Archive of SID

Single Pass Technique Using 400 µm versus 350 µm Microkeratome Head for Preparation of Donor Endothelial Keratoplasty Lenticules from Fresh Whole Eyes

Rezaei Kanavi M, MD[1,2]*; Nemati F, MSc[2]; Chamani T, MSc[2]; Kheiri B, MSc; Javadi MA, MD[2,3]

[1]Ocular Tissue Engineering Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.; [2]Central Eye Bank of Iran, Tehran, Iran; [3]Ophthalmic Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
** Correspondence: mrezaie47@yahoo.com*

Purpose: To compare single pass technique for preparation of donor endothelial keratoplasty lenticules from fresh whole eyes using 400 µm versus 350 µm microkeratome head in three different time intervals.
Methods: Precut corneas were prepared for Descemet stripping automated endothelial keratoplasty according to the standard protocol of the Central Eye Bank of Iran and by using either 400 m or 350 m microkeratome heads. The preparation was performed in three different time intervals: less than 30 seconds, 30-50 seconds, and more than 50 seconds. Expected thickness of endothelial keratoplasty lenticules (full thickness of central cornea minus the size of microkeratome head) was measured by ultrasound pachymetry. Final thickness of endothelial keratoplasty lenticules and depth of cut were measured by Visante-Optical Coherence Tomography. ANOVA and Bonferroni tests were used to analyze the results considering the size of microkeratome head and duration of the lenticule preparation.
Results: The study enrolled 316 precut corneas that were prepared between October 2015 and December 2015. Mean depth of cut using the 350 m microkeratome was not significantly different among 3 time intervals (P= 0.405); however, the depth of cut with the 400 m microkeratome was significantly different among the different time interval groups and was significantly increased with pass time lasting more than 50 sec (P=0.014).
Conclusion: Single slow pass technique using 400 m microkeratome head is an effective method for preparation of thin donor endothelial keratoplasty lenticules from fresh whole globes.

Keywords: Endothelial Keratoplasty, Lenticule, Microkeratome, Single Pass

- Bina J Ophthalmol 2016; 21 (4): 344-348. **Received:** 11 January 2016 **Accepted:** 30 January 2016

تهیه لنتیکول خلفی برای عمل کراتوپلاستی اندوتلیال از گلوب دهندگان در روش تک‌گذر با استفاده از تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی در مقایسه با تیغه ۳۵۰ میکرونی

دکتر مژگان رضایی کنوی[۱]، فرزان نعمتی[۲]، طاهره چمنی[۲]، بهاره خیری[۲]، دکتر محمدعلی جوادی[۴]

هدف: مقایسه تهیه لنتیکول خلفی برای عمل کراتوپلاستی اندوتلیال از گلوب دهندگان در روش تک‌گذر با استفاده از تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی در مقایسه با تیغه ۳۵۰ میکرونی در ۳ فاصله زمانی گذر.
روش پژوهش: قرنیه‌های پیش‌برش داده‌شده (Precut) برای عمل جراحی Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty (DSAEK) بر اساس دستورالعمل استاندارد بانک چشم جمهوری اسلامی ایران و با روش تک‌گذر و استفاده از تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی یا ۳۵۰ میکرونی تهیه شدند. فرآوری قرنیه‌های Precut در ۳ فاصله زمانی گذر کم‌تر از ۳۰ ثانیه، ۳۰ تا ۵۰ ثانیه یا بیش‌تر از ۵۰ ثانیه انجام گرفت. ضخامت پیش‌بینی شده لنتیکول‌های خلفی (تفریق اندازه تیغه میکروکراتوم از ضخامت کامل مرکز قرنیه) با استفاده از پاکی‌متری اولتراسونیک (Pachymetry Ultrasonic) و ضخامت نهایی لنتیکول‌های خلفی و عمق برش با استفاده از Visante Optical Coherence Tomopraghy اندازه‌گیری شدند. برای تحلیل

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌ها با در نظر گرفتن اندازه تیغه میکروکراتوم و زمان گذر، از آزمون‌های ANOVA و Bonferroni استفاده گردید.

