

眼表羊膜手术的羊膜固定方式

王淑荣¹, 刘畅², 何宇茜¹, 刘鑫¹, 苏冠方¹, 张妍¹

基金项目: 吉林大学白求恩医学科研支持计划 (No. 2015428); 吉林省科技厅国际合作项目 (No. 20130413025GH)
作者单位: ¹(130041) 中国吉林省长春市, 吉林大学第二医院眼科医院; ²(130021) 中国吉林省长春市, 吉林大学诺尔曼白求恩健康研究中心
作者简介: 王淑荣, 眼科学博士, 副主任医师, 研究方向: 眼表疾病。
通讯作者: 张妍, 眼科学博士, 主治医师, 研究方向: 眼表疾病。 zhangy66@jlu.edu.cn
收稿日期: 2015-12-26 **修回日期:** 2016-04-07

Methods of amniotic membrane fixation in ocular amniotic membrane surgeries

Shu-Rong Wang¹, Chang Liu², Yu-Xi He¹, Xin Liu¹, Guan-Fang Su¹, Yan Zhang¹

Foundation items: Bethune Science and Technology Research Supporting Project of Jilin University (No. 2015428); International Cooperation Project of Department of Science and Technology in Jilin (No. 20130413025GH)

¹Eye Hospital, the Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin Province, China; ²Norman Bethune Health Research Center, Jilin University, Changchun 130021, Jilin Province, China

Correspondence to: Yan Zhang. Eye Hospital, the Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin Province, China. zhangy66@jlu.edu.cn

Received: 2015-12-26 Accepted: 2016-04-07

Abstract

• Various ocular surface disorders like alkali burns and corneal ulcers can all cause damage to the cornea and conjunctiva, and often induce corneal neovascularization (CNV) that affects the visual function. However, amniotic membranes (AM) can promote the rapid epithelization of acute injured corneas and conjunctiva defects, diminish scarring, and perform anti-inflammatory effect. Therefore, AM has been widely used in ocular surface reconstructions and treatment of CNV. But the key problem is how to fix the AM. Only ensuring the adhesive time and cover area with convenient operation and little stimulation can achieve the best curative effect. This article reviews the methods of AM fixation in AM patch technique.

• **KEYWORDS:** amnion; transplantation; ocular surface reconstruction; fixation method

Citation: Wang SR, Liu C, He YX, et al. Methods of amniotic membrane fixation in ocular amniotic membrane surgeries. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(5):869-873

摘要

眼表碱烧伤、角膜溃疡等多种眼表疾病均可造成角膜、结膜的损伤和缺失,且常伴有角膜新生血管的形成,进而影响视觉功能。而羊膜具有使急性损伤的角膜或结膜缺损区迅速上皮化,抑制炎症、减少瘢痕形成等作用。因此在眼表重建及治疗角膜新生血管方面,羊膜已得到大量应用。但在术中如何固定羊膜十分关键。既保证黏附时间和覆盖面积,又保证操作便捷且刺激性小才能达到最佳治疗效果。本文即对羊膜遮盖术中羊膜的固定方式进行综述。

关键词: 羊膜; 移植; 眼表重建; 固定方法

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2016.5.19

引用: 王淑荣, 刘畅, 何宇茜, 等. 眼表羊膜手术的羊膜固定方式. 国际眼科杂志 2016;16(5):869-873

0 引言

羊膜 (amniotic membrane, AM) 分化自滋养细胞, 是胎盘的最内层, 具有促进上皮化^[1]、抑制纤维化^[2]、抑制炎症^[3]等生物学特性。目前羊膜手术在角结膜重建方面的适应证有化学伤或热烧伤^[4]、角膜溃疡^[5]、角膜缘干细胞缺乏 (limbal stem cell deficiency, LSCD)^[6]、睑球粘连^[7]、翼状胬肉^[8]等。而角膜新生血管化可由眼部炎症、创伤、感染、营养不良等多种因素引起。研究表明, 羊膜能显著减少角膜新生血管的生成^[9], 对血管内皮细胞的迁移、生长起到抑制作用^[10], 因此羊膜手术对于角膜新生血管化及多种眼表疾病都具有较大的治疗意义。

