

근시에서의 라섹과 TransPRK라섹 수술 후 고위수차 비교

박준성^{1,2*}

¹대구가톨릭대학교 안경광학과

²춘해보건대학교 안경광학과

After Lasek Surgeried and TransPRK Surgeried for Myopia, Comparison of High-order Aberrations

Jun-Sung Park^{1,2*}

¹Dept. of Optometry and Vison Science, Catholic University of Daegu

²Dept. of Optometry, Choonhae College of Health Sciences

(Received April 16, 2015; Revised April 22, 2015; Accepted April 30, 2015)

Abstract

Purpose: The aim of this study is to compare total high order aberrations between surgery which uses TransPRK and general laser assisted sub-epithelial keratomileusis.

Methods: The patients who had general laser assisted sub-epithelial and TransPRK laser assisted sub-epithelial by visiting ophthalmic clinic in Ulsan from January 2014 to August 2014 was researched.

Results: When comparing total high order aberrations before and after operation, it was found that total high order aberration in general laser assisted sub-epithelial group increased to $0.222\pm 0.078 \mu\text{m}$ from $0.074\pm 0.019 \mu\text{m}$ while that in TransPRK assisted sub-epithelial group increased to $0.179\pm 0.045 \mu\text{m}$ from $0.076\pm 0.032 \mu\text{m}$. When comparing the increment in total high order aberrations between two groups after surgery, it was found that the increments of TransPRK assisted sub-epithelial group were statistically smaller than that of general laser assisted sub-epithelial group ($p<0.05$).

Conclusions: This study made a comparative analysis of total high order aberrations between general laser assisted sub-epithelial and TransPRK assisted sub-epithelial which was introduced recently and the result showed a significant difference. The findings of this study suggest that TransPRK assisted sub-epithelial can be used widely in simply improving eye sight and quality of vision by reducing an increase in high order aberration caused by orthokeratology surgery. It is expected that TransPRK assisted sub-epithelial will be helpful for improving the understanding quality of eye sight which occurs by several methods of vision correction surgery.

Key words: High-order aberrations, Lasek, Zernike modes, Wavefront

* Corresponding Author : smfood@hanmail.net

1. 서론

의료기술과 의료기기의 발달로 약도와 중등도 근시안의 굴절교정수술은 우수한 시력교정과 안정성을 보여주고 있다.¹⁾ 굴절교정수술의 종류에는 PRK(photorefractive keratectomy), 라식(LASIK, laser-assisted in-situ keratomileusis), 라섹(LASEK, laser-assisted sub-epithelial keratectomy)이 있으며 이 들 중에서 라섹은 기존의 라식과 PRK의 장점을 결합한 수술방법으로 발생할 수 있는 위험요소에 비하여 그 효과를 증진시킨 비교적 안정성 있는 굴절교정수술방법이다.²⁾ 이러한 굴절교정수술들은 안경과 콘택트렌즈의 착용에 대한 불편함을 제거해주는 등 시 생활에 편리함을 제공하지만 대비감도의 감소, 흐려 보임, 눈부심의 증가 등 시 생활의 질 저하가 문제되고 있다.^{3,4)} 이러한 문제들은 굴절교정수술 후 관찰되는 고위수차의 증가와 밀접한 관계가 있으며⁵⁾ 특히 구면수차는 시력의 질 저하와 강한 상관관계가 있는 것으로 보고되었다.⁶⁾

이상적으로 원거리에서 오는 평행 광선은 한 점에서 맺혀야 하지만 눈으로 들어오는 빛은 완벽하게 한 점에서 모이지 못하며, 이러한 오차를 수차(aberration)라고 한다. 수차는 기본적인 굴절 이상을 나타내는 근시, 원시, 난시 등의 저위수차(low order aberration) 및 구면수차(spherical aberration), 코마수차(coma)등의 고위수차로 나눌 수 있다. 실제로 각막굴절수술 후 고위수차의 증가 원인에는 여러 가지가 있다. 수술 전 고위수차의 크기가 중요한 원인 중 하나이며, 그 외에도 연마중심이탈, 수술교정량, 각막의 비구면성과 불규칙성, 각막흔탁, 창상치유, 동공크기 및 수술 후 시간 경과 등도 수술 후 고위수차 증가의 원인으로 보고되어 있다.⁷⁾ 고식적인 굴절교정수술에서는 근시와 난시 같은 저위수차만을 교정하기 때문에 코마와 구면수차 같은 고위수차가 증가하게 된다. 이러한 고위수차를 줄이기 위해 웨이브프론트 기술이 도입되었으며⁸⁾ 선행 연구들을 살펴보면, 라식에서 웨이브프론트 방식을 이용한 경우와 이용하지 않은 경우를 비교하거나 라식과 라섹

