

상피제거회전술을 이용한 굴절교정레이저각막절제술과 상피통과굴절교정레이저각막절제술의 임상결과 비교

Comparison of Clinical Results between Transepithelial Photorefractive Keratectomy and Brush Photorefractive Keratectomy

강현승 · 최철명 · 최태훈 · 김세경

Hyunseung Kang, MD, Chul Myong Choe, MD, Tae Hoon Choi, MD, PhD, Se Kyung Kim, MD

누네안과병원

Nune Eye Hospital, Seoul, Korea

Purpose: To compare the results of transepithelial photorefractive keratectomy (trans PRK) and brush-assisted photorefractive keratectomy (brush PRK) for the treatment of myopia.

Methods: A total of 146 eyes from 78 patients who received brush PRK or trans PRK with the Schwind Amaris laser platform were included in the present study. Uncorrected distance visual acuity (UDVA) and manifest refraction spherical equivalent (MRSE) at postoperative 1 week, 1, 3, 6, and 12 months were compared between the 2 groups as well as epithelial healing time.

Results: The mean time to complete epithelial healing was 3.27 ± 0.75 days in the trans PRK group and 3.67 ± 0.93 days in the brush PRK group ($p < 0.05$). At 1 week after surgery, UDVA recovered more rapidly after trans PRK than brush PRK (brush PRK: 0.13 ± 0.12 log MAR units, trans PRK: 0.09 ± 0.08 log MAR units, $p < 0.05$), however, UDVA was not significantly different at 1, 3, 6, and, 12 months postoperatively between the 2 groups.

Conclusions: Re-epithelialization and visual recovery were faster in the trans PRK group while visual outcome and postoperative complications were equivalent to the brush PRK group.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(9):1284-1290

Key Words: Brush-assisted photorefractive keratectomy, Epithelial healing time, Transepithelial photorefractive keratectomy

굴절교정레이저각막절제술(photorefractive keratectomy, PRK)을 시행할 때 각막상피를 제거하는 방법으로는 칼이나 spatula, 상피제거회전술을 이용한 물리적인 방법, 알코올을 이용한 화학적인 방법, 치료레이저각막절제술(phototherapeutic

keratectomy, PTK)과 같은 레이저를 이용하는 방법이 있다.¹⁻⁵ 이러한 다양한 방법들에 따라 상처치유 반응에 차이가 발생하고 수술 후 통증, 혼탁, 시력회복 속도에 영향을 끼치며 궁극적으로 시력 예후 또한 상이한 결과를 낳을 수 있다.⁶

상피제거회전술을 이용한 PRK (Brush PRK)는 기존의 칼이나 spatula에 비해 각막상피제거 시 걸리는 시간이 평균 2-5초로 짧아 각막의 탈수 현상이 적다는 보고가 있었으며,⁷ Griffith et al⁸은 Amoils rotary brush (Amoils epithelial scrubber, Innovative excimer solution, Inc.)가 다른 상피제거회전술에 비해 덜 침습적이고 보우만막에 손상을 덜 준다고 주장하였으며, 기존의 칼과 상피제거회전술을 비교하였을 때 상피제거시간에는 차이가 없었으나, 상피제거회전

■ Received: 2013. 11. 29. ■ Revised: 2014. 4. 8.

■ Accepted: 2014. 8. 20.

■ Address reprint requests to Se Kyung Kim, MD
Nune Eye Hospital, #404 Seolleung-ro, Gangnam-gu, Seoul
135-841, Korea
Tel: 82-2-2086-7750, Fax: 82-2-2086-7710
E-mail: sekyungkim@naver.com

* This study was presented as a poster at the 111th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2014.

© 2014 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

술을 사용했을 때 술 후 나안시력에서 더 우수한 결과를 보였고 혼탁 또한 적었다고 보고하였다.