1 羊膜手术的分类

羊膜手术依据手术目的、治疗作用等分为羊膜移植术、羊膜遮盖术和羊膜填充术三类^[11]。常使用固态羊膜。固态羊膜又可分为新鲜羊膜和生物羊膜 (冻存型、冻干型) 两种^[12], 二者主要在上皮细胞及细胞因子的质与量上存在差异。新鲜羊膜的上皮活性更高, 分泌的各种细胞因子较生物羊膜多, 且溶解时间迟于生物羊膜。羊膜移植术可用于角膜缘全周受损的治疗, 羊膜植片起到基底膜的作用, 使眼表上皮细胞在其上生长。羊膜遮盖术是使整个羊膜植片完全覆盖在角膜、角巩膜区域及结膜的表面, 并固定于浅层巩膜。此时羊膜可起到减轻炎症反应, 抑制新生血管和瘢痕产生的作用。因此羊膜遮盖术可稳定眼表, 并使受损的角膜迅速上皮化、创伤愈合^[13]。若溃疡波及角膜基质深层, 可考虑以羊膜作为填充物进行修复。近年来, 除使用单一术式以外, 羊膜移植联合羊膜遮盖术^[14]等术式也陆续得到应用。

2 羊膜遮盖术的固定方式

国内外进行的羊膜遮盖术中, 目前有手术缝合、羊膜固定装置 (眼表生物膜固定装置^[15] 和 ProKera^[16])、组织粘合剂 (纤维蛋白胶^[17])、电凝烧灼^[18] 及光化学组织粘合技术^[19] 等方法进行羊膜的固定。

2.1 手术缝合 现阶段对于羊膜遮盖术中羊膜的固定主要采取传统的缝合的方法。几十年的实践和反思令传统缝合技术趋于成熟,其术式也在不断改进和丰富;其适应证是各固定法中最广泛的,几乎可用于所有现有眼表羊膜手术中的羊膜固定;标准化的操作流程和相对低廉的原料费用,也使各级医院均能保证该技术的应用。但缝线固定耗时普遍偏长,羊膜易在操作过程中破碎,缝合的羊膜易脱落,线结本身也对眼表的刺激大,加重了患者术后的不适。还因羊膜一般7~10d融解,所以常需要进行多次手术,增加创伤及患者痛苦。

2.1.1 环形水平褥式缝合 将羊膜片修剪至适当大小,上皮面朝上平铺于角结膜创面。沿角膜缘,用10-0尼龙线缝合8针。根据结膜可操作范围的大小,将羊膜在紧邻穹隆处再缝合固定8~10针,深度应超过巩膜的浅层(图1)。排净羊膜下的积血后,剪除多余羊膜^[20]。相较于普通的间断缝合,褥式缝合减少了线结数,降低了对眼表的刺激。但由于羊膜片为类圆形,所以缝线牵拉过紧易产生皱褶。

2.1.2 环形连续交锁缝合 将羊膜上皮面朝上敷于眼表创面,使用10-0尼龙线进行缝合。第一针于3:00(左眼)或9:00(右眼)方向从角膜缘入针,穿过浅层巩膜后从相距入针点2~3mm处出针,使头尾两端交叉打结成锁扣样,但不剪断缝线^[21]。之后按顺时针方向环形缝合一周,每次将线交锁固定后方可缝下一针(图2),最后与第一针的线尾打成结^[22]。交锁缝合可使缝线在羊膜上形成连续的L形,切口对合更整齐,对合张力更均衡,同时操作也较省时。由于羊膜与创面紧贴降低了羊膜的活动度,使得羊膜植片更稳定,促进眼表残留上皮细胞的扩增。与褥式缝合类似,连续交锁缝合同样可以通过减少线结数来降低摩擦及其产生的刺激,植片的粘附时间延长,使眼表修复时间更充足。但无法否认的是,尽管现在报道了以上的改进缝合法,其固有不足都只得到了轻度减轻,可进一步改善的空间很小。

2.2 羊膜固定装置 传统的缝合方式耗时长、刺激大、易脱落。特别是由于术野不易充分暴露和实际操作的限制,现有的缝合法仅能将羊膜覆盖固定于角膜及角膜缘周围的部分球结膜,而遗漏的穹隆结膜和睑结膜变成治疗死角,影响羊膜的治疗效果。因此研制新型的无缝线固定装置是非常必要的。

