· 临床研究 ·

富血小板血浆与20%自体血清治疗难治性角膜上皮缺损的疗效比较

周艳荣　赵文心　张明　党宇飞　黎黎
西安交通大学第一附属医院眼科，西安 710000
通信作者：黎黎，Email：eyelili@126.com

【摘要】 目的　比较富血小板血浆（PRP）与20%自体血清（AS）治疗难治性角膜上皮缺损（RCED）的疗效差异。 **方法**　采用队列研究设计，连续纳入2022年12月至2025年5月于西安交通大学第一附属医院就诊的RCED患者50例50眼，根据患者治疗方式将其分为PRP组12例12眼和AS组38例38眼。治疗前和治疗后4、8周，通过ImageJ软件量化角膜上皮缺损面积；治疗前和治疗后8周测量患者视力；比较2个组角膜上皮愈合情况和视力改善情况。 **结果**　治疗4周后，PRP组角膜上皮平均愈合速率为（0.90±0.76）mm²/d，显著快于AS组的（0.51±0.24）mm²/d，差异有统计学意义（t=2.69，P<0.01）。PRP组治疗4、8周后角膜上皮愈合面积均大于AS组，差异均有统计学意义（均P<0.05）。治疗8周后，PRP组、AS组视力改善值分别为0.05（−0.18，0.33）、0.00（−0.10，0.49），差异无统计学意义（U=216.50，P=0.802）。2个组视力改善等级分布差异无统计学意义（Z=0.18，P=0.864）。倾向性评分匹配（8对，标准化均值差均<0.20）后，治疗4周后PRP组角膜上皮愈合面积为（22.79±15.37）mm²，大于AS组的（13.64±6.31）mm²，差异有统计学意义（t=2.31，P<0.01）。 **结论**　PRP与AS均具有促进角膜上皮愈合的作用，PRP较AS具有明显治疗优势，PRP可作为RCED愈合的优选方案。

【关键词】 富血小板血浆；自体血清；难治性角膜上皮缺损
基金项目： 陕西省卫健委卫生健康科研创新能力提升计划（2024TD-18）
DOI：10.3760/cma.j.cn115989-20260310-00111

Comparison of efficacy between platelet-rich plasma and 20% autologous serum in treating refractory corneal epithelial defects

Zhou Yanrong, Zhao Wenxin, Zhang Ming, Dang Yufei, Li Li
Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710000, China
Corresponding author: Li Li, Email: eyelili@126.com

[Abstract] Objective　To compare the efficacy of platelet-rich plasma (PRP) versus 20% autologous serum (AS) in treating refractory corneal epithelial defects (RCED). **Methods**　A cohort study was conducted. A total of 50 consecutive patients (50 eyes) with RCED who were treated at the First Affiliated Hospital of Xi′an Jiaotong University from December 2022 to May 2025 were enrolled. Patients were assigned to the PRP group (12 patients, 12 eyes) or the AS group (38 patients, 38 eyes) according to their treatment. Corneal epithelial defect area was quantified using ImageJ software at baseline and at 4 and 8 weeks after treatment. Visual acuity was measured at baseline and 8 weeks after treatment. Corneal epithelial healing and visual acuity improvement were compared between the two groups. This study complied with the Declaration of Helsinki, and the study protocol was approved by the Ethics Review Committee of the First Affiliated Hospital of Xi′an Jiaotong University (No. XJTU1AF2025SY-376), and all patients provided written informed consent. **Results**　At 4 weeks after treatment, the mean corneal epithelial healing rate in the PRP group was (0.90±0.76)mm²/day, significantly faster than (0.51±0.24)mm²/day in the AS group (t=2.69, P<0.01). The healed area in the PRP group was greater than that in the AS group at both 4 and 8 weeks after treatment (both P<0.05). At 8 weeks after treatment, the visual acuity improvement in the PRP group and AS group was 0.05(−0.18, 0.33) and 0.00(−0.10, 0.49), respectively, with no statistically significant difference (U=216.50, P=0.802). The distribution of visual acuity improvement grades also showed no significant difference between the two

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House　版权所有　违者必究

groups (Z=0.18, P=0.864). After propensity score matching (8 matched pairs, all standardized mean differences < 0.20), the healed corneal epithelial area in the PRP group at 4 weeks was (22.79±15.37)mm^2, larger than (13.64±6.31)mm^2 in the AS group (t=2.31, P<0.01). **Conclusions** Both PRP and AS promote corneal epithelial healing. PRP exhibits a marked therapeutic advantage over AS and may be considered a preferential option for the management of RCED.