상피통과레이저각막절제술(Transepithelial photorefractive keratectomy, Trans PRK)은 각막상피제거에서 각막실질 절삭까지 수술의 전과정을 레이저만을 사용하는 방법으로 No touch 기법이라고도 불리운다. 1990년대 말 처음 소개되었으며 PTK로 각막상피를 먼저 제거한 후 excimer laser로 각막실질을 절삭하는 2단계 과정으로 시행되었다. Trans PRK의 장점은 각막에 수술기구가 닿지 않아 각막에 가해지는 자극이 없고, 수술 시 제거하는 상피 결손의 면적을 최소화할 수 있으며 알코올 등에 의한 독성이 없다는 것이다. 또한 전 과정이 레이저로만 진행되기 때문에 수술이 간단하고 빠르게 마무리될 수 있다. 하지만, 기존의 Trans PRK는 2단계로 진행되어 수술 시간이 오래 걸리고 중심부와 주변부의 곡률 차이와 거리 차이에 의해 각막 주변부에 상대적으로 적은 에너지의 레이저빔이 도달하여 비동등한 조사에 따른 불균일한 상피제거 및 불균직한 상피재생이 초래되고 완벽하게 균일한 각막절삭을 이루는 데 한계가 있었다.⁹ 2009년 처음 소개된 아마리스 레이저(Schwind EyeTechSolutionsGmbH)를 이용한 Trans PRK는 기존의 Trans PRK의 단점을 보완하였는데 인구평균 데이터를 기반으로 계산된 수치를 사용하여 각막중심부와 주변부의 두께 차이를 고려하여 절삭되며,¹⁰ 2단계가 아닌 1단계로 연속적으로 진행되어 수술 중 각막이 탈수되는 문제점이 없고 빠르다. 이러한 No touch 기법의 PRK는 각막 상피 제거 시 가해지는 자극을 최소화하고 각막상피결손 부위가 매끄러우며, 주변 각막 상피가 손상되지 않는 장점이 있어 알코올이나 상피제거회전술을 이용한 기존의 PRK보다 회복이 빠르고 통증도 적을 것이라 예상된다.

국내외적으로 이 nomogram을 이용한 Trans PRK와 Brush PRK의 임상결과를 비교한 연구는 없었다. 따라서 본 연구에서는 No touch 기법의 Trans PRK와 Brush PRK의 임상성적을 비교하고자 한다.

대상과 방법

2011년 1월부터 2012년 9월 사이에 한 술자에 의해 Brush PRK나 Trans PRK를 받고 1년 이상 추적관찰이 가능했던 근시 환자 중에서 Brush PRK를 시행 받은 38명 73안과 Trans PRK를 시행 받은 40명 73안을 대상으로 후향적으로 조사하였으며, 본 기관 임상시험심사위원회와 윤리위원회의 심사를 통과하였다(N-1404-002-025). 수술 전에 모든 대상환자들에게 병력 문진, 나안 및 교정시력 측정, 현성 굴절검사, 안압측정, 세극등 검사 및 안저검사, 동공크

기 측정, 각막곡률 측정, 중심각막두께 측정, 각막지형도 검사를 시행하였다. 대상환자는 만 19세 이상으로서 안과검사에서 약시, 각막 및 망막질환 등 안과질환이 없고 동반된 전신질환이 없으며, 과거 안 질환이나 안과수술의 과거력이 없는 환자로 하였다. 또한 시력교정수술로 인한 합병증이 발생했거나 재수술을 받은 환자는 제외하였다. 각 경과 관찰 기간 시에 모두 추적관찰이 가능했던 환자들만 연구에 포함하였다.

모든 시술은 한 술자에 의해 시행되었다. Trans PRK과 Brush PRK 모두 0.5% Proparacaine hydrochloride 점안액(Alcaine[®], Alcon, USA)으로 점안마취하고 진행하였으며 소독 직전과 직후, 수술 직전에 양안에 각각 1번씩 점안하였다.

Brush PRK의 경우 Amoils rotary brush (Amoils epithelial scrubber, Innovative eximer solution, Inc.)를 사용하여 지름 약 9.0 mm 정도 원형으로 각막중심부의 상피를 제거한 후 아마리스 레이저로 각막절제술을 시행하였다.

Trans PRK는 아마리스 레이저의 Trans PRK 모드에 환자의 정보와 노모그램을 입력 후 진행하였다. 수술 시 광학부(optical zone)는 6.0-6.7 mm로 하였으며 구면대응치에 따라서 경계부(transitional zone)가 자동으로 설정되므로 실제 수술 후 제거된 각막상피의 직경인 절삭부(ablation zone)는 환자의 근시, 난시 정도에 따라서 6.9-9.0 mm 값으로 진행되었다.

