

## **Использование спектральной оптической когерентной томографии в ходе Descemet stripping автоматизированной эндотелиальной кератопластики.**

Chelvin CA Sng  
Federico Luengo Gimeno  
Jodhbir S Mehta  
Hla Myint Htoon  
Donald T Tan

Singapore Eye Research Institute and Singapore National Eye Center,  
Department of Ophthalmology, National University Health System, Singapore

### **Введение**

Descemet stripping автоматизированная эндотелиальная кератопластика (DSAEK) является операцией выбора в случаях патологии эндотелия роговицы (1). В сравнении со сквозной кератопластикой преимуществами DSAEK являются быстрая реабилитация, минимальный риск индуцированного астигматизма и несостоятельности операционной раны (1–3). Однако, основным осложнением операции DSAEK остается отслоение трансплантата. По данным различных авторов частота этого осложнения колеблется от 17.5% до 50% (3–5). Предыдущие исследования показали, что интраоперационное уменьшение количества жидкости интерфейса путем дренирования через разрезы роговицы реципиента, а также длительная воздушная тампонада снижают риск отслоения трансплантата (6). Оптическая когерентная томография (ОКТ) является бесконтактным методом исследования, основанным на технологии низкокогерентной интерферометрии, и позволяет получать изображения поперечных срезов структур глаза (7). Time-domain ОКТ широко используется для диагностики офтальмопатологии переднего и заднего отделов глаза (8-16), включая послеоперационную оценку состояния роговичного трансплантата (17). Появление томографов нового поколения, основанных на спектральной технологии сканирования, значительно повысило скорость исследования, разрешение и качество изображения. Ряд авторов использовали метод спектральной ОКТ для оценки состояния лоскута роговицы, сформированного в ходе laser-assisted in situ кератомизеза (11), изменений в интерфейсе реципиент – донор (18,19). Ide с соавторами качественно оценили наличие жидкости интерфейса в случаях складок трансплантата или его повреждения (18). Knecht с соавторами измерили количество жидкости интерфейса после операций с использованием лезвия Busin (19). В перечисленных источниках отсутствует информация относительно возможностей интраоперационной томографической оценки тканей роговицы донора и реципиента.

**Целью** настоящего исследования явилось изучение возможности использования спектральной ОКТ для интраоперационной оценки состояния роговицы реципиента и донорского трансплантата, а также жидкости интерфейса в ходе операции DSAEK, проводимой с использованием EndoGlide™ (Angiotech Pharmaceuticals Inc, Ванкувер, Канада).

### **Методы**

Проспективное исследование проведено за период с мая по июль 2010 года в Singapore National Eye Centre. Все пациенты предварительно подписали информированное согласие. Исследование проведено в соответствии с требованиями Декларации Хельсинки и одобрено Этическим комитетом.

### **Хирургическая техника**

Операция DSAEK проводилась под общей анестезией двумя хирургами (DT, JSM) с использованием Tan EndoGlide (Angiotech/ Network Medical Products, Ripon, United Kingdom). Хирургическая техника подробно описана ранее (20,21). Вначале формировали темпоральный склеральный разрез длиной 4.5 мм. Десцеметову мембрану отделяли с помощью крючка Price (Moria SA, Antony, France) под пузырьком воздуха (22). Через лимбальный разрез проводили нижнюю периферическую иридэктомию. На роговице реципиента формировали четыре парацентральных дренирующих разреза. Систему для автоматизированной ламеллярной терапевтической кератопластики (ALTK) (Moria, Франция) использовали для ламеллярной диссекции донорской роговицы. Применяли трепан среднего размера 8.50 мм (8.25–9.00 мм). Донорский трансплантат вводили в переднюю камеру через темпоральный склеральный туннель с помощью Tan EndoGlide (20). Парацентез роговицы формировали с назальной стороны напротив темпорального разреза. Загнутый пинцет EndoGlide (Network Medical Products) вводили в переднюю камеру через назальный парацентез роговицы и использовали для проталкивания трансплантата из EndoGlide в переднюю камеру. Маленький пузырек воздуха вводили под трансплантат. Трансплантат размещали в передней камере эндотелием книзу. Склеральный и роговичный разрезы ушивали. Центровка трансплантата осуществлялась поглаживающими движениями по поверхности роговицы. Затем проводилась полная воздушная тампонада передней камеры. Жидкость постепенно удалялась через дренирующие разрезы. Через 10 минут полной тампонады в передней камере оставляли маленький пузырек воздуха. После операции в течение 24 часов пациент придерживался положения лежа, без подушки, кверху лицом. Медикаментозное лечение включало инстилляции левофлоксацина и преднизолона каждые 3 часа.