[Key words] Platelet-rich plasma; Autologous serum; Refractory corneal epithelial defect

Fund program: The Scientific Research and Innovation Capacity Enhancement Program of Health Commission of Shaanxi Province (2024TD-18)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20260310-00111

难治性角膜上皮缺损(refractory corneal epithelial defect,RCED)是眼科临床实践中常见的难治性眼表疾病,其定义为在排除活动性感染的情况下,经标准治疗超过2周仍未实现上皮完整性修复。这种病理状态不仅反映了角膜上皮细胞迁移、增殖和黏附功能的严重失调,更标志着角膜屏障防御机制的持续缺失[1]。RCED不但会增加角膜感染风险,还可诱发角膜混浊、新生血管化和瘢痕形成,最终导致不可逆的视力损害[2]。当前RCED常规治疗策略包括人工泪液、眼用润滑剂、治疗性角膜接触镜等,旨在保护角膜上皮、促进自然修复。然而,对于病程超过2周仍无愈合趋势的难治性病例,上述方案常难以奏效,且使用含防腐剂的滴眼液可能诱发角膜上皮毒性,延缓愈合进程[3-4]。当保守治疗失败后,临床常需手术干预,如羊膜移植术、结膜瓣覆盖术以及角膜移植术。但羊膜移植的远期疗效存在争议,角膜移植则受限于供体匮乏、手术费用高昂及免疫排斥风险,临床难以广泛开展[5-6]。

自体血清(autologous serum,AS)是目前临床广泛应用的生物制剂,富含表皮生长因子(epidermal growth factor,EGF)、纤连蛋白和维生素A等多种促上皮修复成分,能有效促进RCED患者的上皮愈合[7-11]。然而,AS的活性成分浓度受个体差异及凝血过程影响,且缺乏血小板源性的基质修复因子,因此在合并基质损伤的RCED患者中疗效可能受限[12-13]。与AS不同,富血小板血浆(platelet-rich plasma,PRP)通过富集血小板释放高浓度的EGF、血小板源性生长因子(platelet-derived growth factor,PDGF)及转化生长因子β1(transforming growth factor-β1,TGF-β1)等关键生长因子,同时保留与AS相当的纤连蛋白和维生素A水平,理论上在促进上皮修复方面更具优势[14-16]。尽管PRP的生物学优势已有相关基础研究支持,但其在RCED治疗中与AS的对照临床研究仍较为匮乏。本研究拟比较PRP与AS治疗RCED的疗效差异,以期为临床医师选择合适的生物治疗方案提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用队列研究方法,连续纳入2022年12月至2025年5月于西安交通大学第一附属医院就诊的RCED患者50例,其中单眼发病者42例,双眼发病者8例。双眼发病者以角膜上皮缺损面积较大的一侧眼作为研究眼,对侧眼不纳入本研究,共纳入50眼。纳入标准:(1)年龄大于18岁;(2)角膜上皮缺损持续存在超过2周且对常规治疗(如人工泪液、抗生素眼膏、包扎、角膜绷带镜等)反应不佳;(3)角膜上皮缺损面积大于2 mm^2。排除标准:(1)存在活动性角膜感染者;(2)伴有严重睑缘异常或眼睑闭合不全未矫正者;(3)患有自身免疫性疾病,且处于活动期者;(4)未按时随访者。根据患者治疗方式将其分为PRP组12例12眼和AS组38例38眼。2个组基线资料比较差异均无统计学意义(均P>0.05)(表1)。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经西安交通大学第一附属医院伦理审查委员会批准(批文号:XJTU1AF2025SY-376),所有入组患者均签署知情同意书。

表1 2个组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data of patients between the two groups

组别	例数/眼数	性别(男/女,n)[a]	年龄($\bar{x}\pm s$,岁)[b]	角膜初始缺损面积($\bar{x}\pm s$,mm^2)[b]	视力($\bar{x}\pm s$,logMAR)[b]
AS组	38/38	24/14	54.4±17.0	30.6±22.6	1.17±0.58
PRP组	12/12	6/6	49.3±17.3	34.7±26.1	1.21±0.40
χ^2/t值		0.224	0.898	0.494	0.234
P值		0.636	0.381	0.628	0.817