두 군에서 모두 -5.0D 이상의 구면대응치인 경우 각막 절삭 후 0.02% Mitomycin C를 수술용 스폰지에 적셔서 절삭 부위에 국소적으로 12초간 접촉시킨 뒤 차가운 평형염류용액으로 20초간 각막표면과 결막낭을 충분히 세척한 후 치료용 콘택트렌즈를 착용하게 하였다. 수술 후 0.5% Levofloxacin 점안액(Levocle[®], Hanlim, Seoul, Korea)과 0.1% Fluorometholone 점안액(Fumelon[®], Hanlim, Seoul, Korea)을 하루 4번씩 점안하도록 하였으며 치료용 콘택트렌즈를 제거한 이후에는 항생제 점안액은 한 달간 하루 4번 사용 후 중단하였고, 0.1% Fluorometholone은 1주간은 2시간마다 사용하고, 그 후 3주간은 3시간마다, 그 후 한 달간 하루에 4번, 다음 달은 3번으로 점차 사용빈도를 줄여 5-6개월간 사용하였다. 두 군 모두에서, 술 후 3일째 내원 시 세극등현미경 검사상 각막상피재생이 완료된 경우 치료용 콘택트렌즈를 제거하였으며, 상피결손이 남은 경우 매일 경과 관찰하면서 각막상피재생이 완료되었을 때 렌즈를 제거하였다. 두 군에서 각막 상피가 재생되기까지 걸린 시간을 비교하고, 술 후 1주일, 1개월, 3개월, 6개월, 12개월째에 각각 나안시력, 교정시력 및 현성 굴절검사, 안압측정, 세극등현미경 검사를 시행하였다. 시력은 Snellen시력표를 이용하여 측정 후 통

계 처리를 위해 logMAR scale로 변환하였다. 자료의 분석은 SPSS v19.0 (SPSS INC., Chicago, USA)을 이용하였으며, 통계검정 방법으로 그룹 간 평균치 비교를 위해 Student *t*-test 및 Chi-square test와 MMC 사용 여부를 보정한 두 군의 비교를 위해 ANCOVA 분석법을 적용하였다. 모든 검정은 유의수준 0.05 미만일 때 통계적인 유의성이 있다고 정의하였다.

결 과

연구대상이 된 환자는 Brush PRK군이 38명 73안으로 남자가 12명(33%) 여자가 26명(67%), 수술 시 연령은 평균 26.3 ± 6.8 세였으며, Trans PRK군은 40명 73안으로 남자가

11명(30%) 여자가 29명(70%), 수술 시 연령은 평균 28.3 ± 7.1 세로 두 군 간에 연령과 성별에 있어 통계적으로 유의한 차이는 없었다. Brush PRK군에서 술 전 구면렌즈대응치는 평균 -5.85 ± 1.55 D, Trans PRK군에서는 -5.46 ± 1.31 D로 두 군 간의 차이가 없었으며, 술 전 중심각막두께, MMC 사용여부와 같은 대상환자의 특성에서 두 군 간의 유의한 차이는 없었다(Table 1).

각막상피재생 시간은 Brush PRK군이 3.67 ± 0.96 일, Trans PRK군이 3.27 ± 0.75 일로 Trans PRK군에서 각막상피 재생이 빨랐으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.005$) (Table 2).

술 후 나안시력은 술 후 1주일째 Trans PRK군이 0.090 ± 0.077 logMAR, Brush PRK군이 0.131 ± 0.120 logMAR

Table 1. Preoperative patient characteristics

	Brush PRK	Trans PRK	<i>p</i> -value*
Patients (eyes)	38 (73)	40 (73)	
Sex (M/F)	12/26	11/29	0.724
Age (years)	26.3 ± 6.8	28.3 ± 7.1	0.080
CDVA (log MAR)	0.0089 ± 0.0210	0.0048 ± 0.0170	0.196
Sphere (diopter)	-5.34 ± 1.49	-5.05 ± 1.25	0.208
Cylinder (diopter)	-1.02 ± 0.58	-0.84 ± 0.63	0.061
SE (diopter)	-5.85 ± 1.55	-5.46 ± 1.31	0.109
Central corneal thickness (μ m)	539 ± 30	536 ± 28	0.480
Mitomycin C use	36 (49%)	33 (45%)	0.622

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.

PRK = photorefractive keratectomy; CDVA = corrected distance visual acuity; SE = spherical equivalent.

