of other influencing factors of re-RD occurrence after silicone oil removal

影响因素	研究篇数	病例数		模型	OR/WMD 值[95% CI]	异质性检验	
		复发组	未复发组			I ² 值	P 值
患者相关因素							
性别(男)	5	243	1 217	固定	1.06[0.84,1.35]	0%	0.61
年龄(岁)	4	334	1 489	随机	-3.08[-8.18,2.03]	86%	0.24
硅油填充时间(月)	3	144	843	随机	-0.01[-0.92,0.89]	80%	0.98
原发疾病相关因素							
黄斑裂孔视网膜脱离	4	54	210	随机	1.77[0.56,5.58]	69%	0.33
PVR	6	231	1 037	固定	1.16[0.85,1.58]	0%	0.35
PDR	4	12	149	固定	0.75[0.39,1.42]	0%	0.37
眼外伤	5	18	116	随机	2.07[0.84,5.13]	50%	0.12
手术相关因素							
PPV 术前有晶状体状态	3	201	1 038	固定	0.87[0.67,1.12]	29%	0.28
PPV 术前人工晶状体状态	3	78	319	随机	1.37[0.77,2.44]	61%	0.28
PPV 术前无晶状体状态	3	35	206	固定	0.86[0.58,1.26]	0%	0.43
视网膜脱离累及黄斑	4	165	918	随机	2.45[0.78,7.66]	80%	0.12
视网膜切开	3	37	174	随机	1.82[0.77,4.27]	59%	0.17

注:OR:比值比;CI:置信区间;WMD:加权均数差;PPV:玻璃体切割;PVR:增生性玻璃体视网膜病变;PDR:增生性糖尿病视网膜病变
Note:OR:odds ratio;CI:confidence interval;WMD:weighted mean difference;PPV:pars plana vitrectomy;PVR:proliferative vitreoretinopathy;PDR:proliferative diabetic retinopathy

表 6 随机效应模型和固定效应模型计算结果比较
Table 6 Comparison of results of random effect and fixed effect analysis

影响因素	研究篇数	病例数		随机效应模型 OR(95% CI)	固定效应模型 OR(95% CI)
		复发组	未复发组		
孔源性视网膜脱离	7	116	1 097	0.78[0.48,1.28]	0.68[0.50,0.92]
高度近视	5	217	818	1.42[1.10,1.83]	1.40[1.08,1.81]
巨大视网膜裂孔	7	47	121	2.53[1.67,3.83]	2.36[1.63,3.41]
PPV 术前人工晶状体状态	2	48	113	1.87[1.27,2.75]	1.86[1.26,2.75]
PPV 联合巩膜外加压(环扎或扣带)	6	51	455	0.66[0.39,1.09]	0.63[0.45,0.88]
玻璃体残留	3	86	11	129.76[66.48,253.30]	130.02[66.03,256.02]
取硅油前 2~4 周眼底激光光凝	3	14	266	0.25[0.13,0.48]	0.25[0.13,0.49]

注:OR:比值比;CI:置信区间;PPV:玻璃体切割
Note:OR:odds ratio;CI:confidence interval;PPV:pars plana vitrectomy

于玻璃体、术中裂孔边缘玻璃体切除不彻底均可导致视增生膜形成率高^[7,26-27],而术后增生膜的收缩、牵引导致 re-RD 发生。Choudhary 等^[20]研究和 Jonas 等^[25]发现彻底清除玻璃体基底部可降低 re-RD 的发生率,与本研究结果一致。考虑玻璃体残留可能对视网膜施加牵引力,这种牵引力可导致 re-RD 发生^[25]。

本研究还发现 PPV 术前人工晶状体状态可能导致 re-RD 发生风险增加,这可能是由于人工晶状体状态下眼内水化腔增大,缓冲能力下降,对眼压的适应能力减弱,视网膜脱离后脉络膜脱离发生率高,从而导

致视网膜复位率降低^[7,21]。本研究中纳入的进行 PPV 术前人工晶状体状态分析的文献仅 2 篇,因此其增加 re-RD 发生风险有待进一步研究。另外,本研究结果显示眼外伤(OR = 2.07, 95% CI: 0.84 ~ 5.13, P = 0.12)合并效应结果差异无统计学意义,因此未能验证眼外伤与 re-RD 的相关性。但既往有研究报道,原发病中以累及眼后节的眼外伤复发率高达 41.2%^[28]。这可能是随着