یافته‌ها: در این پژوهش، ۳۱۶ قرنیه مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین ضخامت نهایی لنتیکول‌های خلفی در هر یک از سه فاصله زمانی گذر و با هر یک از تیغه‌های ۳۵۰ و ۴۰۰ میکرونی به طور قابل توجهی کم‌تر از میانگین ضخامت پیش‌بینی شده لنتیکول‌های خلفی بود، ولی در هر یک از زمان‌های گذر تفاوت قابل‌توجهی بین دو تیغه ۳۵۰ و ۴۰۰ میکرونی وجود نداشت. میانگین‌های عمق برش با تیغه میکروکراتوم ۳۵۰ میکرونی تفاوت قابل ملاحظه‌ای در ۳ فاصله زمانی گذر نداشتند (P=۰/۴۰۵). در حالی که میانگین‌های عمق برش با تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی در فواصل زمانی متفاوت گذر به طور قابل‌توجهی متفاوت بوده و افزایش چشم‌گیری با زمان گذر بیش از ۵۰ ثانیه نشان دادند (P=۰/۰۱۴).

نتیجه‌گیری: روش تک‌گذر با استفاده از تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی و با سرعت آهسته روش موثری برای تهیه لنتیکول‌های نازک خلفی از گلوب دهندگان برای عمل کراتوپلاستی اندوتلیال می‌باشد.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۵؛ دوره ۲۱، شماره ۴: ۳۴۸-۳۴۴.

• **پاسخگو:** دکتر مژگان رضایی کنوی (e-mail: mrezaie47@yahoo.com)

۱- دانشیار- چشم‌پزشک- مرکز تحقیقات مهندسی بافت چشم- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران

۲- کارشناس بانک چشم جمهوری اسلامی ایران- تهران- ایران

۳- کارشناس ارشد آمار حیاتی- مرکز تحقیقات چشم- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران

۴- استاد- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران

تهران- پاسداران- بوستان نهم- خیابان پایدارفرد (خیابان امیر ابراهیمی)- پلاک ۲۳- مرکز تحقیقات مهندسی بافت چشم