**T*-test, $p < 0.05$ is statistically significant.

Table 2. Comparison of epithelial healing time and mean spherical equivalent between Brush PRK and Trans PRK

	Brush PRK	Trans PRK	<i>p</i> -value
Epithelial healing time (days)	3.67 ± 0.93	3.27 ± 0.75	0.005*
SE (diopter)			
1 week	0.1528 ± 0.5403	0.1069 ± 0.5408	0.615
1 month	-0.0522 ± 0.6851	0.0538 ± 0.6335	0.345
3 months	-0.1033 ± 0.6124	-0.0299 ± 0.5080	0.449
6 months	-0.2687 ± 0.7529	-0.1557 ± 0.5355	0.334
1 year	-0.3082 ± 0.5493	-0.1370 ± 0.6223	0.080

Values are presented as mean \pm SD.

PRK = photorefractive keratectomy; SE = spherical equivalent.

**T*-test, $p < 0.05$ is statistically significant.

Table 3. Comparison of mean UDVA (log MAR) between Brush PRK and Trans PRK

	Brush PRK	Trans PRK	<i>p</i> -value
1 week	0.1312 ± 0.1200	0.0899 ± 0.0775	0.017*
1 month	0.0761 ± 0.1689	0.0451 ± 0.0538	0.142
3 months	0.0203 ± 0.0396	0.0231 ± 0.0438	0.692
6 months	0.0261 ± 0.0624	0.0115 ± 0.0334	0.105
12 months	0.0063 ± 0.0188	0.0034 ± 0.0127	0.276

Values are presented as mean \pm SD.

UDVA = uncorrected distance visual acuity; PRK = photorefractive keratectomy.

**T*-test, $p < 0.05$ is statistically significant.

Table 4. Comparison of epithelial healing time, UDVA, SE adjusted by Mitomycin C use

	Brush PRK	Trans PRK	p-value
Mitomycin C use	36 (49%)	33 (45%)	0.622
Epithelial healing time (days)	3.50 ± 0.08	3.14 ± 0.08	0.002*
UDVA (log MAR)			
1 week	0.123 ± 0.014	0.098 ± 0.013	0.253
1 month	0.050 ± 0.008	0.046 ± 0.008	0.037*
3 months	0.019 ± 0.005	0.023 ± 0.005	0.230
6 months	0.018 ± 0.005	0.012 ± 0.005	0.248
12 months	0.006 ± 0.002	0.003 ± 0.002	0.394
SE (diopter)			
1 week	0.172 ± 0.075	0.127 ± 0.074	0.085
1 month	-0.051 ± 0.092	0.016 ± 0.091	0.382
3 months	-0.119 ± 0.079	-0.064 ± 0.077	0.554
6 months	-0.216 ± 0.088	-0.178 ± 0.087	0.487
12 months	-0.228 ± 0.074	-0.188 ± 0.073	0.912

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

UDVA = uncorrected distance visual acuity; SE = spherical equivalent; PRK = photorefractive keratectomy.

*ANCOVA test, $p < 0.05$ is statistically significant.

로 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 술 후 1개월, 3개월, 6개월, 1년째에는 두 군 간의 차이가 없었다(Table 3). 수술 후 12개월째 평균 구면렌즈대응치는 Brush PRK군은 $-0.31 \pm 0.55D$, Trans PRK군에서는 $-0.14 \pm 0.62D$ 로 두 군 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. ANCOVA 분석방법으로 Mitomycin C 사용 여부를 보정한 후, 두 군을 비교하였을 때 각막상피재생 시간과 술 후 1개월째 나안시력에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 4). 술 후 각막혼탁은 Brush PRK을 시행한 2안(2.7%), Trans PRK를 시행한 1안(1.4%)에서 발생하였다. 기타 다른 합병증은 경과관찰 기간 중에 발생하지 않았다.

고 찰

PRK는 1980년대에 Trokel et al¹¹에 의해 처음 소개되었고, 술 후 각막 혼탁, 통증, 느린 시력회복 등의 문제점¹²이 부각되면서 이러한 단점을 보완한 LASIK, LASEK이 개발되었으나 기존의 PRK에 비해 월등하다는 것이 입증되지 않아 PRK는 여전히 각광받고 널리 사용되고 있는 굴절교정술 중 하나이다. 하지만 수술 후 통증, 느린 시력회복은 여전히 해결해야 할 과제이다.