2.2.1 眼表生物膜固定装置 眼表生物膜固定装置(BMFD)是使用聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)制作的环状装置。固定环或内有凹槽,或于穹隆的最低处留一断口(图3),便于排出羊膜下的积血积液。利用BMFD完成的全结膜囊羊膜覆盖术,改进了缝合固定法的不足,目前主要应用于化学性眼表烧伤的早期治疗^[15]。另外Wan等^[23]运用BMFD-AM(羊膜-生物膜固定装置)尝试构建了兔角膜缘上皮细胞输送系统,大大缩短了LSCD兔模型眼表再上皮化所需时间,几乎完全抑制了角膜新生血管的生成,提示了BMFD-AM作为细胞输送载体的潜在能力。使用时BMFD的过程:将结膜囊麻醉后,取2.5倍BMFD大小的羊膜,上皮面向下置于睑裂部位。夹持BMFD,将羊膜上部压入上穹隆结膜囊,下部压入下穹隆结膜囊(图4)。用适当力度将羊膜拉平整,防止产生皱褶。注意排净羊膜下的液体,不留气泡。该方法的优点在于PMMA制品对眼表刺激小,

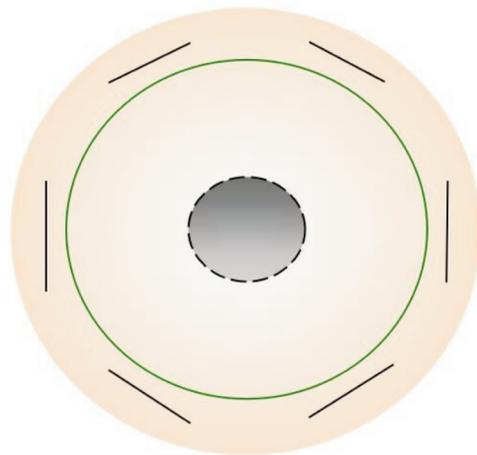


图1 环形水平褥式缝合。

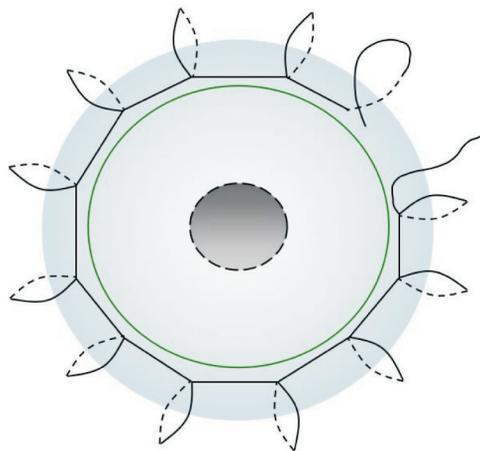


图2 连续交锁缝合法固定羊膜。

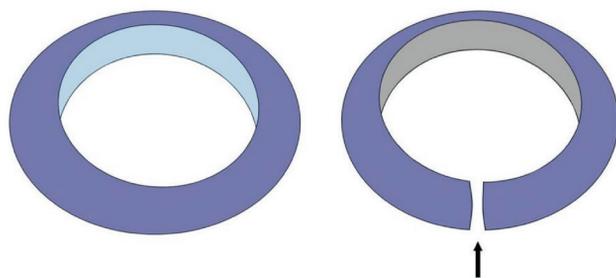


图3 眼表生物膜固定装置。

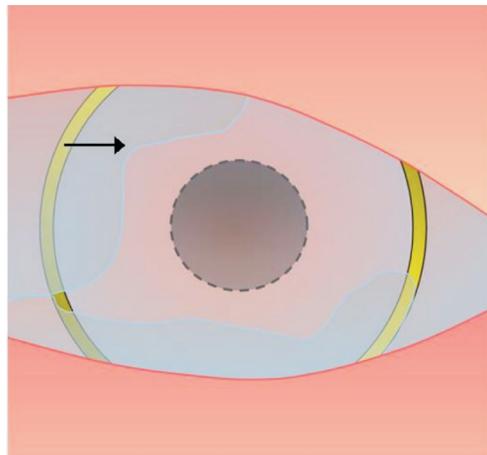


图4 固定装置将羊膜固定于眼表面,见反折部分羊膜。

操作简单,手术用时明显缩短;可随时、多次更换羊膜,上皮化时间减少,也避免了羊膜下积液对眼表的损害。但

不足的是, BMFD 虽具有眼表弧度, 但由于 PMMA 质地硬且尺寸固定(内径一般为 35~40mm), 所以很难完美匹配不同患者的结膜囊, 满足不了个体化要求。吴士勇等^[24]在此基础上采用医用弹性钢丝进一步设计了具有弹性的固定器。在保证具有眼表弧度的同时, 由于该固定器增加了弹性, 所以能最大程度地探入穹隆结膜囊。较尺寸固定的治疗环更灵活, 且不影响眼球运动。但该设计临床试验例数少、缺少对比, 且无法留置缺口, 另外其固定弧度依旧在一定程度上限制了钢丝的收张范围, 个体化要求同样难以满足。