注:(a:χ^2检验;b:独立样本t检验) AS:自体血清;PRP:富血小板血浆;logMAR:最小分辨角对数

Note: (a: χ^2 test; b: Independent samples t-test) AS: autologous serum; PRP: platelet-rich plasma; logMAR: logarithm of the minimum angle of resolution

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

1.2　方法

1.2.1　治疗方法　根据患者自身需求与治疗意愿选择PRP或AS进行治疗。(1)PRP制备　采用二次离心法，采集患者静脉血20 ml，使用ACD-A抗凝，第1次离心(200×*g*，10 min)后取上层血浆及交界面血小板，进行第2次离心(400×*g*，10 min)，弃去部分上清，获得约2 ml PRP，不额外添加激活剂。(2)AS制备　采集静脉血10 ml，室温静置凝固2 h，离心15 min(1 100×*g*)，取上清，经0.22 μm滤器除菌，使用无菌生理盐水稀释至20%浓度。2个组制剂均分装后于-20 ℃保存，使用时复温，每日点眼4次。所有患者均接受统一的标准化基础治疗，包括左氧氟沙星滴眼液以及不含防腐剂的玻璃酸钠滴眼液每日4次。

1.2.2　评估指标　(1)主要终点指标为治疗4周后的角膜上皮愈合情况。通过ImageJ软件量化分析治疗前后标准化裂隙灯显微镜荧光素钠染色照片，首先将其转为8-bit灰度图，随后采用自动阈值功能(Default算法)识别荧光素钠染色阳性区域，对部分边界模糊处辅以手动微调。为减少随机测量误差，所有图像均在隐藏分组信息后，重复测量3次，取平均值作为最终上皮缺损面积。计算治疗4周和8周后的上皮愈合面积，并评估治疗4周后的愈合速率。(2)次要终点指标为治疗8周后的最佳矫正视力，将结果转换为最小分辨角对数(logarithm of the minimum angle of resolution，logMAR)视力进行分析。本研究以治疗前后logMAR视力差作为视力改善值，数值为正表示视力较治疗提高。将视力改善情况划分为无效(改善值≤0)、轻度改善(0<改善值<0.2)、中度改善(0.2≤改善值<0.4)及显著改善(改善值≥0.4)4个等级。

1.3　统计学方法

采用SPSS 26.0统计学软件进行分析。计量资料经Shapiro-Wilk检验证实符合正态分布者以$\bar{x}\pm s$表示，2个组各参数比较采用独立样本t检验；治疗后不同时间点角膜上皮愈合面积总体比较采用重复测量两因素方差分析，两两比较采用Bonferroni检验。不符合正态分布者以$M(Q_1, Q_3)$表示，2个组各参数比较采用Mann-Whitney U检验。计数资料以频数和百分比表示，2个组各参数比较采用χ^2检验或Fisher精确检验，组间等级分布资料比较采用Wilcoxon秩和检验。因本研究为非随机设计，为降低选择偏倚，使用R 4.6.0软件(MatchIt包)构建Logistic回归模型进行倾向性评分匹配分析。为评估本研究样本量的统计效能，基于主要结局指标(治疗4周后角膜上皮愈合面积)进行事后效能分析。设定双侧检验α=0.05，依据2个组实际样本量及观察到的效应量，采用G*Power软件(3.1)计算统计效能。P<0.05为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　2个组角膜上皮愈合情况比较

治疗4周后，PRP组角膜上皮平均愈合速率为(0.90±0.76)mm²/d，显著快于AS组的(0.51±0.24)mm²/d，差异有统计学意义(t=2.69，P<0.01)(图1)。2个组角膜上皮愈合面积总体比较，差异有统计学意义($F_{组别}$=7.44，P<0.01)，其中PRP组治疗4周、8周后愈合面积均大于AS组，差异均有统计学意义(均P<0.05)。治疗后不同时间点角膜上皮愈合面积总体比较差异无统计学意义($F_{时间}$=1.65，P=0.206)(表2)。基于治疗4周后2个组角膜上皮愈合面积计算效应量Cohen's d为0.86，按实际样本量(12例与38例)进行事后效能分析，双侧α=0.05时检验效能(1-β)为0.72。

