



근시 치료의 현재와 미래

장 동 진 · 주 천 기* | 가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학교실

Current and future options for myopia correction

Dong-Jin Chang, MD · Choun-Ki Joo, MD*

Department of Ophthalmology & Visual Science, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

*Corresponding author: Choun-Ki Joo, E-mail: ckjoo@catholic.ac.kr

Received March 5, 2012 · Accepted March 19, 2012

Myopia is a major public health problem and its prevalence is increasing over time in Korea. The main treatment options of myopia correction are spectacle lenses, contact lenses, refractive surgeries such as photorefractive keratectomy (PRK), laser in situ keratomileusis (LASIK), and laser epithelial keratomileusis (LASEK), phakic intraocular lenses and clear lens extraction. Each treatment option has its own indications and contraindications, and not only has some advantages over the others but also some disadvantages. The evidence shows that most therapies for myopia have stable and safe results, although some do not. Customized therapy, real time tracking and sensing, and femtosecond laser-assisted surgeries might be ubiquitous in the near future. This review will discuss current treatment options for myopia and will introduce possible future therapies.

Keywords: Myopia; Myopia correction; Refractive surgical procedures; Femtosecond laser

서 론

근시(myopia, nearsightedness)는 조절하지 않은 상태에서 무한대의 물체에서 나온 평행광선이 눈에 들어가서 망막보다 앞에 초점을 맺는 것을 의미한다[1]. 근시는 시력을 떨어뜨리는 굴절이상의 대부분을 차지하며, 백인은 25%, 흑인은 13%의 유병률을 보이는 것으로 보고되었다[2]. 2008년 국민건강통계에 의하면, 대한민국의 근시 유병률은 5세 이상 인구의 53%를 차지하며, 12-18세 인구에서는 80.4%, 19-29세에서는 74.1%, 30-39세에서는 65.4%의 유병률을 보인

다. 또, 2010년 발표된 국민건강보험공단 건강보험정책연구원의 보도자료에 따르면 근시로 인하여 진료실을 찾는 19세 이하 아동, 청소년 환자의 수도 2002년 553,642명에서 2009년 876,950명으로 58.4% 증가하여, 2009년 한해 근시의 치료에 들어간 건강보험 진료비는 총 469억 9천만 원에 이르렀고, 1인당 진료비는 53,585원이었다.

일상생활 중의 근시 치료가 시작된 것은 13세기 후반에서 14세기 초 안경이 발명되어 보급되던 때로 추정되며, 16세기 말부터 17세기 초에 이르러 그 과학적 기초가 정립되었다[3]. 이후 1888년에 처음으로 콘택트렌즈라는 용어를 사용하

© Korean Medical Association

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.

며 시력 교정용 콘택트렌즈의 개념을 역설하였고, 1940년대에 상용화되기 시작하였다[4]. 이후 과학과 기술의 빠른 발전에 힘입어 각종 기기들이 개발되었으며, 1983년 Trokel 등[5]이 각막에 엑시머레이저를 조사함으로써 근시교정의 새 시대가 열리게 되었다. 본 논문에서는 현재 시술되는 근시 치료의 종류와 장단점을 논의하고 향후 근시 치료의 발전 방향에 대하여 보고하고자 한다.

근시의 분류

근시는 다양한 방법으로 분류할 수 있다. 근시의 발생 원인에 따라 분류하면 축성근시(axial myopia)와 굴절성근시(refractive myopia)로 나눌 수 있고, 굴절성근시는 다시 곡률근시(curvature myopia)와 굴절률근시(index myopia)로 분류할 수 있다. 축성근시는 안구의 장축의 길이가 길어서 발생하는 근시로 대부분의 근시는 이에 속한다. 굴절성근시는 안구의 굴절 부분의 이상에 의한 근시이며, 곡률근시는 각막의 곡률이 크고 과한 경우이고, 굴절률근시는 눈의 매질의 굴절계수가 커서 발생하는 경우이다[6].