2.2.2 ProKera ProKera 是一种嵌有冻存羊膜的聚碳酸酯制凹性双环, 可近似于接触镜的作用。自 2003 年经美国食品药品监督管理局(FDA)批准后, ProKera 已在角膜新生血管化、角膜溃疡、中度急性碱烧伤的治疗中显示出稳定疗效^[16]。翼状胬肉、角膜变性、干眼症^[25]的治疗中, ProKera 也开始得到应用^[26]。使用时首先将冰冻状态的 ProKera 在室温下解冻, 之后用生理盐水冲洗。眼表局部麻醉后, 先在患者向下看时将装置上缘插入结膜上穹, 然后再使其逐渐滑入下眼睑内^[27]。由于眼部有炎性碎片积累, 至眼表损伤有明显恢复愈合为止通常需要更换 2~4 次 ProKera, 但能明显缓解疼痛并帮助眼表恢复。Nguyen 等^[28]还利用羊膜的抗炎特性, 将 ProKera 用于抑制穿透性角膜移植术(PKP)中出现的移植排斥, 并获得了较好的移植物存活率。ProKera 使用安全, 配戴和取出都十分方便, 可在诊所和居室中进行处置, 免除了因手术条件要求而产生的治疗延迟。由于羊膜已内嵌于治疗环中, 所以减少了 BMFD 使用时需另外固定羊膜的环节。但由于尺寸限制(目前报道中只有内径为 15mm 及 16mm 的规格^[16]), 产生了和以往覆盖术中同样的覆盖面积较小的问题, 因此很难对严重眼表烧伤有帮助。不过商品化后的羊膜固定装置有了更为便捷的流通渠道, 这意味着 ProKera 未来将有更多的临床实践应用, 其疗效和现有的不足都有机会得到更好的验证和改进。

2.3 组织粘合剂 组织粘合剂(纤维蛋白胶)依照性质不同, 有合成粘合剂(如氰基丙烯酸酯类)和生物性粘合剂(如纤维蛋白胶)两种。纤维蛋白胶由纤维蛋白原和凝血酶两种成分组成, 均可从血浆中加工提取^[29]; 固化迅速(喷涂创面后 5~10s 即可产生凝胶)、可吸收; 操作相对简单, 同时起到一定的抑菌作用; 又因粘合效果好, 所以用量相对较小, 对眼刺激小, 眼组织易耐受。近年来, 纤维蛋白胶已成为联合术式治疗翼状胬肉、角膜溃疡、LSCD 等眼表疾病中固定羊膜的较好选择。相较于传统缝线法, 组织粘合剂最大的优点是能明显缩短手术时间^[30], 减轻手术痛苦; 能减少术后瘢痕, 有更大的拉伸强度; 还可减少眼睑、缝线与创面三者之间的相互摩擦和刺激, 减少结膜炎的产生^[31-32]。与 PMMA 等羊膜固定装置相比, 粘合剂固定造成的异物感更小, 也没有尺寸的限制。组织粘合剂使羊膜可直接粘附于眼表, 在眼球充血水肿、缺血坏死等难以缝线或难以使用固定装置的情况下, 仍能正常发挥作用。另外由于严重溃疡或翼状胬肉、角膜囊肿等切除术产生的角膜缺损, 甚至可以考虑利用粘合剂行多层羊膜移植来修复创面。具体操作为: 首先在角膜缺损处涂一薄层纤维蛋白粘合剂, 将羊膜修剪至符合缺损边缘大小后, 上皮面朝上置于创面上; 若创面较深, 可按修整后的大小加贴 1~2 层羊膜以保证缺损被完