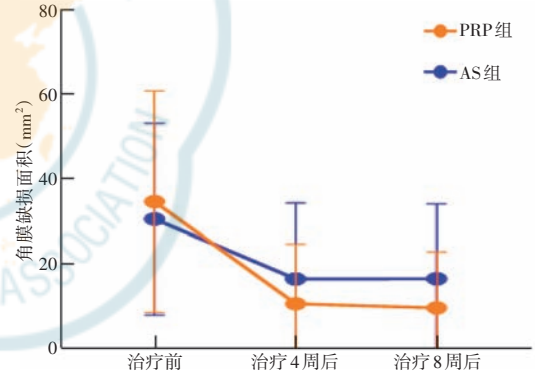


图1　PRP组与AS组治疗前后角膜上皮缺损面积对比　PRP：富血小板血浆；AS：自体血清

Figure 1　Comparison of corneal epithelial defect area between PRP and AS groups before and after treatment　PRP: platelet-rich plasma; AS: autologous serum

表2　2个组治疗后不同时间点角膜上皮愈合面积比较($\bar{x}\pm s$，mm²)

Table 2　Comparison of corneal epithelial healing area between the two groups at different time points after treatment ($\bar{x}\pm s$, mm²)

组别	眼数	不同时间点角膜上皮愈合面积	
		治疗4周后	治疗8周后
AS组	38	14.1±6.6	14.2±6.8
PRP组	12	24.1±21.1[a]	25.1±21.2[a]

注：$F_{组别}$=7.44，P<0.01；$F_{时间}$=1.65，P=0.206；$F_{交互作用}$=10.59，P<0.01。与AS组比较，[a]P<0.05(重复测量两因素方差分析，Bonferroni检验)　AS：自体血清；PRP：富血小板血浆；logMAR：最小分辨角对数

Note: F_{group}=7.44, P<0.01; F_{time}=1.65, P=0.206; $F_{interaction}$=10.59, P<0.01. Compared with the AS group, [a]P<0.05 (Two-way repeated measures ANOVA, Bonferroni test)　AS: autologous serum; PRP: platelet-rich plasma; logMAR: logarithm of the minimum angle of resolution

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House　版权所有　违者必究

2.2 2个组典型病例愈合情况

AS组1例男性患者，因右眼角膜上皮延迟愈合就诊，既往有眼内硅油填充史及2型糖尿病史。治疗前角膜上皮缺损面积为49.70 mm²，经20% AS滴眼液治疗4周后，缺损面积缩小至7.32 mm²。PRP组1例女性患者，因右眼角膜移植术后持续性角膜上皮缺损就诊，治疗前缺损面积达72.72 mm²，经PRP滴眼液治疗4周后，病灶区上皮覆盖，缺损面积缩小至3.13 mm²（图2）。

2.3 2个组视力改善情况比较

治疗8周后，PRP组视力平均改善值为0.05（−0.18，0.33），AS组为0.00（−0.10，0.49），差异无统计学意义（U=216.50，P=0.802）（图3A）。按疗效等级划分，PRP组无效、轻度改善、中度改善及显著改善者分别为5、2、3和2例，AS组分别为20、3、5和10例，2个组视力改善等级分布差异无统计学意义（Z=0.18，P=0.864）（图3B）。

2.4 敏感性分析：倾向性评分匹配

为控制基线混杂因素的影响，采用1∶1最近邻倾向性评分匹配，以年龄、性别、术前缺损面积及logMAR视力构建倾向评分模型，卡钳值设为0.1，并对性别进行精确匹配。PRP组12例中8例匹配成功，与AS组8例形成8对配对样本。匹配后所有协变量的标准化均值差（standardized mean differences，SMD）绝对值均小于0.20，提示2个组基线特征均衡良好，混杂偏倚得到有效控制（表3）。匹配后的样本显示，治疗4周后PRP组角膜上皮愈合面积为（22.79±15.37）mm²，大于AS组的（13.64±6.31）mm²，差异有统计学意义（t=2.31，P<0.01）。