근시는 그 임상 양상에 의해 단순근시(simple myopia), 변성근시(degenerative myopia), 야간근시(nocturnal myopia), 가성근시(pseudomyopia), 유발근시(induced myopia) 등으로 구분할 수도 있다[6]. 단순근시는 가장 흔한 근시로 안구의 길이에 비해 그 굴절력이 커서 발생하는 형태이다. 변성근시는 안저의 병리학적 변화를 동반하는 형태로 높은 굴절 이상과 정상 이하의 시력을 특징으로 한다. 야간근시는 낮에는 시력에 별 이상이 없다가 어두워지면 근시가 되는 현상을 말하는데, 이는 밝은 곳에서는 동공이 수축된 상태로 있다가 어두운 곳에서 동공이 확대되면서 수정체가 가지는 수차의 영향이 커져서 발생한다. 가성근시는 섬모체 근육의 연속에 의해 원거리 시력이 떨어지는 경우를 말한다. 유발근시는 약이나 전신질환에 의해 유발되는 형태로서 당뇨병 등이 있는 경우 수정체의 수화가 일어나 굴절률이 증가하여 발생하는 굴절률근시(index myopia), 장기간의 빛이 제한된 곳에 있는 경우나 시거리가 제한된 곳에 있을 때 유발되는 형태결핍근시(form deprivation myopia)가

이에 속한다.

근시의 양을 표현할 때는 그 눈을 정시로 만들어주기 위해서 눈 앞에 대 주어야 하는 렌즈의 굴절력으로 표현한다. 렌즈의 굴절력을 표시하는 단위로 디옵터(diopter, D)를 사용하며, 초점거리(m)의 역수로 표기한다. 즉, 초점거리가 짧을수록 굴절력은 강하고, 디옵터의 절대값은 커진다. 눈의 굴절력에 따라 근시를 구분하기도 하는데, -0.75 D 부터 -3.00 D까지를 low myopia, -3.00 D 부터 -6.00 D까지 medium myopia, -6.00 D 이상을 high myopia로 구분한다.

근시의 치료

근시안에서는 시력 저하, 후포도종, 범무늬안저, 색소상피와 맥락막의 위축, 브루크막의 랙카칠균열, 망막하출혈, 맥락막신생혈관 등의 발생으로 인한 시력의 상실 등이 일어날 수 있으나, 본 종설에서는 망막에 초점이 맞지 않아 발생하는 시력저하의 치료에 대하여 주로 논의할 예정이다[7]. 굴절이상을 교정하기 위한 방법은 크게 눈의 해부학적 구조를 변경시키지 않는 방법과 변경시키는 방법으로 구분해볼 수 있으며, 눈의 해부학적 구조를 변경시키는 방법은 가역적인 방법과 비가역적인 방법이 있다.

1. 눈의 해부학적 변화를 시키지 않는 방법

1) 안경

안경은 근시를 교정하는 전통적인 방법이며 가장 널리 쓰이는 방법이다. 안경은 근시안의 초점을 뒤로 움직여 상의 망막에 맺히도록 한다. 그러나 안경착용 행위 자체의 불편함, 안경 렌즈가 가지는 광학적 특성으로 인하여 발생하는 상의 왜곡 등이 있어 안경을 벗고자 하는 욕구가 지속적으로 있어 왔다.

2) 콘택트렌즈

콘택트렌즈는 치료용 콘택트렌즈, 미용 콘택트렌즈, 시력 교정용 콘택트렌즈가 있다. 시력 교정용 콘택트렌즈의 경우 안경 착용의 불편함을 해소하고 안경에 비해 시력의 질이 우수하여 그 사용량이 증가하는 추세에 있다. 시력 교정을 위

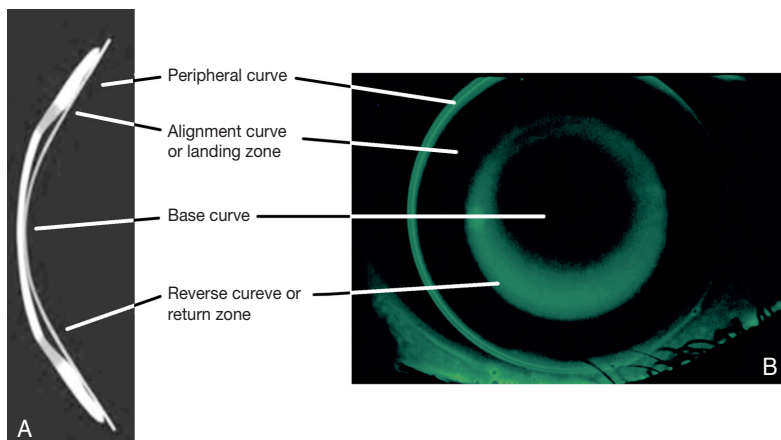


Figure 1. (A) Cross-section of reverse geometry lens. (B) Fluorescein pattern of reverse geometry lens.