### **ОКТ исследование**

ОКТ проводилась с помощью спектрального томографа iVue (Optovue Inc, Fremont, CA) с мобильным основным блоком (рисунок 1). Скорость исследования – 26,000 аксиальных сканов в секунду, разрешение – 5 мкм.

Глубина сканирования переднего сегмента – до 6 мм (11). Интраоперационное ОКТ исследование проводилось одним пользователем (FLG). Осуществлялась оптимизация поляризации каждого скана. Положение томографа центрировалось по вершине роговицы, идентифицируемой с помощью рефлекса Пуркинье в центре изображения. Использовался стандартный single-scan протокол для переднего отдела глаза. Для оценки отбирались сканы высокого качества без каких-либо артефактов. Для минимизации «шумов» финальное изображение формировалось на основе усреднения 8 последовательных сканирований. Проводилась качественная и количественная оценка жидкости интерфейса. ОКТ проводилась в ходе операции DSAEK: (1) непосредственно перед полной воздушной тампонадой; (2) после введения воздуха в переднюю камеру до полной тампонады и удаления жидкости через дренирующие разрезы; (3) на 6 минуте воздушной тампонады; и (4) на 10 минуте тампонады. У одного пациента ОКТ проведено после окончания тампонады и непосредственно перед экспрессией жидкости через дренирующие разрезы.

### **Рисунок 1. Спектральный томограф iVue, используемый в ходе DSAEK.**

#### **Анализ изображений ОКТ**

Измерение количества жидкости интерфейса, роговицы реципиента и донорского трансплантата проведено с помощью меток, предусмотренных программным обеспечением прибора (iVue software version 1.9). Измерения были проведены в точках референтных линий, отмечающих центр каждого горизонтального скана. Вычислялось среднее значение трех измерений. Ранее была показана высокая повторяемость измерений на данном приборе, стандартная девиация не превышала 4,19 мкм (11).

#### **Иные исследования**

Интраоперационное измерение толщины роговицы проводилось с помощью портативного пахиметра (Corneo-Gage™ Plus multifunction pachymeter; Sonogage Inc, Cleveland, OH) перед введением трансплантата в переднюю камеру. Через 1 месяц после операции проводилось ОКТ исследование переднего отдела глаза с помощью томографа Visante® OCT (Carl Zeiss Meditec Inc, Dublin, CA).

#### **Статистический анализ.**

Статистическая обработка данных проводилась с помощью IBM SPSS версии 19.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). Для анализа применяли смешанные модели для повторяющихся измерений.

#### **Результаты.**

Прооперированны 10 пациентов, средний возраст  $74.9 \pm 11.8$  лет. У 4 пациентов была диагностирована вторичная буллезная кератопатия на фоне

артифакции. У 6 пациентов выявлена эндотелиальная дистрофия Фукса. Не отмечалось каких-либо интра- или послеоперационных осложнений, а также каких-либо осложнений, связанных с проведением ОКТ исследования. Ни в одном случае не было послеоперационного отслоения трансплантата.

Средняя толщина донорской роговицы, измеренная с помощью ультразвуковой пахиметрии, составляла  $447.9 \pm 40.3$  мкм. Средняя толщина сформированного лоскута донорской роговицы –  $133.1 \pm 40.6$  мкм.

По данным спектральной ОКТ толщина трансплантата увеличивалась к 6 минуте воздушной тампонады в сравнении с показателем непосредственно перед тампонадой ( $282.9$ , 95% колебания  $237.5$ – $328.4$  против  $239.5$ , 95% колебания  $194.0$ – $285.0$  мкм;  $P = 0.004$ ). При этом значительной разницы показателя толщины трансплантата до воздушной тампонады и через 10 минут тампонады обнаружено не было ( $P = 0.352$ ).