아마리스 레이저를 이용한 No touch 기법의 Trans PRK는 국내에서 널리 시행되고 있다. 이에 비해, 이러한 nomogram을 이용한 Trans PRK의 임상결과에 대한 보고는 미흡하다. Fadlallah et al⁹은 정도 및 중등도 근시에서 아마리스 레이저를 이용한 Trans PRK와 알코올을 이용한 고식적인 PRK의 임상결과를 비교한 결과, Trans PRK를 시행 받은 군에서 상피 재생시간이 빠르고 술 후 통증과 혼탁이 유의

하게 적었다고 보고하였다. Luger et al¹³은 무작위로 배정한 한쪽 눈에는 Trans PRK를, 반대쪽 눈에는 알코올을 이용한 PRK를 시행하여 양쪽 눈을 비교한 연구 결과에서 술 후 나안시력, 교정시력, 고위수차, 안전성 측면에서 두 군 간의 차이가 없었다고 하였다. 앞의 두 연구들은 Trans PRK와 알코올을 사용한 PRK를 비교한 것으로, 많이 이용되고 있는 상피제거회전술을 이용한 PRK와 비교한 연구는 본 연구가 처음이다.

상피제거회전술을 이용한 PRK는 알코올을 이용한 PRK에 비해 상피 제거 시간이 약 80% 가량 적게 소요되고, 상피 재생시간도 하루 정도 단축되었음이 보고된 바 있다.¹⁴ Sia et al¹⁵은 알코올을 사용한 PRK와 상피제거회전술을 사용한 PRK를 비교하였을 때, 술 후 1개월째 각막 혼탁이나 건조증이 상피제거회전술을 사용한 군에서 더 적었으나 그 이후에는 차이가 없었다고 하였다. Kim et al¹⁶은 20% 알코올 점적 시간에 따른 각막상피 변화를 투과전자현미경으로 관찰했을 때 점적 시간이 1분 이상 경과할 때 미세섬포 및 세포사이연접의 파괴, 세포부종이 발생하였으며 2분 이상 경과했을 때 상피 재생속도를 지연시켰다고 보고하였다. 또한 Oh et al¹⁷ 알코올 농도변화에 따른 각막상피세포의 변화를 면역세포화학염색 검사 및 실시간 중합효소 연쇄반응을 통해 관찰하였을 때 20% 알코올을 각막상피에 30초간 점적하고 72시간 후부터 각막상피세포의 분화 및 증식 감소와 세포사멸, 염증매개물질의 증가가 관찰되었다고 보고하였다. 이러한 결과는 시력교정술 시 많이 사용되고 있는 알코올이 짧은 시간의 노출에도 장기적인 각막상피의 손상을 일으킬 수 있다는 것으로 각막상피제거 시 알코올 사용은 조건에 따른 각막상피의 회복을 연구하고 해석하는

데 한계가 있을 수 있어 본 연구에서는 상피제거회전술을 사용하여 알코올에 의한 독성효과를 배제하였다.

본 연구에서는 Trans PRK군에서 Brush PRK군에 비해 수술 후 각막 상피 재생시간이 통계적으로 유의하게 빨랐으며, 술 후 1주일째 나안시력이 Trans PRK 군에서 더 우수하였다. 술 후 1개월, 3개월, 6개월, 1년후의 나안 시력은 두 군에서 차이가 없었다. 기존의 알코올이나 상피제거회전술을 사용하는 것에 비해 수술 후 제거된 각막 상피의 경계면이 균일하고 매끄러우며 각막 상피 손상의 모양이 일정하여 수술 후 각막 상피 재생시간과 시력회복이 더 빠른 것으로 유추된다.⁹ 하지만 총 절삭 면적을 고려하였을 때, Brush PRK에서 상피를 9 mm 제거하는 것에 비하여 Trans PRK는 7-9 mm 제거 후 레이저를 조사하므로 상피재생속도가 7-9 mm를 제거한 Trans PRK군에서 빠르리라는 것은 당연한 결과일 가능성이 있다. 또한, 환자의 내원일을 수술 후 3일로 지정하였기에 3일 이내에 상피화가 이루어진 환자들의 경우 모두 3일로 계산될 수밖에 없어 실제 측정된 상피화 기간이 부정확할 가능성도 배제할 수 없다.