한 콘택트렌즈는 그 재질에 따라 크게 소프트렌즈와 하드렌즈로 구분할 수 있으며, 기본 원리는 안경과 마찬가지로 환자의 눈의 굴절을 정시와 동일하게 만들어주는 것이다.

2. 가역적인 눈의 변화를 유도하는 방법

1) 각막굴절교정렌즈

콘택트렌즈를 계획적으로 이용하여 각막의 모양에 변화를 줌으로써 굴절 이상을 줄인다는 기본 개념은 약 50년전부터 제시되었으나, 렌즈의 재질과 디자인에 대한 이해의 부족, 각막 지형도 등 검사 장비의 부재, 렌즈의 제조기술의 부족으로 초창기의 각막굴절교정렌즈(orthokeratology lens)는 온전히 처방자의 경험에 의존하는 술기였다. 1990년대 중반 이후 이에 대한 과학적 검증과 이론적 정립이 이루어지고, 1994년에는 밤에 렌즈를 낀 채로 자고 낮에는 렌즈를 벗은 상태로 생활하는 현대적인 개념의 각막굴절교정렌즈가 도입되었다[8]. 각막굴절교정렌즈는 이른바 역기하렌즈(reverse geometry lens)를 사용한다. 일반적인 콘택트렌즈의 경우 각막보다 가파른 구조를 하고 있는 반면, 역기하렌즈는 그 중심이 주변부에 비해 평편하며 각막을 물리적인 압박하는 효과가 있다(Figure 1). 수면 시 렌즈를 착용하고 기상 시 렌즈를 벗었을 때 각막의 눌림이 지속되어 근시가 교정되는 효과를 이용한 것이며, 렌즈를 제거하는 경우 1개월 이내에 각막 눌림이 회복되기 때문에 가역적이다[9].

이 방법은 안구가 성장하여 안정화 되는 만 18세 이전 학동기와 청소년기 근시 환자에서 일상 생활 중 안경이나 콘택트렌즈를 사용하기 꺼려하는 환자에 적합하다.

3. 비가역적인 눈의 변화를 일으키는 방법

안구에서 굴절을 조절하는 부분은 각막과 수정체이다. 눈의 총 굴절력은 약 60 D이고, 각막은 약 40 D, 수정체는 약 20 D의 굴절력을 담당한다. 대부분의 근시는 안구의 장축이 길어, 상대

적으로 각막과 수정체의 굴절력이 망막에 맺히지 못하기 때문에 발생하므로, 이론적으로 각막이나 수정체의 굴절력을 낮추어 주거나 안구 축의 길이를 짧게 해주면 근시를 교정할 수 있다. 이 과정에서 난시와 초점 이상의 저위수차뿐 아니라 고위수차의 증가가 발생하여 시력의 질이 떨어지게 되고, 선명한 상이 망막에 맺히지 않는 결과를 초래할 수 있으며, 근시 교정수술의 발달은 이를 최소화 하거나 극복하기 위한 방향으로 이루어지고 있다.

1) 방사상각막절개술

1976년 소련의 Fyodorov는 주변부 각막의 전반부 및 공막에 국한된 방사상 절개를 시작하였고, 1980년 미국의 National Eye Institute에서 Prospective Evaluation of Radial Keratotomy study를 계획하여 추적 관찰한 결과를 보고하였다. 1978년부터 1994년까지 미국에서 약 25만 명이 방사상각막절개술(radial keratotomy) 시술을 받아 근시교정수술방법으로 널리 사용되었다[10]. 그러나 수술 수개월 후에 눈부심이 발생할 수 있고, 시력의 일차변동(diurnal variation)이 나타날 수 있다. 과교정 및 부족교정이 흔하게 나타나고, 대비감도의 감소, 상피낭종의 발생, 최대교정시력의 감소, 양안 부동시 등이 생길 수 있으며, 외상에 의한 절개부위 파열이 초래될 수 있어서, 엑시머레이저 굴절교정각막 수술이 등장하고부터 이 시술은 현재 거의 시행되지 않고 있다(Figure 2A).