에서 각각 웨이브프론트 방식을 이용한 경우를 비교하였으나,^{9,10)} 상피조직을 제거하는 다양한 방식에 따른 라섹계열 수술에서 웨이브프론트 방식의 효과에 대한 연구가 미비한 실정이다.

최근 여러 안과에서 빠른 시력회복과 시력의 질적 우수성을 강조하는 TransPRK 라섹 수술법을 많이 강조하고 있다. 여기에서 말하는 TransPRK 라섹 수술이란 레이저 펄스가 구면원주 표면으로부터 각막상피 조직을 제거하기 위해 사용되어지는, 즉 눈에 어떠한 도구도 사용하지 않고 상피조직을 제거하는 방식이다.¹¹⁾ 이는 희석한 알코올을 이용하여 각막실질과 상피세포 사이의 결합을 느슨하게 하여 느슨해진 상피세포를 한 쪽으로 밀어내고 레이저로 절삭을 시행하는 방식인 일반적인 라섹 수술과는²⁾ 상피세포를 제거하는 방식에서 차이가 난다. 이번 연구에서 TransPRK 라섹 수술을 선택한 이유는 일반 라섹 수술과 총 고위수차에서 어떠한 차이점 때문에 시력의 질적 우수성을 강조하는지 알아보려고 하였기 때문이다.

이에 본 연구는 일반적인 라섹 수술과 TransPRK 방식을 사용한 라섹 수술 후 고위수차를 비교분석하여 알아보려고 하였다.

2. 연구 대상 및 방법

2.1. 대상

2014년 1월부터 8월까지 굴절교정수술을 위해 울산의 안과의원을 내원하여 라섹 수술 또는 TransPRK 라섹 수술을 한 환자 중에서 33명(66안)을 대상으로 그들의 의무기록을 후향적으로 조사하여 분석하였다. 일반적인 라섹 수술 환자는 19명(38안)이었고 TransPRK 라섹 수술 환자는 14명(28안)이었다.

2.2. 방법

대상자들은 수술 전에 현성굴절검사, 각막두께검사, 안구수차검사를 수행하였으며 수술 1개월 후에 안구수차검사를 수행하였다.

현성굴절검사는 시력검사실에서 직접 실시하였으며, 시힘렌즈세트와 4 m거리의 시스템 차트(View M, 뷰엠테크놀로지)를 이용하여 동일한 공간에서 검사를 진행하였다.

각막두께검사는 렌즈스타(Lenstar LS900, Haag-Streit AG, Swizerland)를 사용하여 중심각막두께를 측정하였다.

안구수차검사는 Hartmann-Shack 방식을 이용한 Oculus사의 Pentacam (Zernike Analysis, Zernike order : 8, Optikegerate GmbH, Germany) 장비를 이용하여 maximum diameter 8.00 mm로 세팅 후 측정하였다. 검사는 어두운 공간에서 진행하였으며, 조절마비제는 사용하지 않았다. 본 조사에서는 측정된 고위수차 중 총 고위수차만을 대상으로 하였다. 수차분석의 지표는 RMS(root mean square)를 사용하였다. 고위수차를 분석한 이유는 고위수차가 없는 상태 (zero 인 상태)라면 굴절교정수술로 저위수차만 제거하면 아주 선명한 상을 보겠지만, 실제로는 레이저 수술 후 각막의 변형으로 고위수차가 증가해서 시력의 질적인 부분에서 영향을 미친다. 따라서 수술방법에 따른 고위수차를 비교해 보고자 수차검사를 하였다.

수술에 사용되었던 엑시머레이저는 절삭 시 중심이탈을 방지하기 위해 안구 추적 장치를 사용한 아마리스 750S(Schwind Amaris 750S, Schwind eye-tech solutions GmbH & Co. Kg, Germany)이었고, 수술모드는 각각 일반적인 라섹수술은 Lasek, TransPRK 라섹 수술은 TransPRK(transepithelial photorefractive keratectomy)이었다.