아마리스 레이저를 이용한 Trans PRK는 인구평균 데이터를 기반으로 계산된 수치로 각막 중심부와 주변부에 도달하는 레이저 양의 차이를 보정하여 평균 각막 중심부는 55 μm , 주변부는 65 μm 를 절삭하며, 총 절삭면적의 넓이만큼 절삭된다. 또한 2단계가 아닌 1단계로 연속적으로 진행되어 수술 시간이 단축되어 수술 중 각막이 탈수되는 문제점이 없고 간편하며 빠르다. 이러한 No touch 기법의 PRK는 각막 상피 제거 시 가해지는 자극을 최소화하고 각막상피 결손 부위가 매끄러우며, 주변 각막 상피가 손상되지 않는 장점이 있다.¹⁰ 기존의 Trans PRK는 중심부와 주변부의 곡률 차이와 거리 차이에 의해 각막 주변부에 상대적으로 적은 에너지의 레이저빔이 도달하여 비동등한 조사에 따른 불균일한 상피제거 및 불규칙한 상피재생이 초래되고 완벽하게 균일한 각막절삭을 이루는 데 한계가 있었다. 기존 Trans PRK에 대한 임상결과로는 Kanitkar et al¹⁸이 alcohol-assisted PTK가 Trans PRK보다 술 후 통증이 적으나 두 군 간의 상피재생시간에는 차이가 없다 하였으며, Lee et al⁵은 고식적 PRK, Trans PRK, LASEK을 비교했을 때 수술 후 통증, 시력, 각막 혼탁은 세 군에서 차이가 없었으나 Trans PRK에서 근시의 과교정, LASEK에서 부족교정을 보였다고 보고하였다. 또한, 국내 보고에서 라식 후 재발된 근시에 있어 보강수술 방법으로 각막 절편 분리 후 엑시머 레이저, Alcohol-assisted PRK, 그리고 Trans PRK의 교정효과를 비교해 보았을 때 술 후 6개월째 나안시력과 구면렌즈대응치에 유의한 차이는 없었으며, 세 방법 모두 근시 교정에 효과적이라고 하였다.¹⁹ 본 연구에서는 Brush PRK와

아마리스 레이저를 이용한 Trans PRK를 비교하였으나 실제 Trans PRK의 효과를 정확하게 비교하려면 예전에 사용된 노모그램과 본 연구에서 사용한 노모그램을 비교하는 것이 필요할 것으로 생각한다.

MMC는 각막실질세포의 증식억제를 야기해 굴절수술 후 발생하는 근시퇴행 및 혼탁발생을 감소시키지만 적용시간과 농도에 비례하여 실질세포의 세포자멸사 및 괴사, 내피세포손상과 같은 독성효과를 불러일으킬 수도 있어 MMC사용의 적절한 농도와 적용시간에 대한 논란이 있어왔다.²⁰ 대부분의 여러 임상 및 동물실험에서 보통 시력교정수술에서 사용되는 MMC 용량은 상피회복속도에 영향을 미치지 않는다고 보고하였으나,²¹⁻²³ 배양된 안은행 각막으로 시행한 생체의 실험에서 0.2 mg/mL MMC를 2분 노출시켰을 때 상피재생의 지연을 보고하였고,²⁴ 2005년 발표된 연구에서는 PRK 후 MMC를 절삭깊이에 따라 30초-2분간 적용 시 0.2%의 환자에서 상피지연을 보고한 바 있다.²⁵ 본 연구에서는 MMC를 12초간 적용하여 기존의 다른 연구들보다 비교적 짧은 시간 동안 노출이 되어 상피세포에 미치는 영향이 최소화되었을 것으로 생각한다. MMC가 각막 상피 재생 및 실질세포에 영향을 미칠 가능성이 있어 결과 분석 시 MMC 사용여부를 보정한 후 분석하였을 때도 상피재생속도나 시력회복에 있어서 Brush PRK보다 Trans PRK에서 더 빠른 치유를 보였다. 이는 앞서 언급한 것과 같이 Trans PRK 시, 각막 상피의 경계면이 균일하고 각막 상피 결손부위가 매끄럽고 일정하여 기인된 결과로 생각하며, 상처치유반응이 일정하지 않을수록 과교정 및 부족교정, 각막기질혼탁과 같은 다른 합병증의 발생률이 증가함을 고려할 때²⁶ Trans PRK가 수술의 예측도 면에서는 월등하다고 생각한다.