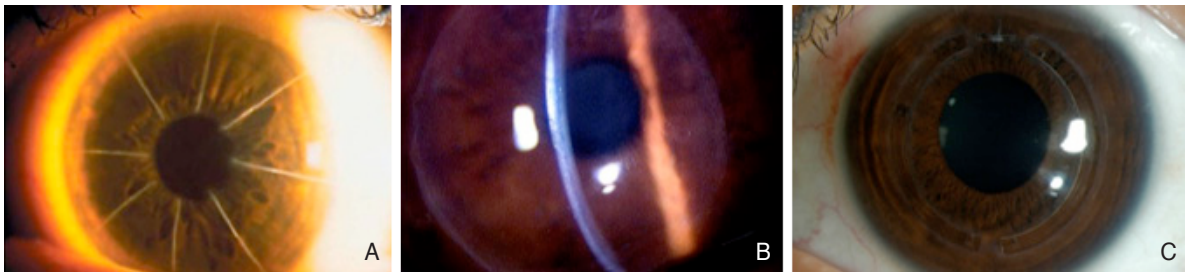


Figure 2. (A) Radial keratotomy scars on the human eye. (B) Epikeratophakia demonstrating a layer of corneal lenticule tissue over the host cornea. (C) Intrastromal corneal ring segments in the corneal stroma.

2) 상충각막렌즈이식술과 상충각막성형술

상충각막렌즈이식술(epikeratophakia)과 상충각막성형술(epikeratoplasty)은 근시 도수에 따라 사람 각막으로 제작된 표층각막판을 보우만막을 통과하는 동근 절개부위에 봉합시킴으로써 각막의 굴절력을 낮추어준다(Figure 2B). 무수정체안에서 좋은 결과가 보고된 후 근시, 소아 원추각막 등에서 쓰이기 시작했는데, 수술 결과의 예측도가 떨어지고 시력회복의 기간이 길며, 접합부의 흉터생성으로 인한 불규칙 난시가 발생하고, 결국 최대교정시력이 감소되어 최근 수술 예가 급격히 감소하였다[11].

3) 각막기질내고리 삽입술

각막내기질고리(corneal ring segments)는 -1.0 D에서 -3.0 D까지의 근시를 줄이기 위하여 고안된 재료로, 각막 주변부 기질 내에 넣어 각막중심부를 편평하게 한다. 1999년 US Food and Drug Administration (FDA) 승인을 받았지만, 그 결과를 예측하기 어려워 현재 근시 교정을 위해서보다는 원추각막의 진행을 저해하기 위한 용도로 사용되고 있다(Figure 2C).

4) 엑시머레이저각막절삭술

(1) 엑시머레이저의 원리

엑시머(eximer)는 excited dimer를 줄인 단어로서, 이 레이저가 각막의 실질에 조사되는 경우 각막의 부식이 일어나서 각막을 절삭하는 효과가 발생한다. 각막 절삭에 가장 효율적인 파장은 193 nm로 보고되었으며, 각막의 투명성과 광학적 기능을 좋게 유지하면서 시축 부위의 표층각막을 넓게 절제하여 새로운 각막 전면을 만드는 것을 레이저각막절제술이라고 부르고 있다[12]. 현재 사용되는 있는 엑시머레이

저 기계는 자동으로 동공의 중심을 선정하고, 안구추적장치의 작동에 의해 지속적으로 동공의 중심을 절제의 중심으로 유지하여 중심이탈을 예방할 수 있게 하는 경우가 일반적이다. 또한 절삭 시 사용하는 레이저의 조사방식도 진화하여 절제표면을 매끄럽게 유지하면서 정밀하게 절삭의 양을 조절할 수 있는 기술들이 개발되었다. 엑시머레이저를 이용한 근시 교정 수술은 각막의 표층의 처리방식에 따라 그 방법과 명칭이 달라진다.

(2) 굴절교정레이저각막절제술

굴절교정레이저각막절제술(photorefractive keratectomy, PRK)은 각막의 상피를 제거하고 각막기질을 엑시머레이저를 이용하여 절삭하는 방법이다(Figure 3A). 각막상피는 물리적으로 제거하거나, 알콜, 회전 브러시 등을 이용하여 벗겨낸다. 수술 후에는 안대용 연성콘택트렌즈나 압박 안대를 하고 1주간 항생제 안약을 점안하고 장기간 스테로이드 안약을 점안해야 한다. PRK의 경우 각막의 상피가 모두 재생하기 전까지는 통증이 심하고, 각막의 상피가 재생되는 과정에서 각막의 혼탁이 유발될 수 있으며, 중심부 중기, 부정난시 등이 유발될 수 있다. 또한 켈로이드가 있는 경우에는 수술의 비적응증이 된다[13].