안구수차검사 결과는 수술 후 1개월 이상 일

때 시행한 검사결과를 사용하였고, 안구수차의 변화량을 수술 전과 비교분석하였다.

통계처리는 SPSS 20을 이용하였으며, 독립 표본 t-test를 실시하였으며, $p < 0.05$ 일 때 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수술 전 환자의 통계

라섹군에서 대상 환자의 평균 연령은 28.05 ± 5.26 세, TransPRK 라섹군에서는 28.86 ± 7.07 세 이었다. 수술 전 구면굴절력은 라섹군에서 -4.07 ± 2.39 D였고, TransPRK 라섹군에서는 -3.37 ± 1.34 D이었다. 수술 전 난시굴절력은 라섹군에서 -1.11 ± 0.70 D였고, TransPRK 라섹군에서는 -1.06 ± 1.27 D이었다. 수술 후 총 고위수차의 비교분석을 위하여 두 군 간의 구면굴절력이 비슷한 대상을 대상으로 설정하였다. 수술 전 각막두께는 라섹군에서 $544.74 \pm 37.71 \mu\text{m}$ 였고, TransPRK 라섹군에서는 $535.29 \pm 25.41 \mu\text{m}$ 이었다. 수술 전 총 고위수차는 라섹군에서 $0.074 \pm 0.019 \mu\text{m}$ 이었고, TransPRK 라섹군에서는 $0.076 \pm 0.032 \mu\text{m}$ 이었다(Table 1).

3.2. 총 고위 수차

수술 전 및 수술 후 안구수차를 비교해 봤을 때, 총 고위수차(total high-order aberrations)는 라섹군에서 $0.074 \pm 0.019 \mu\text{m}$ 에서 $0.222 \pm 0.078 \mu\text{m}$ 로, TransPRK 라섹군에서 $0.076 \pm 0.032 \mu\text{m}$ 에서 $0.179 \pm 0.045 \mu\text{m}$ 로 증가하였다(Table 2). 수술 후

Table 1. The patient's data and statistics before surgery

	LASEK	TransPRK LASEK	p value
Number of eyes	38 eyes of 19 patients	28 eyes of 14 patients	
Age(years)	28.05 ± 5.26	28.86 ± 7.07	0.598
Manifest sphere(D)	-4.07 ± 2.39	-3.37 ± 1.34	0.173
Manifest cylinder(D)	-1.11 ± 0.70	-1.06 ± 1.27	0.847
Central corneal thickness(μm)	544.74 ± 37.71	535.29 ± 25.41	0.237
Total HOAs(μm)	0.074 ± 0.019	0.076 ± 0.032	0.734

Table 2. The compare of HOAs between LASEK and TransPRK LASEK (before & after surgery)

	Before LASEK	After LASEK
Total HOAs(μm)	0.074 \pm 0.019	0.222 \pm 0.078
	Before TransPRK LASEK	After TransPRK LASEK
Total HOAs(μm)	0.076 \pm 0.032	0.179 \pm 0.045
F	0.117	6.942
p value	0.734	0.011

두 군 간의 총 고위수차의 증가량을 독립표본 t-test를 통해 비교해 봤을 때 TransPRK 라섹 수술이 일반적인 라섹 수술에 비해 고위수차가 작다는 것이 통계적으로 유의하게 나타났다 ($p < 0.05$). 이 결과는 TransPRK 라섹 수술이 일반적인 라섹 수술보다 수술 후 총 고위수차의 증가량이 작아서 시력의 질적인 면이 더 우수하다는 것을 의미한다.

4. 고찰

이번 조사에서는 라섹 수술에 있어서, 일반적인 라섹 수술과 최근 많이 시술 중인 TransPRK 라섹 수술을 기준으로 수술 전 후 수차의 변화를 측정하였다.

고위수차 분석에 있어서 검사장비의 한계로 고위수차의 각 개별적인 고위수차를 분석하지 못하고 총 고위수차만을 비교, 분석한 것이 이번 연구의 한계점이라고 할 수 있겠다.