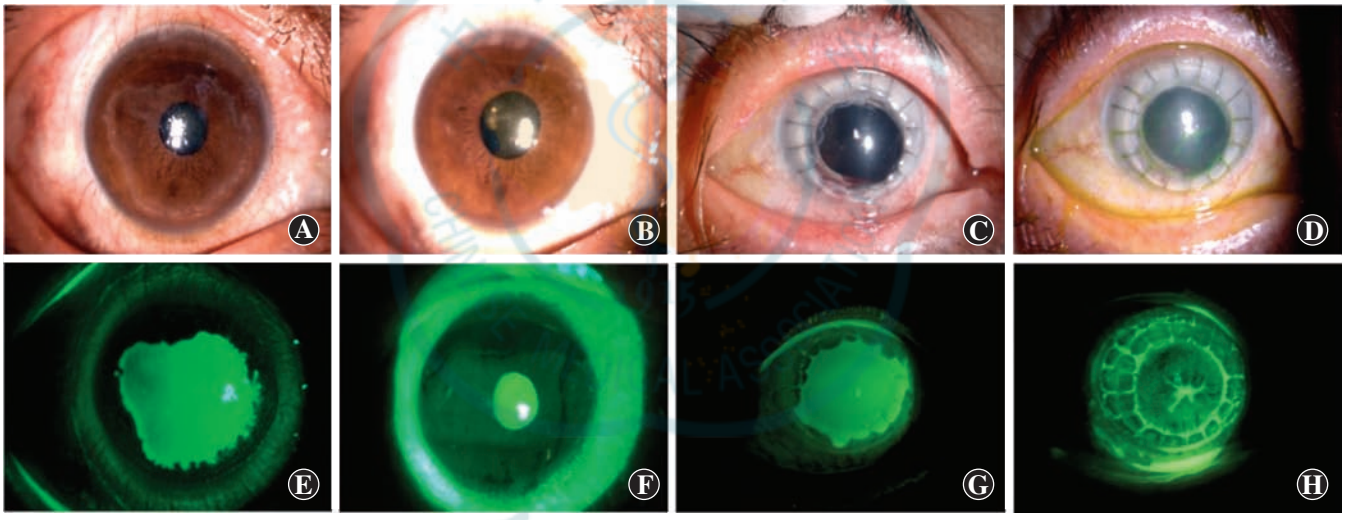


图2 2个组患者治疗前后角膜情况 A：AS治疗前 B：AS治疗后 C：AS治疗前角膜荧光素钠染色 D：AS治疗后角膜荧光素钠染色 E：PRP治疗前 F：PRP治疗后 G：PRP治疗前角膜荧光素钠染色 H：PRP治疗后角膜荧光素钠染色 AS：自体血清；PRP：富血小板血浆

Figure 2 Corneal images before and after treatment in two groups A: Before AS treatment B: After AS treatment C: Corneal fluorescein staining before AS treatment D: Corneal fluorescein staining after AS treatment E: Before PRP treatment F: After PRP treatment G: Corneal fluorescein staining before PRP treatment H: Corneal fluorescein staining after PRP treatment AS: autologous serum; PRP: platelet-rich plasma

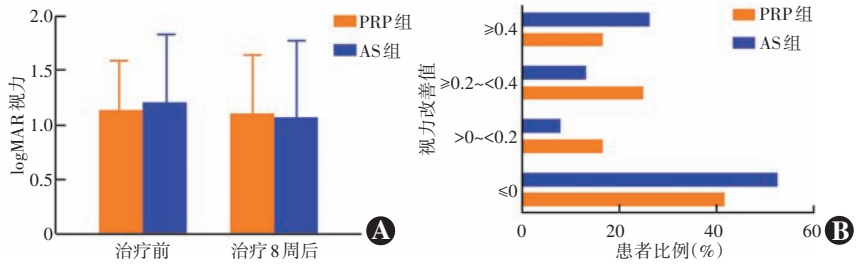


图3 PRP组与AS组治疗8周后视力改善情况比较 A：2个组治疗前后视力变化对比 B：2个组不同视力改善值患者比例 PRP：富血小板血浆；AS：自体血清；logMAR：最小分辨角对数

Figure 3 Comparison of visual improvement between PRP group and AS group at 8 weeks after treatment A: Comparison of visual acuity changes between the two groups before and after treatment B: Proportion of patients with different levels of visual acuity improvement in the two groups PRP: platelet-rich plasma; AS: autologous serum; logMAR: logarithm of the minimum angle of resolution