(3) 레이저각막절삭가공성형술

레이저각막절삭가공성형술(laser in situ keratomileusis, LASIK)은 레이저와 각막절삭가공성형술(keratomileusis)의 복합수술이다. 각막절삭가공성형술은 각막절개도(keratome)로 각막을 벗겨놓은 뒤 다시 교정에 필요한 만큼 남아있는 각막 기질을 이차적으로 잘라내는 수술이다. 그러나 이차 각막절제가 부정확하여 시력교정의 오차가 생기고,

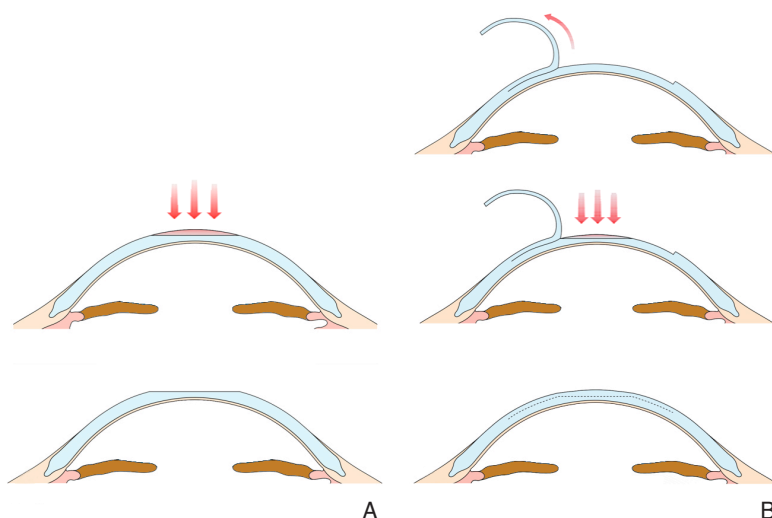


Figure 3. (A) Photorefractive keratectomy. After removal of the corneal epithelium, the excimer laser is used to reprofile the anterior curvature of the cornea, which changes its refractive power. (B) Laser-assisted stromal in situ keratomileusis. The flap, with its intact epithelium, is folded back, and as it drapes over the modified stromal surface.

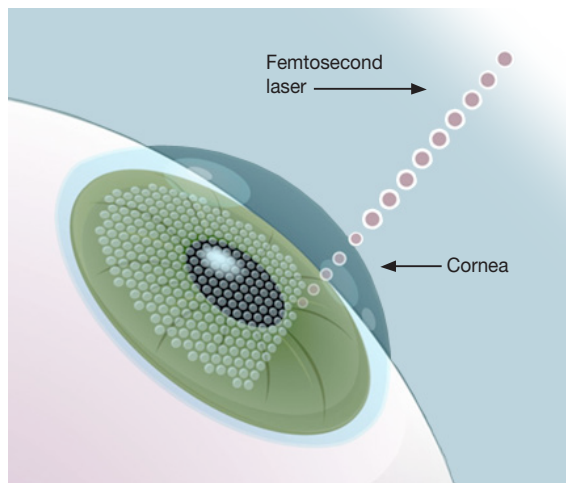


Figure 4. Corneal flap creation with femtosecond laser (courtesy of Abbott Medical Optics).

각막천공과 같은 심한 후유증이 염려되어왔다. 따라서 미세 각막절개도(microkeratome)로 각막절편(flaps)을 제작하고, 절편아래의 각막기질을 노출시켜 레이저각막절제술을 시행하는 굴절교정 수술법인 LASIK이 제안되었다(Figure 3B). 현재 미세각막절개도의 종류에 따라 절편의 두께는 90-180

micrometer로 다양하게 만들 수 있으나 술후 각막확장증을 예방하기 위하여 대개는 110-130 micrometer로 얇은 절편을 만든다. LASIK은 PRK와 달리 스테로이드 안약을 사용하는 기간이 짧으므로, 약을 넣기 싫어하거나, 스테로이드 안약에 예민한 사람에게 좋은 적응증이 된다. 또한 상피의 벗겨내지 않으므로 수술 후 빠른 회복을 원하는 경우에 좋은 수술방법이다[14].