手术技术和器械的改进,PPV 术中对眼外伤评估更为详细,同时联合巩膜外加压、眼底激光等方式,从而降低了 re-RD 的风险。

本研究结果显示 RRD 可以降低 re-RD 的发生率,这可能是术者针对 RRD 术中会仔细检查视网膜裂孔,PPV 术中多采用激光光凝或冷冻病变区,以减少裂孔闭合欠佳、遗漏等情况,从而降低 re-RD 的发生率^[29]。另外,本 Meta 分析还发现 PPV 联合巩膜外加压(PPV 联合巩膜环扎或 PPV 联合巩膜扣带)可以使 re-RD 发生率降低,同 Nagpal 等^[30]和 Jonas 等^[25]结果一致。这

可能是在 PPV 联合巩膜扣带术或巩膜环扎,有助于支撑视网膜破裂、支撑玻璃体底部并减少前后牵引^[31-32]。在术后 PVR 风险高的病例中,与单独 PPV 相比,PPV 联合巩膜扣带术的视网膜脱离解剖学成功率更高^[33]。此外,一些研究表明在无并发症的 RRD 患者中,单独使用巩膜环扎术可获得与 PPV 联合巩膜环扎术相当的治疗结果^[34-35]。

本研究结果还显示取硅油前 2~4 周眼底激光光凝与 re-RD 发生有较强的关联性($OR = 0.25, 95\% CI: 0.13 \sim 0.49, P < 0.001$),提示取硅油前 2~4 周眼底激光光凝可以降低 re-RD 发生率。Avitabile 等^[36]在一项前瞻性随机对照临床试验中证明,360°激光光凝将硅油取出后 re-RD 的发生率从 21.4%降至 8.6%。考虑取硅油前 2~4 周眼底激光光凝可以加固周边视网膜,从而减少 re-RD 发生^[9,11]。有研究表明硅油取出当时预防性激光光凝与硅油取出后 re-RD 发生率无显著相关性,可能是硅油取出当时行视网膜激光的光斑还未产生粘连形成屏障^[37]。这提示术者行眼底激光光凝治疗需要考虑手术时机,可以选择 PPV 术中或取硅油前 2~4 周,以降低 re-RD 发生率。

本研究中 meta 分析结果显示,复发组与非复发组性别、年龄、硅油填充时间、是否视网膜脱离累及黄斑、是否视网膜切开比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),与 He 等^[21]的研究结果类似。然而部分研究认为男性 re-RD 发生率高于女性^[7,38]。大多数 re-RD 发生在填充持续时间少于 6 个月的眼中^[11,12,17]。Huang 等^[15]认为较长的硅油填充持续时间可能与较低的再脱离率有关,但视力结果可能更差,因此硅油取出时间与 re-RD 相关性需进一步研究探讨。

综上所述, re-RD 发生可能是由多种因素所致。本研究结果显示高度近视、巨大视网膜裂孔、玻璃体残留、PPV 术前人工晶状体状态是 re-RD 发生的重要危险因素;RRD、PPV 联合巩膜外加压、取硅油前 2~4 周眼底激光光凝可能是其潜在的保护因素;性别、年龄、硅油填充时间、视网膜脱离累及黄斑、视网膜切开等因素与 re-RD 的相关性有待进一步研究。本研究对象为首次 PPV 硅油取出后的患者,因此未纳入既往失败的视网膜手术这项因素,但是已有多数研究证实既往失败的视网膜手术是 re-RD 发生的重要危险因素^[21,36,39-40],因此提高首次 PPV 硅油取出后视网膜解剖复位成功率非常重要。re-RD 作为硅油取出后常见的并发症,增加治疗费用的同时,也对患者的视功能造成威胁。在今后的临床工作中,应根据患者具体病情制定更为合理的手术方案和高危人群的术后随访。