全充填, 且高度与周围正常角膜组织相近。之后将另一与巩膜等大的羊膜用粘合剂粘附于眼表(注意排净气泡), 起到羊膜接触镜的作用, 该附加的羊膜应充分覆盖裸露的巩膜及已粘至缺损处的羊膜片^[17,33]。在角膜缘干细胞培养移植中, Zakari 等^[34]使用纤维蛋白胶固定羊膜环结构, 也较好地避免了术后移植物收缩的现象。然而由于纤维蛋白胶的两种成分均提取自血液, 因此该方法目前最大的缺点在于存在病毒传播、感染疾病的可能^[35]。尽管原料与其他血制品一样需通过病毒标志物筛查, 大体上保证了安全性, 但该筛查仍不能彻底排除献血者献血时正处于窗口期的可能。最保险的方法是用患者自己的血液来准备纤维蛋白胶, 但是自体献血需要至少 12h 进行处理且费用昂贵; 最后的产品也因浓度多样而产生各种无法估计的固定效果。该方法使用时对植片和植床的干燥度也有严格要求, 展平羊膜的操作要迅速且力度均匀, 若植片与植床间留存胶体过多或厚薄不均, 将容易产生水肿积液而影响羊膜功能。另外虽然过敏反应的发生率较低, 但由于纤维蛋白胶中抑酞酶的存在, 仍有过敏现象的报道^[36]。

2.4 电凝烧灼 电凝烧灼固定羊膜主要是依据“组织焊接”的原理。电凝器通过产热使组织内蛋白质发生变性粘连, 同时加压促进植片和植床粘合成一均质蛋白体, 完成无缝线固定。通过电凝烧灼固定移植片时, 先将羊膜植片的基底面向下平铺于吹干的裸露巩膜区, 羊膜、结膜对合整齐后, 再用电凝对移植片进行点状固定^[18]。翼状胬肉主要可见纤维血管自局部球结膜增生扩展至浅层角膜, 在其治疗过程中发现: 与传统缝合法相比复发率虽无显著差异, 但术后的异物感、疼痛感均明显减轻; 移植片水肿程度降低, 粘附程度提高。外科手术中电凝封闭血管止血已得到广泛应用, 不过目前电凝烧灼方法在眼表羊膜手术领域仅用于翼状胬肉的治疗且相关报道中观察患者数量较少。这种“焊接”还会产生热损伤, 破坏粘合点处植片的血供情况, 缩短植片的附着时间, 而电凝点少又会增加植片移位脱落的可能^[37]。另外由于眼部组织较脆弱, 操作的精准度也要求很高。因此与其他无缝线固定方式相比, 该方法可推广性明显不足。

2.5 光化学组织粘合技术 光化学组织粘合技术(photochemical tissue bonding, PTB)由 Kochevar 和 Redmond 发明^[38-39], 是一种新型无缝线创面修复技术。PTB 通过激光激活光敏剂, 使光敏剂与组织间发生电子转移, 机体组织内形成的极性胶原分子以共价键方式形成交联, 从而使组织粘合。以治疗角膜穿透伤为切入点, PTB 的固定能力开始得到验证。Verter 等^[19]分别建立兔角膜全层创口离体和体模型, 将冻存的人羊膜经 0.1% 玫瑰红(rose bengal, RB)光敏剂染色后放于创口上, 之后接受 532nm、光强 150J/cm² 的激光照射进行固定。羊膜与损伤角膜迅速粘合, 固定后离体模型的眼压(IOP_L)为 261±77mmHg, 在体模型的 IOP_L 为 448±212mmHg。Wang 等^[40]对 PTB 和传统缝合治疗兔眼表损伤的效果进行比较, PTB 组炎性细胞、TNF-α、新生血管及角膜瘢痕的数量明显少于缝合组, 减轻了传统缝合将造成的眼表二次损伤。利用新西兰兔建立的角膜穿透伤模型^[41]和 LSCD 模型^[42], 采用 PTB 技术固定羊膜后的修复效果也都优于传统缝线组。自 PTB 被发明后的 10a