이번 조사에서는 고도근시와 약도근시를 제외하였고, 경과관찰 기간이 짧아 모든 라섹 계열의 굴절교정수술에 일반화 시켜 적용하기에는 다소 제한점이 있다. 그러나 아직 TransPRK 라섹 수술 후 고위수차에 대한 연구결과가 국내에 보고되어진 것이 드문 상태에서 일반적인 방법과 TransPRK 방법 간의 고위수차를 비교분석한 점은 의의가 있다고 생각한다.

오 등¹²⁾의 보고에 의하면 웨이브프론트 라섹 수술 이후에 술 후 1개월에 비하면 술 후 3개월째 코마수차와 구면수차는 증가하는 경향을 보이지만 총 고위수차와 세 조각수차(trefoil aberration)는 변하지 않는 결과를 보여주고 있다. Chung 등¹³⁾의 보고에 의하면 수술 후 1개

월, 3개월, 6개월째에 측정했을 때 구면수차는 3개월까지 증가하는 경향을 보이는 반면 총 고위수차와 코마수차, 세 조각수차는 거의 변하지 않는 결과를 보여주고 있다. 이 연구를 보면 수술 후 어느 정도 기간이 경과했을 경우 총 고위수차는 수술 후 개월 수에 관계없이 변화가 거의 없다는 것을 보여준다.

이번 조사에서는 근시도가 비슷한 집단을 연구 대상으로 삼았다. 선행 연구들을 보면 근시도와 고위수차의 상관관계에 대해서는 상반된 연구결과들이 존재한다. 특정근시도 범위에서 고위수차와 근시도의 상관관계를 분석한 선행 논문에 의하면 총 코마수차는 근시도가 작은 균일수록 상관관계가 높았으며, 구면수차는 근시도가 큰 군에서 근시도에 따른 변화 폭이 더 커서 근시도 범위에 따라 상관관계가 있는 수차의 종류가 다를 수 있었다.¹⁴⁾

하지만, 다른 굴절오차와 고위수차의 관계를 보면 Cheng 등¹⁵⁾은 근시가 심할수록 구면수차가 증가한다고 하였으나, Wei 등¹⁶⁾은 근시의 정도와 총 고위수차, 3차, 4차, 5차의 합계된 고위수차, 구면수차가 관련이 없다고 하였고, 국내에서도 전 등¹⁷⁾이 구면렌즈대응치가 증가해도 코마수차와 구면수차는 유의한 변화를 보이지 않았다고 하고, 이 등¹⁸⁾도 구면렌즈 대응치와 총 고위수차 사이에 유의한 상관관계가 없다고 하였다.

이번 조사에서는 연령에 있어서도 비슷한 군을 대조하기 위해 20대~30대로 한정시켜서 후향적으로 조사를 하였다. 하지만, 선행 연구들을 보면 연령에 따른 고위수차의 변화에 관한 의견들이 존재한다. Kuroda 등¹⁹⁾은 총 고위수차가 나이에 따라 증가한다고 하였고, Berrio

등²⁰⁾은 총 고위수차와 각막수차, 구면수차와 수평코마수차가 연령에 따른 증가를 보인다고 하였으나, Amano 등²¹⁾은 나이와 각막의 구면수차와는 무관하다고 하였고, 나이가 들면서 안구의 구면수차가 증가하는 것은 수정체의 변화에 의한 것으로 설명하였다.

5. 결 론

이번 조사에서는 일반적인 라섹 수술과 TransPRK 라섹 수술 후 총 고위수차를 비교해 보았고, 그 결과는 유의한 차이를 보여주었다.

이를 통해 TransPRK 라섹 수술은 단순한 시력의 개선뿐만 아니라, 일반적인 라섹 수술과 비교하여 굴절교정수술로 인한 고위수차의 증가를 줄여서 시력의 질을 향상 시키는데 널리 사용될 것으로 생각된다. 또한 시력교정수술의 여러 가지 방법들을 사용하였을 때 발생하는 시력의 질에 대한 이해를 높이는데 도움일 될 수 있을 것으로 여겨진다.