دریافت مقاله: ۲۱ دی ۱۳۹۴

تایید مقاله: ۱۰ بهمن ۱۳۹۴

مقدمه

در دهه اخیر، Descemet Stripping Endothelial Keratoplasty (DSAEK) روش انتخابی استاندارد برای جایگزینی اندوتلیوم قرنیه در گروه وسیعی از بیماران مبتلا به اختلال عملکرد اندوتلیوم مانند دیستروفی اندوتلیال فوکس، کراتوپاتی بولوس سودوفاکی، و نارسایی پیوند نفوذی قرنیه بوده و در این موارد به جای پیوند نفوذی، تمام ضخامت قرنیه به کار می‌رود. در این روش اندوتلیوم نارسای بیمار برداشته شده و با لنتیکول دهنده قرنیه متشکل از یک لایه استرومای خلفی با ضخامت متغیر، غشا دسمه و سلول‌های اندوتلیوم سالم جایگزین می‌شود. استفاده از این روش با بهبودی سریع بینایی، کاهش آستیگماتیسم و راحتی بیماران پس از عمل همراه است[۱-۵]. در حال حاضر بسیاری از بانک‌های چشم در کشورهای توسعه یافته و تعداد اندکی از بانک‌های چشم در کشورهای در حال توسعه، لنتیکول‌های خلفی پیش‌برش داده شده قرنیه را برای عمل جراحی DSAEK آماده کرده و به جراحان قرنیه عرضه می‌نمایند[۶-۱۰]. مزایای تهیه لنتیکول‌های خلفی پیش‌برش داده شده قرنیه در بانک‌های چشم، کوتاه کردن زمان جراحی، کاهش عوارض تهیه بافت حین عمل و آماده کردن اطلاعات دقیقی در رابطه با ضخامت لنتیکول است[۸،۹و۱۱]. وسیله مورد استفاده برای تهیه لنتیکول‌های خلفی پیش‌برش داده شده قرنیه در اکثر موارد، یک میکروکراتوم دستی است ولی به تازگی میکروکراتوم‌های عرضه شده Hands-free با کنترل اتوماتیک سرعت نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند[۱۲]. بانک چشم جمهوری اسلامی ایران از سال ۱۳۸۸ تاکنون با استفاده از میکروکراتوم دستی روشی را اتخاذ کرده که در آن برخلاف سایر بانک‌های چشم اروپا و امریکا، لنتیکول‌های خلفی پیش‌برش داده شده را برای عمل جراحی DSAEK از گلوب دهندگان بانک چشم تهیه می‌نماید[۱۱]. مشخص نیست که آیا سرعت گذر تیغه میکروکراتوم وقتی که از تیغه‌های مختلف در تکنیک تک‌گذر روی گلوب کامل استفاده می‌شود تاثیری بر عمق برش بافت داشته باشد. بنابراین مطالعه حاضر به شکلی طراحی گردید تا لنتیکول‌های خلفی پیش‌برش داده شده برای عمل DSAEK از گلوب دهندگان را در روش تک گذر با استفاده از تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی با تیغه ۳۵۰ میکرونی و در زمان‌های متفاوت گذر مقایسه نماید.

روش پژوهش

گلوب دهندگان با کیفیت خیلی خوب تا عالی اندوتلیوم قرنیه توسط بانک چشم جمهوری اسلامی ایران تهیه شدند. دهندگان قرنیه، از نظر هپاتیت B و C، ایدز، Human T-Cell Leukemia Virus (HTLV)، و سیفیلیس سرولوژی منفی داشتند و فاصله زمانی بین مرگ تا تخلیه چشم کم‌تر از ۲۴ ساعت بود. این مطالعه به تایید هیات ناظر بانک چشم و کمیته اخلاق مرکز تحقیقات چشم

www.SID.ir

Archive of SID

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (تهران- ایران) رسید.