В сравнении с показателями до воздушной тампонады было отмечено достоверное снижение показателя толщины роговицы реципиента и количества жидкости интерфейса после удаления ее через дренирующие разрезы роговицы ( $P < 0.001$ ), на 6 минуте тампонады ( $P < 0.001$ ) и на 10 минуте тампонады ( $P = 0.001$  и  $P < 0.001$ , соответственно) (таблица 1, рисунок 2).

**Таблица 1. Показатели средней толщины донорского трансплантата, роговицы реципиента и жидкости интерфейса в ходе операции DSAEK**

Этап хирургического вмешательства	Средняя толщина (мкм)	95% доверительный интервал для средней толщины (мкм)		P
		Минимум	Максимум	
<b>Показатели донорского материала</b>				
1. Непосредственно перед воздушной тампонадой	239.5	194.0	285.0	Не применимо
2. После удаления жидкости через дренирующие разрезы	266.1	220.6	311.5	0.102 (сравнение 1 и 2)
3. 6-я минута воздушной тампонады	282.9	237.5	328.4	0.004 (сравнение 1 и 3)
4. 10-я минута воздушной тампонады	220.7	175.2	266.2	0.352 (сравнение 1 и 4)
<b>Показатели роговицы реципиента</b>				
1. Непосредственно перед воздушной тампонадой	674.7	624.9	724.5	Не применимо
2. После удаления жидкости через дренирующие разрезы	606.3	556.1	656.5	<0.001 (сравнение 1 и 2)

3. 6-я минута воздушной тампонады	588.4	538.3	638.6	<0.001 (сравнение 1 и 3)
4. 10-я минута воздушной тампонады	581.9	532.1	631.7	0.001 (сравнение 1 и 4)
<b>Жидкость интерфейса</b>				
1. Непосредственно перед воздушной тампонадой	495.5	475.9	515.0	Не применимо
2. После удаления жидкости через дренирующие разрезы	67.5	37.3	97.6	<0.001 (сравнение 1 и 2)
3. 6-я минута воздушной тампонады	33.0	24.6	41.4	<0.001 (сравнение 1 и 3)
4. 10-я минута воздушной тампонады	2.3	0.9	3.7	<0.001 (сравнение 1 и 4)

**Рисунок 2. Интраоперационная средняя толщина донорского трансплантата, роговицы реципиента и жидкости интерфейса в ходе DSAЕК.**

\*Метки отклонения указывают стандартное отклонение.

Жидкость интерфейса хорошо визуализировалась с помощью спектральной ОКТ. Интраоперационное томографическое исследование позволяет визуализировать жидкость интерфейса, оценить эффективность ее дренирования и качество адгезии донорского трансплантата в конце операции.

В результате дренирования через дренирующие разрезы, толщина остаточной жидкости на 10-й минуте воздушной тампонады у всех пациентов оказалась менее 5 мкм. У одного пациента, которому было проведено томографическое исследование после воздушной тампонады, отмечалось уменьшение жидкости интерфейса в сравнении с показателем непосредственно после дренирования жидкости (Рисунок 3).

Через 1 месяц после операции DSAЕК средняя толщина донорского трансплантата и роговицы реципиента, измеренные с помощью ОКТ, составляли  $121.3 \pm 37.5$  мкм и  $524.9 \pm 33.7$  мкм, соответственно. Ни у одного из пациентов не выявлялось наличие жидкости интерфейса.

**Дискуссия.**

Результаты проведенного исследования показали, что толщина донорского лоскута возрастает непосредственно после формирования трансплантата и

введения его в переднюю камеру с помощью EndoGlide, а затем последовательно снижается после 6-й минуты воздушной тампонады.

Рисунок 3. Томограммы, полученные интраоперационно в ходе отдельных этапов операции DSAEK.