참고문헌

1. Kim JS, Lee SB. Effects of Amount of Myopic Correction on Long-term Changes in Higher-order Wavefront Aberrations in ASA-PRK. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2010; 51(9):1184-1195.
2. Taneri S, Zieske JD, Azar DT. Evolution, techniques, clinical outcomes, and pathophysiology of LASEK: review of the literature. *Surv Ophthalmol.* 2004;49(6):576-602.
3. Lee MJ, Lee SM, Lee HJ, Wee WR, Lee JH, Kim MK. The changes of posterior corneal surface and high-order aberrations after refractive surgery in moderate myopia. *Korean Journal Of Ophthalmology.* 2007;21(3):131-136.
4. Wigledowska-Promienska D, Zawajska I. Changes in higher order aberrations after wavefront-guided PRK for correction of low to moderate myopia and myopic astigmatism: two-year follow-up. *European Journal Of Ophthalmology.* 2007;17(4):507-520.
5. Mrochen M, Kaemmerer M, Seiler T. Clinical results of wavefront-guided laser in situ keratomileusis 3 months after surgery. *Journal Of Cataract And Refractive Surgery.* 2001; 27(2):201-207.
6. Chalita MR, Chavala Sai, Xu Meng, Krueger RR. Wavefront analysis in post-LASIK eyes and its correlation with visual symptoms, refraction, and topography. *Ophthalmology.* 2004;111(3):447.
7. Lee SB, Choi BH. Analysis of Higher-Order Wavefront Aberrations in Standard PRK. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2005;46(9):1454-1464.
8. Hong JT, Lee JE, Kim JY, Kim MJ, Tchah HW. Clinical Results of Wavefront-guided LASIK. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2010; 51(11):1438-1444.
9. Kim YT, Chung ES. Clinical Result of Wavefront-guided Corneal Ablation: LASIK vs. LASEK. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2005; 46(7):1114-1123.
10. Chung SH, Lee IS, Lee YG, Lee HK, Kim EK, Yoon GY, Seo KY. Comparison of higher-order aberrations after wavefront-guided laser in situ keratomileusis and laser-assisted subepithelial keratectomy. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 2006;32(5):779-784.
11. Soheil AM, Samuel AM, Bahram S, Amir-Houshang O, Farsad N. On-line pachymetry outcome of ablation in aberration free mode TransPRK. *Eur J Ophthalmol.* 2014;24(4): 483-489.
12. Oh SJ, Lee IS, Lee YG, Kim EK, Lee JM, Seo KY. Comparison of Higher-order Aberrations (HOAs) between Wavefront-

- guided Laser in Situ Keratomileusis and Laser Epithelial Keratomileusis. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2004;45(10):1652-1659.
13. Chung SH, Lee IS, Lee YG, Lee HK, Kim EK, Yoon G, Seo KY. Comparison of higher-order aberrations after wavefront-guided laser in situ keratomileusis and laser-assisted subepithelial keratectomy. *Journal Of Cataract And Refractive Surgery.* 2006;32(5):779-784.
 14. Ryu NY, Kim SR, Park MJ. Correlations between Higher-order Aberrations and Myopic Degree. *J Korean Opt Soc.* 2014; 19(2):199-207.
 15. Cheng X, Bradley A, Hong X, Thibos LN. Relationship between refractive error and monochromatic aberrations of the eye. *Optometry And Vision Science: Official Publication Of The American Academy Of Optometry.* 2003;80(1):43-49.
 16. Wei RH, Lim L, Chan WK, Tan DT. Higher order ocular aberrations in eyes with myopia in a Chinese population. *Journal Of Refractive Surgery (Thorofare, N.J.: 1995).* 2006;22(7):695-702.
 17. Jeon DH, Choe TH, Lee HB. Age and Spherical Equivalent Related Changes in Wavefront Aberrations. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2004;45(2):266-273.
 18. Lee SJ, Kim HJ, Joo CK. Change of High-order Aberration after Wavefront-guided LASIK and LASEK. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2005;46(11):1848-1855.
 19. Kuroda T, Fujikado T, Ninomiya S, Maeda N, Hirohara Y, Mihashi T. Effect of aging on ocular light scatter and higher order aberrations. *Journal Of Refractive Surgery (Thorofare, N.J.: 1995).* 2002;18(5):598-602.
 20. Berrio E, Tabernero J, Artal P. Optical aberrations and alignment of the eye with age. *Journal Of Vision.* 2010;10(14):34.
 21. Amano Y, Yamagami S, Miyai T, Miyata K, Samejima T, Oshika T. Age-related changes in corneal and ocular higher-order wavefront aberrations. *American Journal of Ophthalmology.* 2004;137(6):988-992.