- فرآوری لنتیکول خلفی

فرآوری لنتیکول‌های خلفی پیش‌برش داده شده برای عمل DSAEK از گلوب کامل دهندگان، نظیر مطالعه پیشین[11]، توسط یک کارشناس مجرب بانک چشم (ط.چ) و با استفاده از یک میکروکراتوم دستی (Moria S. A 65073, Antony, France) صورت گرفت. گلوب کامل با استفاده از روش‌های ضدعفونی کننده، گندزدایی شد و پس از برداشت کامل اپیتلیوم قرنیه، محکم در یک گاز استریل پیچیده شد. با استفاده از یک قلم نشان‌دار کننده استریل، خط نشانه‌ای از لیمبوس به سمت مرکز قرنیه کشیده شد و ناحیه لیمبوس-اسکلرا توسط رینگ ۱- واکیوم گردید. سپس فشار داخل کره چشم با یک تونومتر چشمی Barraquer 65-90 mm Hg (Ocular Instruments, Bellevue, Washington, USA) اندازه‌گیری شد و حدود ۹۰ میلی‌متر جیوه نگه‌داری شد. ضخامت مرکز قرنیه Central Corneal Thickness (CCT) با پاکی‌متر دستی اولتراسونیک SP-100 (Tomey GmbH, Erlangen, Germany) اندازه‌گیری شد. سپس با در نظر گرفتن مقادیر CCT حاصل شده از پاکی‌متری اولتراسونیک Ultrasonic Pachymetry (USP) و نیازمندی‌های اعلام شده از سوی جراح قرنیه، فلپ قدامی قرنیه با عبور دادن یک تیغه میکروکراتوم ۳۵۰ یا ۴۰۰ میکرونی از بافت قرنیه جدا شد. فرآوری قرنیه پیش‌برش داده شده در ۳ فاصله زمانی گذر: کم‌تر از ۳۰ ثانیه، ۳۰ تا ۵۰ ثانیه، و بیش از ۵۰ ثانیه صورت گرفت. سپس لبه قدامی باقی‌مانده از لاملای برداشته شده با استفاده از یک چاقوی هلالی نقب زده شد و فلپ قدامی قرنیه دوباره روی بستر خلفی قرنیه قرار گرفت. سپس دیسک قرنیه- صلبیه جدا شد و در محلول Optisol GS (Bausch and Lomb, Irvine, CA, USA) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید. تمام مراحل کار با استفاده از یک میکروسکوپ جراحی (Topcon, OMS 90, Tokyo, Japan) و تحت شرایط استریل صورت گرفت و تمام اندازه‌گیری‌های USP به صورت سه‌گانه و توسط یک کاربر بانک چشم انجام پذیرفت. در صورت سوراخ شدن قرنیه پس از برش میکروکراتوم، قرنیه از مطالعه حذف گردید. سپس ضخامت نهایی مرکز لنتیکول خلفی قرنیه‌های از پیش برش داده شده و عمق برش در قسمت مرکز قرنیه با Visante-Optical Coherent Tomography (V-OCT, Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA, USA) (با متوسط فاصله زمانی ۱۴ ساعت، محدوده ۱۲ تا ۱۶ ساعت) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. شیشه Optisol محتوی قرنیه با استفاده از یک قالب طراحی شده برای این منظور روی دستگاه V-OCT سوار شد و اندازه‌گیری ضخامت مرکز لنتیکول خلفی صورت گرفت. ضخامت پیش‌بینی شده لنتیکول خلفی به لحاظ تعریف، تفاوت میان ضخامت کامل مرکز قرنیه (اندازه گیری شده با USP) و اندازه تیغه میکروکراتوم در نظر گرفته شد.

- محاسبات آماری

با توجه به همبستگی بین دو چشم از هر دهنده، از Generalized Estimating Equation (GEE) استفاده شد. تفاوت ضخامت‌های اندازه‌گیری شده بین زمان‌های گذر متفاوت با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون‌های مقایسه‌ای چندگانه بر مبنای Bonferroni مورد ارزیابی قرار گرفت. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Version 22.0; SPSS, Inc., Chicago, IL) انجام شد و مقادیر P کم تر از ۵ درصد از نظر آماری ارزشمند تلقی گردید.

یافته‌ها

از مهر ماه تا آذر ماه سال ۱۳۹۴، ۳۱۶ قرنیه از پیش‌برش داده شده فرآوری و وارد مطالعه شدند. جدول ۱، میانگین و انحراف‌معیار ضخامت‌های پیش‌بینی شده و نهایی لنتیکول‌های خلفی و عمق برش در آن‌ها را نمایش می‌دهد. میانگین ضخامت نهایی لنتیکول‌های خلفی در هر یک از سه فاصله زمانی گذر و با هر یک از تیغه‌های ۳۵۰ و ۴۰۰ میکرونی به طور قابل‌توجهی کم‌تر از میانگین ضخامت پیش‌بینی شده لنتیکول‌های خلفی بود (P<۰/۰۰۱) ولی در هر یک از زمان‌های گذر تفاوت قابل‌توجهی بین دو تیغه ۳۵۰ و ۴۰۰ میکرونی وجود نداشت (P=۰/۶۲ برای زمان گذر کم‌تر از ۳۰ ثانیه، P=۰/۰۶۷ برای زمان گذر ۵۰-۳۰ ثانیه و P=۰/۳۷۳ برای زمان گذر بیش از ۵۰ ثانیه). میانگین عمق برش با تیغه ۳۵۰ میکرونی تفاوت قابل ملاحظه‌ای در بین ۳ فاصله زمانی گذر نداشت (P=۰/۴۰۵). در حالی که عمق برش با تیغه ۴۰۰ میکرونی تفاوت قابل‌توجهی بین فواصل زمانی متفاوت گذر نشان داده و با زمان گذر بیش از ۵۰ ثانیه افزایش معناداری داشت (P=۰/۰۱۴).