由于本 meta 分析纳入研究主要是病例对照研究,论证强度有限,且纳入文献数量较少,未来还需要更多大样本和精确对照的前瞻性研究进行论证,从而科学、全面地掌握 re-RD 的影响因素风险,降低 re-RD 发生率,进而减少患者就医成本。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 陆嘉桃:论文选题和设计、实施研究、采集及分析数据、统计分析、撰写文章;郑政:论文选题和设计、分析数据、对文章的知识性内容作批评性审阅;胡鹏程:论文选题和设计、统计分析;王曦、黄潇颖:采集、分析数据

参考文献

- [1] Abu-Yaghi NE, Abu Gharbieh YA, Al-Amer AM, et al. Characteristics, fates and complications of long-term silicone oil tamponade after pars plana vitrectomy[J/OL]. BMC Ophthalmol, 2020, 20(1): 336 [2024-03-12]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32807120>. DOI: 10.1186/s12886-020-01608-5.
- [2] Feng H, Adelman RA. Cataract formation following vitreoretinal procedures[J]. Clin Ophthalmol, 2014, 8: 1957-1965. DOI: 10.2147/OPHT.S68661.
- [3] Ferrara M, Coco G, Sorrentino T, et al. Retinal and corneal changes associated with intraocular silicone oil tamponade[J/OL]. J Clin Med, 2022, 11(17): 5234 [2024-03-12]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36079165>. DOI: 10.3390/jcm11175234.
- [4] Morphis G, Irigoyen C, Eleuteri A, et al. Retrospective review of 50 eyes with long-term silicone oil tamponade for more than 12 months[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2012, 250(5): 645-652. DOI: 10.1007/s00417-011-1873-8.
- [5] Valentín-Bravo FJ, García-Onrubia L, Andrés-Iglesias C, et al. Complications associated with the use of silicone oil in vitreoretinal surgery: a systemic review and meta-analysis[J/OL]. Acta Ophthalmol, 2022, 100(4): e864-e880 [2024-03-12]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34846097>. DOI: 10.1111/aos.15055.
- [6] Lee HY, Oh H, Park CH, et al. Comparison of renal safety of tenofovir and entecavir in patients with chronic hepatitis B: Systematic review with meta-analysis[J]. World J Gastroenterol, 2019, 25(23): 2961-2972. DOI: 10.3748/wjg.v25.i23.2961.
- [7] 贾力鑫, 张永鹏, 周海英, 等. 高度近视合并脉络膜脱离型孔源性视网膜脱离预后相关因素分析[J]. 眼科, 2021, 30(1): 42-46. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2021.01.008.
- [8] Jia LY, Zhang YP, Zhou HY, et al. Analysis of prognostic factors in patients with high myopia combined with choroidal detachment retinal detachment[J]. Ophthalmol CHN, 2021, 30(1): 42-46. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2021.01.008.
- [9] 白宁艳, 张志琴, 徐浩, 等. 硅油取出术后复发性视网膜脱离临床分析[J]. 中国实用眼科杂志, 2017, 35(2): 171-174. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2017.02.017.
- [10] Bai NY, Zhang ZQ, Xu H, et al. Clinical analysis of recurrent retinal detachment after silicone oil removal[J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2017, 35(2): 171-174. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2017.02.017.
- [11] 乔乾库. 周边 360°视网膜激光光凝对硅油取出术后视网膜再次脱离的影响[J]. 当代医学, 2012, 18(4): 109-110. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4393.2012.4.080.
- [12] 施彦, 俞存, 林呈飞, 等. 预防性视网膜激光光凝对原下方裂孔硅油取出术后视网膜再脱离的影响[J]. 中国实用眼科杂志, 2015, 33(11): 1257-1260. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2015.11.017.
- [13] Shi Y, Yu C, Lin CF, et al. The effect of prophylactic laser retinopexy during primary vitrectomy on inferior rhegmatogenous retinal