间,其在创伤修复方面的能力探索愈发广泛。从最初的皮肤损伤和微血管吻合到近些年的角膜损伤、周围神经损伤^[43]、跟腱损伤^[44]、声带损伤^[45]等相关实验,都展现出了PTB优秀的修复能力和较为广阔的研究前景。PTB固定羊膜效果较好,操作简便,采用的光源和RB光敏剂安全可靠,在现有的固定方式中异物反应最小,且光生化反应不产生电凝焊接时的热损伤。从现有的试验结果来看,PTB几乎避免了其他各种方法的固有缺陷,因此有望发展为一种更加稳定和完善的羊膜固定方法。但需要注意的是,激光照射时可能对晶状体和视网膜造成一定伤害,操作时需配戴防护装置^[46]。另外不同组织及不同损伤情况下,PTB需要的激光种类、光照强度、照射时间和光敏剂浓度都有一定差别,在精确控制下才能达到最佳愈合水平,相关的数据必然要花费很长时间去试验和整理。故目前PTB仍然处于动物实验阶段。

3 结论

近10a来,羊膜由初期作为简单的敷料逐渐发展出细胞培养载体、膜控缓释系统等新功能,成为治疗眼部疾病的新兴材料。羊膜移植在治疗眼化学烧伤、翼状胬肉、无菌性角膜溃疡、持续性上皮缺损、角膜新生血管等病症中疗效显著。

目前羊膜遮盖术中仍以手术缝合固定羊膜为主。缝合技术的成熟、普及、原料价格的相对低廉都使其重要地位在短时间内难以被取代。但由于手术耗时相对过长、缝线刺激眼表、羊膜薄而易碎、羊膜融解后需重复手术、受暴露范围限制使覆盖面积有限等一系列固有缺陷,想要在该技术范围内进行大幅改良的可能性很小,无缝线固定方式自然而然开始成为了研究的热点。临床上现有的羊膜固定装置、组织粘合剂等技术,普遍具有缩短手术时间、减轻眼表刺激、操作简便等优点,均有望成为接替传统缝合的新一代固定技术,但其技术上的规范度和与人眼的适配性均有待进一步提高。羊膜固定装置已向商品化发展,但受制于其尺寸的固定,难以满足临床个体化的需求。纤维蛋白胶的最佳拉伸强度尚未充分确定,依赖多种外界因素也妨碍了其量化过程。因此上述无缝线固定尚未在基层眼科广泛普及。最理想的羊膜固定方式应该满足:羊膜片附着时间长、可覆盖面积大、无脱落移位、操作简便、耗时短、可量化、无损伤、无感染、异物感轻、刺激小、用料易得等特点。目前来看,光化学组织粘合(PTB)仅通过染料和光照即可完成粘合固定,几乎避免了所有现有方式的缺点,这也许是最接近理想的固定技术。尽管目前仍处于动物实验阶段,但其展现出了良好的应用前景,通过缝线等其他方法先简单固定羊膜之后再行激光对位也不失为一种思考方向。

从传统缝合,到可以随时多次替换的固定装置,再到像用胶棒粘贴一样操作简便的纤维蛋白胶和更进一步优化的光化学粘合,科技的日新月异支持着医疗技术的飞速发展。正如过往经验所昭示的那样,其他外科领域的新尝试将继续启迪眼科手术的新思路,眼表羊膜手术的羊膜固定方式也将始终向着更简单、易行、有效的方向不断优化。

参考文献

1 Arya SK, Bhala S, Malik A, et al. Role of amniotic membrane transplantation in ocular surface disorders. *Nepal J Ophthalmol* 2010;2(2):145-153

2 Niknejad H, Peirovi H, Jorjani M, et al. Properties of amniotic membrane for potential use in tissue engineering. *Euro Cell Mater* 2008; 15:88-99