بحث

در این مطالعه برای تهیه لنتیکول خلفی از گلوب دهندگان جهت عمل کراتوپلاستی اندوتلیال، از تیغه‌های میکروکراتوم ۳۵۰ و یا ۴۰۰ میکرونی با روش تک‌گذر و در۳ فاصله زمانی گذر

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده گردید و نتایج حاصل شده نشان داد که با آهسته‌تر کردن سرعت گذر، زمانی که از تیغه میکروکراتوم۴۰۰ میکرونی استفاده می‌شود، عمق برش بیش‌تر شده و لنتیکول خلفی نازک‌تری به دست می‌آید. این نتایج مشابه مطالعه Vajpayee و همکاران[۱۲] بود که در آن گذر آهسته تیغه میکروکراتوم۴۰۰ میکرونی از ضخامت قرنیه به روش دستی، بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده بعد از پیوند با V-OCT، لنتیکول‌های نازک‌تری از قرنیه را ایجاد کرده بود.

جدول ۱- مقایسه ضخامت پیش‌بینی‌شده و نهایی لنتیکول خلفی قرنیه‌های از پیش برش داده شده و نیز مقایسه عمق برش با تیغه‌های میکروکراتوم ۳۵۰ و ۴۰۰ میکرونی در ۳ فاصله زمانی متفاوت گذر

زمان گذر	تیغه میکروکراتوم	میانگین و انحراف‌معیار ضخامت پیش‌بینی‌شده لنتیکول خلفی (میکرون)	میانگین و انحراف‌معیار ضخامت نهایی لنتیکول خلفی (میکرون)	مقدار P برای ضخامت نهایی لنتیکول خلفی	میانگین و انحراف‌معیار عمق برش (میکرون)	مقدار P برای عمق برش	مقایسه‌های چندگانه
کم‌تر از ۳۰ ثانیه (۱)	۳۵۰ میکرونی	۲۱۴/۹۲±۹۰/۸۲	۱۵۰/۰۸±۲۵/۰۶	۰/۰۸۴	۴۱۴/۸۵±۸۹/۲۲	۰/۴۰۵	-
	۴۰۰ میکرونی	۲۳۸/۸۹±۵۰/۶۴	۱۶۳/۷۴±۲۱/۴۸	<۰/۰۰۱	۴۷۵/۱۶±۴۷/۲۲	۰/۰۱۴	(۱ و ۳)
بین ۳۰ تا ۵۰ ثانیه (۲)	۳۵۰ میکرونی	۲۳۶/۵۲±۵۴	۱۵۲/۲±۲۲/۱۱	۰/۰۸۴	۴۳۴/۳۲±۵۳/۲۲	۰/۴۰۵	-
	۴۰۰ میکرونی	۲۶۱/۸۷±۶۰/۵۷	۱۶۲/۲±۳۰/۲	<۰/۰۰۱	۴۹۹/۶۷±۴۹/۴۸	۰/۰۱۴	(۲ و ۳)
بیش از ۵۰ ثانیه (۳)	۳۵۰ میکرونی	۲۵۹/۵±۳۸/۱۷	۱۵۳/۴۴±۲۲/۳۶	۰/۰۸۴	۴۵۴±۴۴/۷۶	۰/۴۰۵	-
	۴۰۰ میکرونی	۲۸۹/۵۸±۵۲/۲۱	۱۵۸/۵۶±۲۶/۷۳	<۰/۰۰۱	۵۲۹/۵۱±۴۵/۰۳	۰/۰۱۴	(۱ و ۳) (۲ و ۳)