- redetachment after silicone oil removal[J]. *Chin J Pract Ophthalmol*, 2015, 33(11): 1257-1260. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1006-4443. 2015. 11. 017.
- [11] 周占宇, 王荣荣, 孟旭霞, 等. 预防性周边部 360° 视网膜激光凝固对硅油取出术后视网膜再脱离的影响[J]. *中华眼底病杂志*, 2008, 24(4): 283-285.
Zhou ZY, Wang RR, Meng XX, et al. The effect of prophylactic 360° laser retinopexy on retinal redetachment after silicone oil removal[J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2008, 24(4): 283-285.
- [12] Li M, Tang J, Jia Z, et al. Long-term follow-up of primary silicone oil tamponade for retinal detachment secondary to macular hole in highly myopic eyes: a prognostic factor analysis [J]. *Eye (Lond)*, 2021, 35(2): 625-631. DOI: 10. 1038/s41433-020-0922-0.
- [13] Ghoraba HH, Mansour HO, Elsayed M, et al. Risk factors for recurrent myopic macular hole retinal detachment after silicone oil removal in patients with open flat macular hole [J]. *Ophthalmologica*, 2021, 244(2): 118-126. DOI: 10. 1159/000514495.
- [14] Dhalla K, Kapesa I, Oduard C. Incidence and risk factors associated with retinal redetachment after silicone oil removal in the African population[J]. *Int Ophthalmol*, 2017, 37(3): 583-589. DOI: 10. 1007/s10792-016-0309-1.
- [15] Huang D, Starr MR, Patel LG, et al. Factors affecting retinal redetachment after silicone oil removal for rhegmatogenous retinal detachments[J]. *Retina*, 2022, 42(7): 1248-1253. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000003445.
- [16] Teke MY, Balikoglu-Yilmaz M, Yuksekkaya P, et al. Surgical outcomes and incidence of retinal redetachment in cases with complicated retinal detachment after silicone oil removal: univariate and multiple risk factors analysis [J]. *Retina*, 2014, 34(10): 1926-1938. DOI: 10. 1097/IAE. 000000000000204.
- [17] Shah R, Byanju R, Pradhan S. Outcomes of silicone oil removal in complex retinal detachment [J]. *Nepal J Ophthalmol*, 2018, 10(20): 124-129. DOI: 10. 3126/nepjoph. v10i2. 23012.
- [18] Zaheer W, Iqbal K, Usman M. Frequency of retinal re-detachment after removal of silicone oil Tamponade in cases of proliferative vitreoretinopathy[J]. *J Pak Med Assoc*, 2020, 70(8): 1404-1407. DOI: 10. 5455/JPMA. 45900.
- [19] Al-Wadani SF, Abouammoh MA, Abu El-Asrar AM. Visual and anatomical outcomes after silicone oil removal in patients with complex retinal detachment[J]. *Int Ophthalmol*, 2014, 34(3): 549-556. DOI: 10. 1007/s10792-013-9857-9.
- [20] Choudhary MM, Choudhary MM, Saeed MU, et al. Removal of silicone oil: prognostic factors and incidence of retinal redetachment [J]. *Retina*, 2012, 32(10): 2034-2038. DOI: 10. 1097/IAE. 0b013e3182562045.
- [21] He Y, Zeng S, Zhang Y, et al. Risk factors for retinal redetachment after silicone oil removal: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, 2018, 49(6): 416-424. DOI: 10. 3928/23258160-20180601-06.
- [22] Ruiz-Medrano J, Montero JA, Flores-Moreno I, et al. Myopic maculopathy: current status and proposal for a new classification and grading system (ATN) [J]. *Prog Retin Eye Res*, 2019, 69: 80-115. DOI: 10. 1016/j. preteyer. 2018. 10. 005.
- [23] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *2016*, 123(5): 1036-1042.
- [24] Scholda C, Egger S, Lakits A, et al. Retinal detachment after silicone oil removal[J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 2000, 78(2): 182-186. DOI: 10. 1034/j. 1600-0420. 2000. 078002182. x.
- [25] Jonas JB, Knorr HL, Rank RM, et al. Retinal redetachment after removal of intraocular silicone oil tamponade [J]. *Br J Ophthalmol*, 2001, 85(10): 1203-1207. DOI: 10. 1136/bjo. 85. 10. 1203.
- [26] Ghosh YK, Banerjee S, Savant V, et al. Surgical treatment and outcome of patients with giant retinal tears[J]. *Eye (Lond)*, 2004, 18(10): 996-1000. DOI: 10. 1038/sj. eye. 6701390.