3 Liu J, Sheha H, Fu Y, et al. Update on amniotic membrane transplantation. *Expert Rev Ophthalmol* 2010;5(5):645-661

4 Tandon R, Gupta N, Kalaivani M, et al. Amniotic membrane transplantation as an adjunct to medical therapy in acute ocular burns. *Br J Ophthalmol* 2011;95(2):199-204

5 Mohan S, Budhiraja I, Saxena A, et al. Role of multilayered amniotic membrane transplantation for the treatment of resistant corneal ulcers in North India. *Int Ophthalmol* 2014; 34(3):485-491

6 Ang LP, Tanioka H, Kawasaki S, et al. Cultivated human conjunctival epithelial transplantation for total limbal stem cell deficiency. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010; 51(2):758-764

7 Patel AP, Satani DR, Singh S, et al. Application of amniotic membrane transplantation in cases of symblepharon. *J Indian Med Assoc* 2012;110(6):388-389

8 Ghanavati SZ, Shousha MA, Betancourt C, et al. Combined conjunctival autograft and overlay amniotic membrane transplantation; a novel surgical treatment for pterygium. *J Ophthalmic Vis Res* 2014;9(3):399-403

9 Jiang A, Li C, Gao Y, et al. *In vivo* and *in vitro* inhibitory effect of amniotic extraction on neovascularization. *Cornea* 2006; 25(10 Suppl 1):S36-40

10 Ma X, Li J. Corneal neovascularization suppressed by TIMP2 released from human amniotic membranes. *Eye Sci* 2005; 21(1):56-61

11 Meller D, Pauklin M, Thomasen H, et al. Amniotic membrane transplantation in the human eye. *Dtsch Arztebl Int* 2011;108(14):243-248

12 李林,李斌.羊膜遮盖和羊膜移植在急性期眼表烧伤的临床研究. *国际眼科杂志* 2015;15(1):136-138

13 Dua HS, Gomes JAP, King AJ, et al. The amniotic membrane in ophthalmology. *Surv Ophthalmol* 2004;49(1):51-77

14 Seitz B. Amniotic membrane transplantation. An indispensable therapy option for persistent corneal epithelial defects. *Ophthalmologe* 2007;104(12):1075-1079

15 梁轩伟,王智崇,陈家祺,等.一种新型全结膜囊羊膜遮盖术——眼表生物膜固定装置在化学性眼表损伤早期干预中的初步临床研究. *中国实用眼科杂志* 2007;25(8):888-892

16 Suri K, Kosker M, Raber IM, et al. Sutureless amniotic membrane ProKera for ocular surface disorders: short-term results. *Eye Contact Lens* 2013;39(5):341-347

17 Pirouzian A, Ly H, Holz H, et al. Fibrin-glue assisted multilayered amniotic membrane transplantation in surgical management of pediatric corneal limbal dermoid; a novel approach. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249(2):261-265

18 Bradley JC. Cautery fixation for amniotic membrane transplant in pterygium surgery. *Cornea* 2011;30(2):194-195

19 Verter EE, Gisel TE, Yang P, et al. Light-initiated bonding of amniotic membrane to cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(13):9470-9477

20 Malhotra C, Jain AK. Human amniotic membrane transplantation: Different modalities of its use in Ophthalmology. *World J Transplant* 2014;4(2):111-121

21 Zhang ZD, Ma HX, Chen D, et al. A novel technique of modified continuous blanket suture for amniotic membrane fixation in severe ocular surface diseases. *JAMA Ophthalmol* 2013; 131(7):941-947

22 饶芒前,黄胜,王晓亚,等.羊膜移植连续环形锁扣状缝合治疗真菌性角膜溃疡. *国际眼科杂志* 2012;12(7):1375-1376

23 Wan P, Wang X, Ma P, et al. Cell delivery with fixed amniotic membrane reconstructs corneal epithelium in rabbits with limbal stem