술 후 각막혼탁 발생에 대해 Kim et al²⁷은 Trans PRK 후 각막상피 리모델링의 기간이 길고 레이저를 이용한 상피절제가 각막실질세포의 세포자멸사를 줄여 혼탁의 발생률을 줄인다는 의견을 제시한 반면, Møller-Pedersen et al²⁸은 오히려 각막실질세포와 근육섬유모세포의 활성화와 강력한 염증반응을 일으켜 각막실질세포의 소실과 무관하게 혼탁 발생을 조장한다고 주장하였다. 각막 혼탁 발생과 통증에 대한 비교 연구도 추후 임상적으로 의미 있을 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점은 고도근시, 술 후 통증, 고위수차나 대비민감도와 같은 시력의 질에 대한 평가가 이루어지지 않았으며 각막 혼탁을 더 세밀하게 정량화하여 분석하지 못한 점이다. 향후 Trans PRK 후 술 후 통증, 시력의 질 평가에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론적으로 Trans PRK는 근시안의 교정에 있어서 안전하고 효과적인 방법으로 생각하고 Brush PRK에 비해 빠른

상피재생과 시력회복을 보였으나 장기적인 시력예후 및 합병증 발생에는 차이가 없었다.

REFERENCES

- 1) Abad JC, Talamo JH, Vidaurre-Leal J, et al. Dilute ethanol versus mechanical debridement before photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1427-33.
- 2) Amoils SP. Photorefractive keratectomy using a scanning-slit laser, rotary epithelial brush, and chilled balanced salt solution. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1596-604.
- 3) Lee YG, Chen WY, Petroll WM, et al. Corneal haze after photorefractive keratectomy using different epithelial removal techniques: mechanical debridement versus laser scrape. *Ophthalmology* 2001;108:112-20.
- 4) Pallikaris IG, Naoumide II, Kalyvianaki MI, Katsanevaki VJ. Epi-LASIK: comparative histological evaluation of mechanical and alcohol-assisted epithelial separation. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1496-501.
- 5) Lee HK, Lee KS, Kim JK, et al. Epithelial healing and clinical outcomes in excimer laser photorefractive surgery following three epithelial removal techniques: mechanical, alcohol, and excimer laser. *Am J Ophthalmol* 2005;139:56-63.
- 6) Steinert RF. Wound healing anomalies after excimer laser photorefractive keratectomy: correlation of clinical outcomes, corneal topography, and confocal microscopy. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1997;95:629-714.
- 7) Pallikaris IG, Karoutis AD, Lydataki SE, Siganos DS. Rotating brush for fast removal of corneal epithelium. *J Refract Corneal Surg* 1994;10:439-42.
- 8) Griffith M, Jackson WB, Lafontaine MD, et al. Evaluation of current techniques of corneal epithelial removal in hyperopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:1070-8.
- 9) Fadlallah A, Fahed D, Khalil K, et al. Transepithelial photorefractive keratectomy: clinical results. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1852-7.
- 10) Aslanides IM, Padroni S, Arba Mosquera S, et al. Comparison of single-step reverse transepithelial all-surface laser ablation (ASLA) to alcohol-assisted photorefractive keratectomy. *Clin Ophthalmol* 2012;6:973-80.
- 11) Trokel SL, Srinivasan R, Braren B. Excimer laser surgery of the cornea. *Am J Ophthalmol* 1983;96:710-5.
- 12) Hersh PS, Brint SF, Maloney RK, et al. Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis for moderate to high myopia. A randomized prospective study. *Ophthalmology* 1998;105:1512-22.
- 13) Luger MH, Ewering T, Arba-Mosquera S. Consecutive myopia correction with transepithelial versus alcohol-assisted photorefractive keratectomy in contralateral eyes: one-year results. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1414-23.
- 14) Lee SB, Chung MS. Advanced Surface Ablation-Photorefractive Keratectomy (ASA-PRK): Safety and clinical outcome for the correction of mild to moderate myopia with a thin cornea. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:1274-86.
- 15) Sia RK, Ryan DS, Stutzman RD, et al. Alcohol versus brush PRK: visual outcomes and adverse effects. *Lasers Surg Med* 2012;44:475-81.
- 16) Kim SY, Sah WJ, Lim YW, Hahn TW. Twenty percent alcohol toxicity on rabbit corneal epithelial cells: electron microscopic study. *Cornea* 2002;21:388-92.
- 17) Oh JY, Yu JM, Ko JH. Analysis of ethanol effects on corneal epithelium. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:3852-6.
- 18) Kanitkar KD, Camp J, Humble H, et al. Pain after epithelial removal by ethanol-assisted mechanical versus transepithelial excimer laser debridement. *J Refract Surg* 2000;16:519-22.
- 19) Choi JY, Kim HC, Seo KY, et al. Refraction and visual outcome between the enhancement methods on regressed or undercorrected myopia after LASIK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:349-54.
- 20) Sadeghi HM, Seitz B, Hayashi S, et al. In vitro effects of mitomycin-C on human keratocytes. *J Refract Surg* 1998;14:534-40.
- 21) Netto MV, Mohan RR, Sinha S, et al. Effect of prophylactic and therapeutic mitomycin C on corneal apoptosis, cellular proliferation, haze, and long-term keratocyte density in rabbits. *J Refract Surg* 2006;22:562-74.
- 22) Teus MA, de Benito-Llopis L, Alió JL. Mitomycin C in corneal refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 2009;54:487-502.
- 23) Gambato C, Ghirlando A, Moretto E, et al. Mitomycin C modulation of corneal wound healing after photorefractive keratectomy in highly myopic eyes. *Ophthalmology* 2005;112:208-18.
- 24) Rajan MS, O'Brart DP, Patmore A, Marshall J. Cellular effects of mitomycin-C on human corneas after photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1741-7.
- 25) Lee DH, Chung HS, Jeon YC, et al. Photorefractive keratectomy with intraoperative mitomycin-C application. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2293-8.
- 26) Netto MV, Mohan RR, Ambrósio R Jr, et al. Wound healing in the cornea: a review of refractive surgery complications and new prospects for therapy. *Cornea* 2005;24:509-22.
- 27) Kim WJ, Shah S, Wilson SE. Differences in keratocyte apoptosis following transepithelial and laser-scrape photorefractive keratectomy in rabbits. *J Refract Surg* 1998;14:526-33.
- 28) Møller-Pedersen T, Cavanagh HD, Petroll WM, Jester JV. Corneal haze development after PRK is regulated by volume of stromal tissue removal. *Cornea* 1998;17:627-39.