表3 2个组患者倾向性评分匹配前后各协变量SMD比较

Table 3 Comparison of SMD of covariates between the two groups before and after propensity score matching

协变量	匹配前SMD	匹配后SMD
倾向性评分	0.32	−0.01
年龄	−0.30	0.01
性别（男性）	−0.17	0
术前角膜上皮缺损面积	0.02	0.06
术前logMAR视力	0.01	−0.14

注：SMD：标准化均值差；logMAR：最小分辨角对数

Note: SMD: standardized mean differences; logMAR: logarithm of the minimum angle of resolution

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究

3　讨论

本研究发现，PRP在促进RCED患者角膜上皮愈合方面优于AS。依据RCED的临床定义，4周观察窗能够充分评价2种生物制剂的促上皮愈合效应，因此选择第4周作为主要评价时点。治疗4周后PRP组角膜上皮愈合面积大于AS组。Shtein等[17]对干燥综合征及神经营养性角膜炎所致角膜上皮缺损的研究发现，AS治疗的改善率超过90%。Riestra等[18]研究发现PRP在治疗干眼及角结膜溃疡所致的RCED等疾病中展现良好的安全性和有效性。Kim等[16]在角膜溃疡导致的上皮缺损治疗研究中也发现，PRP中EGF浓度是AS的2.5倍，其通过富集血小板，释放高浓度的PDGF、TGF-β1等关键生长因子，在促进上皮细胞增殖、迁移及基质重塑中发挥协同作用。本研究则进一步表明，PRP在促进上皮结构性修复方面较AS更具优势，为RCED的临床治疗提供了新的循证依据。

PRP在促进角膜上皮愈合速率方面同样显示出明显优势。治疗4周后，PRP组角膜上皮平均愈合速率快于AS组，与既往研究基本一致。Kim等[16]在角膜溃疡所致上皮缺损的治疗中发现，PRP组角膜上皮愈合速率为(0.95±0.27) mm^2/d，显著快于AS组的(0.48±0.08) mm^2/d。Özlük等[19]在治疗严重干眼及RCED时也发现，PRP组上皮愈合时间为(3.6±1.9)d，短于AS组的(6.7±4.7)d。此外，本研究发现2个组角膜上皮愈合主要发生在治疗前4周，后期愈合速度明显减缓。原因可能是PRP驱动的快速愈合期有赖于角膜上皮初始的储备修复能力，而后期修复缓慢是上皮干细胞耗竭、生长因子受体下调、持续性神经损伤导致的营养供给不足等多重因素共同作用，使得单纯补充外源性生长因子难以维持后续的上皮修复[20]。

尽管PRP在促进角膜上皮愈合方面具有优势，但2种疗法对患者视力的改善效果均有限。由于角膜透明度恢复与基质重塑的完成通常滞后于上皮愈合，其对视觉功能的改善作用需经更长时间才可逐步显现[11]，因此本研究选择第8周作为视力评价时点。结果显示，治疗8周后PRP组视力改善值与AS组无明显差异，这一结果与既往研究相互印证。Kwon等[21]研究发现，RCED患者常合并角膜缘干细胞功能障碍和角膜神经损伤，这些基础病变本身即可影响视力恢复。Sanchez-Avila等[22]在应用富含生长因子的血浆膜辅助眼表手术时也发现，尽管该方法能加速组织再生，但术后患者仍出现不同程度角膜混浊，提示上皮修复与视力恢复并非同步。传统观点认为，PRP中富集的TGF-β1可能诱导角膜基质瘢痕形成，从而对视力恢复产生不利影响。然而，一项体外研究显示，PRP处理可减少肌成纤维细胞数量，提示其可能具备抑制瘢痕形成的潜力，而AS未表现出这一特性[23]。不同研究之间结论的差异，可能与PRP的给药时机、治疗时长、患者基线病情严重程度及初始病因类型等因素有关。本研究中2个组患者视力改善无显著差异，考虑原因可能是视力恢复受多种因素影响(如初始疾病病因、角膜透明度、基质重塑过程、合并其他眼病等)，需结合更长期随访综合评估，并通过扩大样本量、开展分层分析等方式优化研究设计，进一步分析不同治疗对视力的影响。