در مطالعه مذکور برخلاف مطالعه حاضر که روی چشم کامل انجام شده بود، تمامی آزمون‌ها بر روی دیسک قرنیه- صلبیه انجام گرفت. در مطالعه Vajpayee و همکاران[۱۳]، اندازه‌گیری نهایی ضخامت مرکزی لنتیکول خلفی بر روی بیماران و پس از پیوند قرنیه صورت گرفته بود، حال آن که در مطالعه حاضر اندازه‌گیری‌های موردنظر بر روی دیسک برش داده شده قرنیه و قبل از استفاده جهت پیوند انجام گرفته بود. در هر دو مطالعه از روش دستی برای ایجاد برش و تهیه لنتیکول خلفی استفاده گردید ولی در مطالعه Vajpayee و همکاران[۱۳] تنها به آهسته بودن سرعت گذر اکتفا شده و سرعت دقیق گذر بیان نشده بود. در مطالعه حاضر، عمق برش در سه فاصله زمانی گذر مورد بررسی قرار گرفته و سرعت بالای ۵۰ ثانیه برای دستیابی به لنتیکول خلفی نازک مناسب‌تر شناخته شد. این که آیا سرعت گذر میکروکراتوم با استفاده از کنترل سرعت اتوماتیک روی عمق برش همان تاثیری را می‌گذارد که با میکروکراتوم های دستی دیده می‌شود، نیاز به بررسی‌های بیش‌تر دارد.

مطالعه حاضر، تا آنجا که اطلاع داریم، نخستین مطالعه‌ای است که ارتباط تکرارپذیر میان سرعت و عمق برش را با استفاده از دو تیغه متفاوت میکروکراتوم و در سه فاصله زمانی مختلف مورد بررسی قرار داده است. در مطالعه Vajpayee و همکاران[۱۳] تنها تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی با سرعت گذر نامشخص مورد آزمون قرار گرفته است. میانگین ضخامت مرکزی لنتیکول خلفی در مطالعه مذکور با تک‌گذر تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی و با سرعت آهسته ولی نامشخص ۱۷/۶۲±۱۱۱ میکرون و در مطالعه حاضر با تک‌گذر تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی و با سرعت آهسته بالای ۵۰ ثانیه ۲۶/۷۳±۱۵۸/۵۶ میکرون بود. تفاوت ضخامت لنتیکول خلفی در دو مطالعه ارایه شده ممکن است به علت بالاتر بودن ضخامت کامل مرکز قرنیه در گلوب کامل در مقایسه با دیسک جدا شده قرنیه- صلبیه که در محلول حاوی ماده آبگیر McCarey-Kaufman medium نگه‌داری شده بود، باشد. به علاوه تفاوت عملکرد سلول‌های اندوتلیوم در محیط Optisol-GS (مطالعه حاضر) قبل از پیوند با شرایط داخل چشم گیرنده پس از پیوند[۱۳] نیز ممکن است نقش مهمی در تفاوت ضخامت نهایی اندازه‌گیری شده بین دو مطالعه داشته باشد.

در مقایسه با روش تک‌گذر، روش دوگانه‌گذر نیز وجود دارد که در آن به ضخامت نازک‌تری از لنتیکول خلفی می‌توان دست یافت. با وجود افزایش غیرقابل انکار از دست رفتن سلول‌های اندوتلیوم با روش دوگانه‌گذر[۱۴]، میزان از دست رفتن این سلول‌ها با این روش قابل مقایسه با میزان گزارش شده با روش تک‌گذر در مطالعه Rose و همکاران[۱۵] بود. روش تک‌گذر در مقایسه با روش

www.SID.ir

Archive of SID

دوگانه‌گذر، اقتصادی‌تر بوده و فاقد عوارضی مانند طولانی شدن زمان افزایش فشار داخل چشم با اضافه شدن گذر دوم و نیز ایجاد قطر کم‌تر برش پس از گذر دوم می‌باشد[۱۶].