(А) После введения донорского трансплантата и непосредственно перед воздушной тампонадой. (В) После тампонады непосредственно перед дренированием жидкости через разрезы роговицы. (С) После дренирования жидкости через разрезы роговицы. (D) На 6 минуте воздушной тампонады. На этой стадии жидкость интерфейса не выявляется

В то же время, толщина роговицы реципиента и количество жидкости интерфейса снижаются в ходе манипуляций введения трансплантата, удаления жидкости и воздушной тампонады.

Были получены новые данные о состоянии роговицы реципиента и донорского трансплантата в ходе операции DSAEK. В то время как роговица реципиента становится тоньше после дренирования жидкости и воздушной тампонады, донорский трансплантат утолщается (в сравнении с данными ультразвуковой пахиметрии) после его формирования и введения в переднюю камеру. Толщина трансплантата снижается только после 6-й минуты воздушной тампонады. Предыдущие исследования с использованием ультразвуковой пахиметрии и спектральной томографии (23,24) выявили высокую частоту отека донорского лоскута после его формирования. Однако, по полученным нами данным отек является временным и уменьшается после 6-й минуты воздушной тампонады. Данный процесс продолжается после операции, что подтверждают результаты томографических измерений через 1 месяц после DSAEK. Результаты измерений, проведенных спектральным и time-domain томографами сопоставимы (25). Вероятно, есть несколько причин снижения толщины донорского трансплантата в ходе операции. Во-первых, длительная воздушная тампонада может являться механическим фактором, способствующим удалению жидкости через интерстициальное пространство. Во-вторых, функционирование эндотелиальных клеток донорского лоскута, вероятно, приводит к прокачиванию жидкости из ткани роговицы во влагу передней камеры. Временный характер отека донорского лоскута роговицы свидетельствует, вероятно, о сохранности функции эндотелиальных клеток после введения лоскута с помощью EndoGlide. Это можно считать признаком низких потерь клеток эндотелия при использовании данного инструмента, что подтверждается результатами предыдущих исследований – потеря составляет 13,1% через 6 месяцев после DSAEK (20).

Возможными причинами послеоперационной отслойки трансплантата являются ошибки при манипуляции с роговицей реципиента (26), повреждение эндотелиальных клеток трансплантата, препятствующее хорошей адгезии трансплантата к роговице реципиента (20,27),

эксцентричное формирование лоскута, что приводит к асимметричному утолщению его края (4). Предложено несколько способов снижения риска отслоения трансплантата. Price и Price сообщали о снижении риска этого осложнения до 6% после формирования парацентральных разрезов роговицы реципиента на всю толщину с целью дренирования жидкости интерфейса (6). Однако, формирование таких разрезов сопряжено с риском врастания эпителия (5, 28-30). Кроме того, они могут стать входными воротами для инфекционных агентов, инициируя внутриглазной инфекционный воспалительный процесс (31). Terry с соавторами утверждает, что разрезы роговицы необязательны, а частота послеоперационной отслойки трансплантата может быть снижена формированием шероховатостей на стромальной поверхности роговицы реципиента перед введением донорского лоскута (32). Однако, сравнительных исследований частоты послеоперационных осложнений после двух описанных методик проведено не было.

Используемая в настоящем исследовании методика, включающая введение трансплантата с помощью EndoGlide, герметизацию ран перед воздушной тампонадой, 10-минутную полную воздушную тампонаду и удаление жидкости интерфейса через дренирующие разрезы, ранее продемонстрировала низкий уровень послеоперационной отслойки трансплантата – менее 3% (33). Результаты нашего исследования показали достоверное снижение толщины роговицы реципиента и жидкости интерфейса после дренирования жидкости и воздушной тампонады. У одного пациента, которому было проведено томографическое обследование непосредственно до и после дренирования жидкости, было показано уменьшение жидкости интерфейса после данной манипуляции. Это свидетельствует о том, что дренирование жидкости в сочетании с воздушной тампонадой способствуют лучшей адгезии трансплантата к роговице реципиента.