本研究为回顾性设计，患者根据自身意愿选择治疗方案而非随机分组，可能存在选择偏倚。缺损面积较大或既往治疗失败的患者可能更倾向于选择PRP，导致PRP组基线病情偏重，从而可能使其疗效被低估。但倾向性评分匹配结果显示PRP在促进角膜上皮愈合方面较AS具有更优的趋势，结论稳健性提高。

本研究尚存在一定局限性。首先，本研究中PRP组与AS组的样本量分布不均衡，可能对检验效能产生一定影响。为此，基于主要结局指标(治疗4周后角膜上皮愈合面积)进行了事后效能分析，检验效能为0.72，低于通常认为理想的0.80水平。这一结果提示，本研究对于中等效应量的检测能力有限，尤其是在组间差异较小的结局指标(如视力改善)方面，阴性结果需谨慎解读。尽管如此，在当前统计效能不足的情况下，PRP组主要结局指标仍优于AS组，提示该结果具有一定的稳健性。理想情况下，检测中等效应量需要每组至少30例。受限于疾病罕见性及回顾性设计，短期内难以扩大样本量。后续拟开展进一步研究，验证本研究结论。其次，本研究未对不同病因(如化学伤、感染后、移植术后等)导致的RCED进行病因亚组分析，因PRP组各病因例数过少，无法进行可靠统计检验。而不同病因可能对PRP或AS的治疗反应存在差异。后续研究将扩大样本量、延长随访周期，并开展分层分析，以进一步阐明PRP的作用机制并优化治疗方案。

综上所述，PRP与AS均可有效促进RCED患者的角膜上皮愈合，PRP在促进上皮愈合方面较AS具有明显治疗优势。然而，2种疗法对患者视功能的改善作用均有限，治疗后视力未见改善者比例较高。综合角膜上皮修复疗效，PRP可作为RCED愈合的优选方案。

中华医学会杂志社 Chinese Medical Association Publishing House　版权所有　违者必究

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 周艳荣：研究设计、实施研究、患者筛选与数据采集、起草文章；赵文心：实施研究、数据采集与录入；张明：数据分析与解释、统计分析；党宇飞：研究设计与临床随访、数据收集；黎黎：研究设计、研究指导、对文章知识性内容进行审阅与定稿

参考文献

[1] Diaz-Valle D, Burgos-Blasco B, Gegundez-Fernandez JA, et al. Topical insulin for refractory persistent corneal epithelial defects[J]. Eur J Ophthalmol, 2021, 31(5): 2280-2286. DOI: 10.1177/11206721209583 07.

[2] Wilson SE, Goshe JM. Prevention and treatment of persistent epithelial defects after common refractive surgery procedures[J]. J Refract Surg, 2024, 40(2): e117-e124. DOI: 10.3928/1081597X-20240102-01.

[3] Ronci C, Ferraro AS, Lanti A, et al. Platelet-rich plasma as treatment for persistent ocular epithelial defects[J]. Transfus Apher Sci, 2015, 52(3): 300-304. DOI: 10.1016/j.transci.2014.12.027.

[4] Soni NG, Jeng BH. Blood-derived topical therapy for ocular surface diseases[J]. Br J Ophthalmol, 2016, 100(1): 22-27. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2015-306842.

[5] Peng WY, He LW, Zeng P, et al. Tenonplasty combined with amniotic membrane transplantation for patients with severe ocular burns induced anterior segment necrosis[J]. J Burn Care Res, 2020, 41(3): 668-673. DOI: 10.1093/jbcr/iraa016.

[6] Anitua E, de la Sen-Corcuera B, Orive G, et al. Progress in the use of plasma rich in growth factors in ophthalmology: from ocular surface to ocular fundus[J]. Expert Opin Biol Ther, 2022, 22(1): 31-45. DOI: 10.1080/14712598.2021.1945030.

[7] Hwang J, Chung SH, Jeon S, et al. Comparison of clinical efficacies of autologous serum eye drops in patients with primary and secondary Sjögren syndrome[J]. Cornea, 2014, 33(7): 663-667. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000147.

[8] Mahelkova G, Jirsova K, Seidler Stangova P, et al. Using corneal confocal microscopy to track changes in the corneal layers of dry eye patients after autologous serum treatment[J]. Clin Exp Optom, 2017, 100(3): 243-249. DOI: 10.1111/cxo.12455.