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سرعت عبور تیغه میکروکراتوم می‌تواند روی عمق برش اثرگذار باشد. به کارگیری روش تک‌گذر با سرعت آهسته (بیش از ۵۰ ثانیه) با تیغه میکروکراتوم ۴۰۰ میکرونی در مقایسه با تیغه میکروکراتوم ۳۵۰ میکرونی عمق برش بیش‌تری ایجاد می‌نماید، بنابراین به منظور تهیه لنتیکول‌های خلفی نازک قرنیه، می‌توان این روش را برای برش قرنیه‌های ضخیم‌تر از ۶۰۰ میکرون توصیه نمود.

منابع

1. Price FW Jr, Price MO. Descemet's stripping with endothelial keratoplasty in 200 eyes; early challenges and techniques to enhance donor adherence. J Cataract Refract Surg 2006;32:411–418.
2. Lee WB, Jacobs DS, Musch DC, et al. Descemet's stripping endothelial keratoplasty: safety and outcomes: a report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology 2009;116:1818–1830.
3. Terry MA, Ousley PJ. Small-incision deep lamellar endothelial keratoplasty (DLEK): six-month results in the first prospective clinical study. Cornea 2005;24:59–65.
4. Terry MA, Ousley PJ. Deep lamellar endothelial keratoplasty. Visual acuity, astigmatism, and endothelial survival in a large prospective series. Ophthalmology 2005;112:1541–1548.
5. Gorovoy MS. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. Cornea 2006; 25:886-889.
6. Terry MA, Shamie N, Chen ES, et al. Precut tissue for Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty: vision, astigmatism, and endothelial survival. Ophthalmology 2009;116:248–256.
7. Woodward MA, Titus M, Mavin K, et al. Corneal donor tissue preparation for endothelial keratoplasty. J Vis Exp 2012; 64:e3847.
8. Kitzmann AS, Goins KM, Reed C, et al. Eye bank survey of surgeons using precut donor tissue for descemet stripping automated endothelial keratoplasty. Cornea 2008;27:634–639.
9. Chen ES, Terry MA, Shamie N, et al. Precut tissue in Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty donor characteristics and early postoperative complications. Ophthalmology 2008;115:497–502.
10. Kanavi MR, Javadi MA, Javadi F, et al. Preparation of pre-cut corneas from fresh donated whole globes for Descemet's stripping automated keratoplasty: 3-year results at the Central Eye Bank of Iran. Cell Tissue Bank. 2014;15:369-372.
11. Price MO, Baig KM, Brubaker JW, et al. Randomized, prospective comparison of precut vs surgeon-dissected grafts for Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. Am J Ophthalmol 2008;146:36e41.
12. Fuest M, Salla S, Walter P, et al. Comparison of gebauer slc and moria cbm carriazo-barraquer alk microkeratomes for descemet's stripping automated endothelial keratoplasty preparation. Curr Eye Res 2016;41:343-9.
13. Vajpayee RB, Maharana PK, Jain S, et al. Thin lenticule Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty: single, slow pass technique. Clin Experiment Ophthalmol 2014;42:411-416.
14. Waite A, Davidson R, Taravella MJ. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty donor tissue preparation using the double-pass microkeratome technique. J Cataract Refract Surg 2013;39:446-450.
15. Rose L, Brice~no CA, Stark WJ, et al. Assessment of eye bank-prepared posterior lamellar corneal tissue for endothelial keratoplasty. Ophthalmology 2008;115:279–286.
16. Hsu M, Hereth WL, Moshirfar M. Double-pass microkeratome technique for ultra-thin graft preparation in Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty. Clin Ophthalmol 2012; 6: 425–32.

www.SID.ir