- cell deficiency. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(2):724-730
- 24 吴士勇, 吴伟. 自制全结膜囊羊膜固定器在重症眼表烧伤中应用. *实用防盲技术* 2009;4(3):17,18-19
- 25 Cheng AM, Zhao D, Chen R, et al. Accelerated Restoration of Ocular Surface Health in Dry Eye Disease by Self - Retained Cryopreserved Amniotic Membrane. *Ocul Surf* 2016; 14(1):56-63
- 26 Pachigolla G, Prasher P, Di Pascuale MA, et al. Evaluation of the role of ProKera in the management of ocular surface and orbital disorders. *Eye Contact Lens* 2009; 35(4):172-175
- 27 Kheirkhah A, Johnson DA, Paranjpe DR, et al. Temporary sutureless amniotic membrane patch for acute alkaline burns. *Arch Ophthalmol* 2008;126(8):1059-1066
- 28 Nguyen P, Rue K, Heur M, et al. Ocular surface rehabilitation: Application of human amniotic membrane in high - risk penetrating keratoplasties. *Saudi J Ophthalmol* 2014;8(3):198-202
- 29 Panda A, Kumar S, Kumar A, et al. Fibrin glue in ophthalmology. *Indian J Ophthalmol* 2009;57(5):371-379
- 30 Ratnalingam V, Eu AL, Ng GL, et al. Fibrin adhesive is better than sutures in pterygium surgery. *Cornea* 2010;29(5):485-489
- 31 Mahdy RA, Wagieh MM. Safety and efficacy of fibrin glue versus vicryl sutures in recurrent pterygium with amniotic membrane grafting. *Ophthalmic Res* 2012;47(1):23-26
- 32 Nguyen LP, Wang Z, Molina J, et al. Complications of fibrin glue in pterygium surgery with amniotic membrane transplant. *Eye Sci* 2012;27(1):19-24
- 33 张皇, 艾明. 角膜板层清创联合无缝线羊膜移植术治疗表浅真菌性角膜炎. *国际眼科杂志* 2014;14(9):1615-1617
- 34 Zakaria N, Koppen C, VanTendelo V, et al. Standardized limbal epithelial stem cell graft generation and transplantation. *Tissue Eng Part C Methods* 2010;16(5):921-927
- 35 Alston SM, Solen KA, Sukavaneshvar S, et al. *In vivo* efficacy of a new autologous fibrin sealant. *J Surg Res* 2008;146(1):143-148
- 36 Shirai T, Shimota H, Chida K, et al. Anaphylaxis to aprotinin in fibrin sealant. *Intern Med* 2005;44(10):1088-1089
- 37 袁军, 王博, 刘建荣, 等. 翼状胬肉手术中无缝线自体角膜缘干细胞移植. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2012;34(10):759-761
- 38 Kamegaya Y, Farinelli WA, Vila Echague AV, et al. Evaluation of photochemical tissue bonding for closure of skin incisions and excisions. *Lasers Surg Med* 2005;37(4):264-270
- 39 O'Neill AC, Winograd JM, Zeballos JL, et al. Microvascular anastomosis using a photochemical tissue bonding technique. *Lasers Surg Med* 2007;39(9):716-722
- 40 Wang Y, Kochevar IE, Redmond RW, et al. A light - activated method for repair of corneal surface defects. *Lasers Surg Med* 2011;43(6):481-489
- 41 王莹, 方勇, 俞为荣, 等. 免缝合光化学组织粘合术修复兔角膜穿透伤. *中华创伤杂志* 2012;28(1):79-82
- 42 Gu C, Ni T, Verter EE, et al. Photochemical tissue bonding: a potential strategy for treating limbal stem cell deficiency. *Lasers Surg Med* 2011;43(5):433-443
- 43 Barton MJ, Morley JW, Stoodley MA, et al. Nerve repair: toward a sutureless approach. *Neuro Surg Rev* 2014;37(4):585-595
- 44 Ni T, Senthil - Kumar P, Dubbin K, et al. A photoactivated nanofiber graft material for augmented Achilles tendon repair. *Lasers Surg Med* 2012;44(8):645-652
- 45 Franco RA, Dowdall JR, Bujold K, et al. Photochemical repair of vocal fold microflap defects. *Laryngoscope* 2011;121(6):1244-1251
- 46 丁宝志, 姚敏. 光化学组织粘合技术在创伤修复中的研究进展. *中华创伤杂志* 2015;31(7):664-666