[9] Roldan AM, De Arrigunaga S, Ciolino JB. Effect of autologous serum eye drops on corneal haze after corneal cross-linking[J]. Optom Vis Sci, 2022, 99(2): 95-100. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001839.

[10] Celebi AR, Ulusoy C, Mirza GE. The efficacy of autologous serum eye drops for severe dry eye syndrome: a randomized double-blind crossover study[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2014, 252(4): 619-626. DOI: 10.1007/s00417-014-2599-1.

[11] 王文莹, 冯珺, 邓世靖, 等. 自体血清点眼对神经营养性角膜病变持续角膜上皮缺损的疗效评估[J]. 中华实验眼科杂志, 2024, 42(2): 143-151. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20221213-00584.
Wang WY, Feng J, Deng SJ, et al. Evaluation of the therapeutic effect of autologous serum on neurotrophic keratopathy with persistent corneal epithelial defect[J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2024, 42(2): 143-151. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20221213-00584.

[12] Arain MA, Dar AJ, Adeeb L. Autologous serum eye drops for the treatment of persistent corneal epithelial defects[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2013, 23(10): 737-739. DOI: 10.2013/JCPSP.737739.

[13] Wróbel-Dudzińska D, Przekora A, Kazimierczak P, et al. The comparison between the composition of 100% autologous serum and 100% platelet-rich plasma eye drops and their impact on the treatment effectiveness of dry eye disease in primary Sjogren syndrome[J]. J Clin Med, 2023, 12(9): 3126. DOI: 10.3390/jcm12093126.

[14] García-Conca V, Abad-Collado M, Hueso-Abancens JR, et al. Efficacy and safety of treatment of hyposecretory dry eye with platelet-rich plasma[J]. Acta Ophthalmol, 2019, 97(2): e170-e178. DOI: 10.1111/aos.13907.

[15] Alio JL, Abad M, Artola A, et al. Use of autologous platelet-rich plasma in the treatment of dormant corneal ulcers[J]. Ophthalmology, 2007, 114(7): 1286-1293. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.10.044.

[16] Kim KM, Shin YT, Kim HK. Effect of autologous platelet-rich plasma on persistent corneal epithelial defect after infectious keratitis[J]. Jpn J Ophthalmol, 2012, 56(6): 544-550. DOI: 10.1007/s10384-012-0175-y.

[17] Shtein RM, Shen JF, Kuo AN, et al. Autologous serum-based eye drops for treatment of ocular surface disease: a report by the American Academy of Ophthalmology[J]. Ophthalmology, 2020, 127(1): 128-133. DOI: 10.1016/j.ophtha.2019.08.018.

[18] Riestra AC, Alonso H, Merayo L. Platelet rich plasma in ocular surface [J]. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología (English Edition), 2016, 91(10): 475-490. DOI: 10.1016/j.oftale.2016.06.003.

[19] Özlük İ, Yüksel B, Küsbeci T. Comparison of autologous serum and platelet-rich plasma in the treatment of severe dry eye and persistent epithelial defects[J]. Cont Lens Anterior Eye, 2024, 47(6): 102247. DOI: 10.1016/j.clae.2024.102247.

[20] Medeiros CS, Marino GK, Santhiago MR, et al. The corneal basement membranes and stromal fibrosis[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2018, 59(10): 4044-4053. DOI: 10.1167/iovs.18-24428.

[21] Kwon JE, Kang C, Moghtader A, et al. Emerging treatments for persistent corneal epithelial defects[J]. Vision (Basel), 2025, 9(2): 26. DOI: 10.3390/vision9020026.

[22] Sanchez-Avila RM, Merayo-Lloves J, Riestra AC, et al. Plasma rich in growth factors membrane as coadjuvant treatment in the surgery of ocular surface disorders[J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(17): e0242. DOI: 10.1097/MD.0000000000010242.

[23] Anitua E, de la Fuente M, Muruzabal F, et al. Plasma rich in growth factors (PRGF) eye drops stimulates scarless regeneration compared to autologous serum in the ocular surface stromal fibroblasts[J]. Exp Eye Res, 2015, 135: 118-126. DOI: 10.1016/j.exer.2015.02.016.

（收稿日期：2026-03-10 修回日期：2026-09-14）

（本文编辑：施晓萌 骆世平）

中華醫學會雜誌社 Chinese Medical Association Publishing House 版权所有 违者必究