- [27] Taleb EA, Nagpal MP, Mehrotra NS, et al. Giant retinal tear retinal detachment etiologies, surgical outcome, and incidence of recurrent retinal detachment after silicone oil removal[J]. *Oman J Ophthalmol*, 2020, 13(3): 117-122. DOI: 10. 4103/ojo. OJO_206_2017.
- [28] 雷剑琴, 谢安明. 硅油取出术后视网膜再脱离的危险因素分析[J]. *国际眼科杂志*, 2012, 12(10): 1954-1957. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5123. 2012. 10. 41.
Lei JQ, Xie AM. Risk factor analysis on recurrent retinal detachment after silicone oil removal[J]. *Int Eye Sci*, 2012, 12(10): 1954-1957. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5123. 2012. 10. 41.
- [29] Tsui MC, Hsieh YT, Yang CM. Silicone oil removal after extended tamponade in proliferative diabetic retinopathy—a long range of follow-up [J]. *Eye (Lond)*, 2020, 34(12): 2307-2314. DOI: 10. 1038/s41433-020-0815-2.
- [30] Nagpal MP, Videkar RP, Nagpal KM. Factors having implications on re-retinal detachments after silicone oil removal[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2012, 60(6): 517-520. DOI: 10. 4103/0301-4738. 103777.
- [31] Coffee RE, Jiang L, Rahman SA. Proliferative vitreoretinopathy: advances in surgical management [J]. *Int Ophthalmol Clin*, 2014, 54(2): 91-109. DOI: 10. 1097/IIO. 000000000000023.
- [32] Pennock S, Haddock LJ, Elliott D, et al. Is neutralizing vitreal growth factors a viable strategy to prevent proliferative vitreoretinopathy? [J]. *Prog Retin Eye Res*, 2014, 40: 16-34. DOI: 10. 1016/j. preteyer. 2013. 12. 006.
- [33] Storey P, Alshareef R, Khuthaila M, et al. Pars plana vitrectomy and scleral buckle versus pars plana vitrectomy alone for patients with rhegmatogenous retinal detachment at high risk for proliferative vitreoretinopathy[J]. *Retina*, 2014, 34(10): 1945-1951. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000000216.
- [34] Ibrahim Walid S, Mohamed, AH. An economy-based study: vitrectomy versus scleral buckle for primary rhegmatogenous retinal detachment in poor population [J]. *Delta J Ophthalmol*, 19(2): 128-133. DOI: 10. 4103/DJO. DJO_20_17.
- [35] Kessner R, Barak A. Pseudophakic rhegmatogenous retinal detachment: combined pars plana vitrectomy and scleral buckle versus pars plana vitrectomy alone [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2016, 254(11): 2183-2189. DOI: 10. 1007/s00417-016-3381-3.
- [36] Avitabile T, Longo A, Lentini G, et al. Retinal detachment after silicone oil removal is prevented by 360 degrees laser treatment [J]. *Br J Ophthalmol*, 2008, 92(11): 1479-1482. DOI: 10. 1136/bjo. 2008. 140087.
- [37] Tavares R, Nóbrega MJ, Nóbrega F, et al. Timing and outcomes after silicone oil removal in proliferative vitreoretinopathy: a retrospective clinical series [J/OL]. *Int J Retina Vitreous*, 2015, 1: 2 [2024-03-18]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27847595>. DOI: 10. 1186/s40942-015-0002-y.
- [38] Denwattana A, Prakhunhungsit S, Thoongsuwan S, et al. Surgical outcomes of preoperative steroid for rhegmatogenous retinal detachment with associated choroidal detachment [J]. *Eye (Lond)*, 2018, 32(3): 602-607. DOI: 10. 1038/eye. 2017. 262.
- [39] Zaheer W, Iqbal K, Usman M. Frequency of retinal re-detachment after removal of silicone oil tamponade in cases of proliferative vitreoretinopathy[J]. *J Pak Med Assoc*, 2020, 70(8): 1404-1407. DOI: 10. 5455/JPMA. 45900.
- [40] Ambiya V, Rani PK, Narayanan R, et al. Outcomes of recurrent retinal detachment surgery following pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment [J]. *Semin Ophthalmol*, 2018, 33(5): 657-663. DOI: 10. 1080/08820538. 2017. 1395893.

(收稿日期: 2024-07-10 修回日期: 2024-12-22)

(本文编辑: 张宇 骆世平)