Интраоперационная ОКТ проводилась в 2 предыдущих исследованиях. Ide с соавторами разработали прототип спектрального томографа для исследования переднего отдела глаза с аксиальным разрешением 8 мкм (18). После формирования лоскута донорской роговицы спектральная ОКТ применялась интраоперационно у 6 пациентов для оценки жидкости интерфейса, невидимой через коаксиальный операционный микроскоп. В случае ее обнаружения проводилась аспирация жидкости. Ни в одном случае не отмечалось послеоперационной отслойки трансплантата. Операционный микроскоп не позволяет обнаружить небольшое количество жидкости интрфейса, и тем более оценить ее количественно. Knecht с соавторами показали, что после формирования трансплантата с помощью лезвия Busin при условии последующего дренирования жидкости интерфейса, хорошая адгезия лоскута возможна при толщине остаточной жидкости интерфейса менее 0,2 мкм (19). Использование спектральной ОКТ с высоким разрешением показало, что донорская адгезия возможна даже в случае наличия жидкости интерфейса толщиной до 5 мкм.

Настоящее исследование продемонстрировало информативность интраоперационного использования ОКТ в ходе DSAEK с целью оценки интерфейса реципиент-донор. Спектральная ОКТ позволяет обнаружить и количественно оценить остаточную жидкость интерфейса, которая затем должна быть удалена в конце операции.

Получены новые данные относительно временного повышения толщины донорского лоскута, что не было ранее описано.

Интраоперационная ОКТ представляется информативной также в ходе операций глубокой передней ламеллярной кератопластики. В случаях, когда резидуальная строма слишком тонка для использования обычной ультразвуковой пахиметрии, спектральная ОКТ позволит определить глубину предесцементовой диссекции.

Исследование может быть полезно при позиционировании канюли или иглы в задней строме при формировании «большого пузыря» с целью отделения десцементовой мембраны от стромы (34,35).

#### Список литературы

1. Price FW Jr, Price MO. Descemet's stripping with endothelial keratoplasty in 50 eyes: a refractive neutral corneal transplant. *J Refract Surg.* 2005;21(4):339–345.
2. Gorovoy MS. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea.* 2006;25(8):886–889.
3. Lee WB, Jacobs DS, Musch DC, Kaufman SC, Reinhart WJ, Shtein RM. Descemet's stripping endothelial keratoplasty: safety and outcomes: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* 2009;116(9):1818–1830.
4. Suh LH, Yoo SH, Deobhakta A, et al. Complications of Descemet's stripping with automated endothelial keratoplasty: survey of 118 eyes at One Institute. *Ophthalmology.* 2008;115(9):1517–1524.
5. Shih CY, Ritterband DC, Rubino S, et al. Visually significant and nonsignificant complications arising from Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol.* 2009;148(6): 837–843.
6. 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(3):411–418.
7. Radhakrishnan S, Rollins AM, Roth JE, et al. Real-time optical coherence tomography of the anterior segment at 1310 nm. *Arch Ophthalmol.* 2001;119(8):1179–1185.
8. Sng CC, See JS, Ngo CS, et al. Changes in retinal nerve fibre layer, optic nerve head morphology, and visual field after acute primary angle closure. *Eye (Lond).* 2011;25(5):619–625.
9. Yuen LH, He M, Aung T, Htoon HM, Tan DT, Mehta JS. Biometry of the cornea and anterior chamber in Chinese eyes: an anterior segment optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*

2010;51(7):3433–3440.

10. Sng CC, Singh M, Chew PT, et al. Quantitative assessment of changes in trabeculectomy blebs after laser suture lysis using anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma*. May 10, 2011. [Epub ahead of print.]

11. Hall RC, Mohamed FK, Htoon HM, Tan DT, Mehta JS.

Laser in situ keratomileusis flap measurements: comparison between observers and between spectral-domain and time-domain anterior segment optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(3):544–551.

12. Lim LS, Aung HT, Aung T, Tan DT. Corneal imaging with anterior segment optical coherence tomography for lamellar keratoplasty procedures. *Am J Ophthalmol*. 2008;145(1):81–90.

13. Costa RA, Skaf M, Melo LA Jr, et al. Retinal assessment using optical coherence tomography. *Prog Retin Eye Res*. 2006;25(3):325–353.

14. Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science*. 1991;254(5035):1178–1181.