= 국문초록 =

상피제거회전술을 이용한 굴절교정레이저각막절제술과 상피통과굴절교정레이저각막절제술의 임상결과 비교

목적: 상피제거회전술을 이용한 굴절교정레이저각막절제술(Brush PRK)과 상피통과굴절교정레이저각막절제술(Trans PRK)의 임상성적을 비교하고자 하였다.

대상과 방법: 한 술자에 의해 Brush PRK나 Trans PRK를 받고 1년 이상 추적 관찰이 가능했던 근시 환자 중에서 Brush PRK를 시행 받은 38명(73안)과 Trans PRK를 시행 받은 40명(73안)을 대상으로 각막상피 재생시간 및 술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월, 12개월의 시력, 굴절력 변화, 합병증 발생 여부에 대해 후향적으로 비교, 분석하였다.

결과: 각막상피재생 시간은 Brush PRK군이 3.67 ± 0.96 일, Trans PRK군이 3.27 ± 0.75 일로 Trans PRK에서 Brush PRK에 비해 상피회복 속도가 빨랐다($p < 0.05$). 술 후 나안시력은 술 후 1주일째 Trans PRK군이 0.09 ± 0.08 logMAR, Brush PRK군이 0.13 ± 0.12 logMAR로 Trans PRK군에서 빠른 시력회복을 보였지만($p < 0.05$), 술 후 1, 3, 6, 12개월의 시력은 두 군에서 차이가 없었다. 술 후 12개월째 현성 구면렌즈대응치의 비교 시 Trans PRK군이 -0.14 ± 0.62 D, Brush PRK군이 -0.31 ± 0.55 D로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 술 후 합병증은 Brush PRK를 시행한 2안(2.7%), Trans PRK를 시행한 군의 1안(1.4%)에서 각막혼탁이 발생하였다.

결론: 근시안의 교정에 있어서 Trans PRK는 Brush PRK와 비교하여 각막상피 재생의 빠른 치유와 시력회복을 보이나, 장기적인 시력 예후와 합병증 발생 면에서의 효과는 동등하다.

〈대한안과학회지 2014;55(9):1284-1290〉