15. Lu AT, Wang M, Varma R, et al. Combining nerve fiber layer parameters to optimize glaucoma diagnosis with optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2008;115(8):1352–1357.

16. Mistlberger A, Liebmann JM, Greenfield DS, et al. Heidelberg retina tomography and optical coherence tomography in normal, ocular-hypertensive, and glaucomatous eyes. *Ophthalmology*. 1999;106(10):2027–2032.

17. Di Pascuale MA, Prasher P, Schlecte C, et al. Corneal deturgescence after Descemet stripping automated endothelial keratoplasty evaluated by Visante anterior segment optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2009;148(1):32–37.

18. Ide T, Wang J, Tao A, et al. Intraoperative use of three-dimensional spectral-domain optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010;41(2):250–254.

19. Knecht PB, Kaufmann C, Menke MN, Watson SL, Bosch MM. Use of intraoperative Fourier-domain anterior segment optical coherence tomography during Descemet stripping endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 2010;150(3):360–365.

20. Khor WB, Mehta JS, Tan DT. Descemetstrippingautomatedendothelial keratoplasty with a graft insertion device: surgical technique and early clinical results. *Am J Ophthalmol*. 2011;151(2):223–232.

21. Gimeno FL, Lang M, Mehta JS, Tan DT. Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty: past, present and future. *Exp Rev Ophthalmol*. 2010;5(3):303–311.

22. Mehta JS, Hantera MM, Tan DT. Modifiedair-assisteddescemetorhexis for Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(6):889–891.

23. Ishibazawa A, Igarashi S, Hanada K, et al. Central corneal thickness measurements with Fourier-domain optical coherence tomography

- versus ultrasonic pachymetry and rotating Scheimpflug camera. *Cornea*. 2011;30(6):615–619.
24. Li Y, Tang M, Zhang X, Salaroli CH, Ramos JL, Huang D. Pachymetric mapping with Fourier-domain optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36(5):826–831.
25. Huang JY, Pekmezci M, Yaplee S, Lin S. Intra-examiner repeatability and agreement of corneal pachymetry map measurement by time-domain and Fourier-domain optical coherence tomography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010;248(11):1647–1656.
26. Kymionis GD, Suh LH, Dubovy SR, Yoo SH. Diagnosis of residual Descemet's membrane after Descemet's stripping endothelial keratoplasty with anterior segment optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33(7):1322–1324.
27. Terry MA, Chen ES, Shamie N, Hoar KL, Friend DJ. Endothelial cell loss after Descemet's stripping endothelial keratoplasty in a large prospective series. *Ophthalmology*. 2008;115(3):488–496.
28. Koenig SB, Covert DJ. Epithelial ingrowth after Descemetstripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2008;27(6): 727–729.
29. Prasher P, Muftuoglu O, Hsiao ML, Bowman RW, Hogan RN, Mootha VV. Epithelial downgrowth after Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2009;28(6):708–711.
30. Suh LH, Shousha MA, Ventura RU, et al. Epithelial ingrowth after Descemet stripping automated endothelial keratoplasty: description of cases and assessment with anterior segment optical coherence tomography. *Cornea*. 2011;30(5):528-534.
31. Chew AC, Mehta JS, Li L, Busmanis I, Tan DT. Fungalendophthalmitis after Descemet stripping automated endothelial keratoplasty – a case report. *Cornea*. 2010;29(3):346–349.
32. Terry MA, Hoar KL, Wall J, Ousley P. Histology of dislocations in endothelial keratoplasty (DSEK and DLEK): a laboratory-based, surgical solution to dislocation in 100 consecutive DSEK cases. *Cornea*. 2006;25(8):926–932.
33. Tan GS, Mehta JS, Tan D. Descemet stripping automated endothelial keratoplasty in Asian eyes: one-year results. Paper presented at: American Society of Cataract and Refractive Surgeons Symposium and Congress; 2011; March 25–29; San Diego, CA. Poster no.: P264.
34. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28(3):398–403.
35. Tan DT, Anshu A. Anterior lamellar keratoplasty: “BacktotheFuture” – a review. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2010;38(2):118–127.