근시의 양이 클수록 절제 깊이가 증가하게 되고 결과적으로 남아 있는 각막의 두께가 얇아지게 되는데, 이 두께가 300 micrometer 이하가 될 경우 수술 후 각막확장증의 위험이 커진다. 이때 각막절편의 두께는 각막을 물리적으로 지지하지 못하기 때문에 남아있는

각막 실질의 두께만을 계산한다. 따라서 LASIK은 -6.0 D 이하의 중등도나 경도근시에서 흔히 사용하나, -10 D에서 -12 D 이상의 고도근시에는 일반적으로 시행하지 않고, 각막이 정상보다 얇아 예상되는 잔여각막의 두께가 300 micrometer 이하이면 대개 시행하지 않는다.

(4) 레이저각막상피가공성형술

레이저각막상피가공성형술(laser epithelial keratomileusis, LASEK)은 PRK와 LASIK의 장점을 살리면서 단점을 보완한 수술로, PRK 수술 시 각막의 외피를 벗겨 제거하는 것과 달리 약물로 처리하여 각막외피를 제거하지 않고 잘 벗겨내어 절편을 만들고, 각막기질을 레이저로 조사한 다음 다시 덮어주는 수술이다. 각막상피편은 대개 에탄올 20%을 사용하여 각막의 기저상피세포의 유착구조물의 해리를 유도하여 만든다. LASEK은 PRK와 같이 각막상피하 표층각막기질을 연마하는 수술이므로 각막 두께에 따른 제한이 거의 없으며, 경도, 중등도 및 고도근시 환자에서 모두 시행될 수 있다. 그뿐 아니라 눈이 작거나 각막의 직경이 작거나 각막이 너무 불룩하거나 편평하여 절편 제작에 위험이 따를 경우에도 시술이 가능한 장점이 있다. 그러나 시력회복 속도가 느리

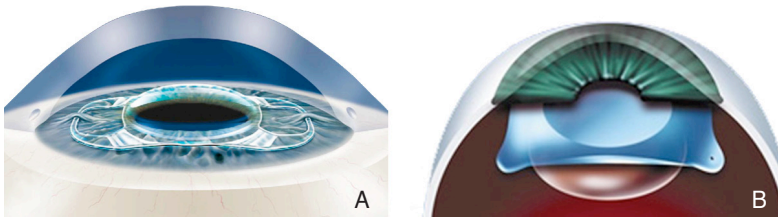


Figure 5. Phakic intraocular lenses. (A) Verisyse (courtesy of Ophtec). (B) Visian Implantable Collamer Lens (courtesy of STAAR Surgical Co.).

Table 1. Possible complications after phakic intraocular lens implantation related to the ocular tissues

Contact with	Complication
Endothelium	Endothelial loss, corneal edema
Iris	Pigment dispersion, chronic uveitis
Pupil	Pupillary block, angle closure glaucoma
Irido-coreno-scleral angle	Pupil ovalisation, peripheral anterior synechiae
Crystalline lens	Cataract formation

고, 수술 후 2-3일간 눈물흘림, 이물감, 눈부심 등의 불편이 있으며, 스테로이드 점안약의 사용기간이 LASIK에 비해 길고, 일부 환자에서 각막의 혼탁이 일어날 수 있다[15].

(5) Epipolis-LASIK

Epipolis (Epi)-LASIK은 LASIK보다는 LASEK과 유사한 수술이다. 에탄올을 이용하여 각막상피편을 만드는 경우 에탄올에 의한 화학적 손상이 유발될 수 있는데, 이를 대신하여 변형된 미세각막상피절개도(epithelial microkeratome)를 이용하여 기계적으로 각막상피절편을 제작한다. 이 수술의 적응증은 LASEK과 동일하다.

(6) M-LASEK

M-LASEK은 수술 후 발생할 수 있는 각막혼탁을 억제하기 위하여 항대사제인 미토마이신(mitomycin)을 수술 중에 사용하는 LASEK이다. 최근 저용량의 미토마이신을 사용하는 경우 수술의 결과에 영향을 미치지 않으면서 장기 관찰하는 동안 특별한 합병증의 발생이 없었다고 보고되었다[16].

(7) 펄토초레이저를 이용한 레이저각막절삭가공성형술

펄토초레이저(Femtosecond laser)를 각막에 조사하면 해당부위의 광과괴가 일어나는데, 작은 간격으로 각막 실질

에 연속으로 조사하면 정밀하게 각막을 절개할 수 있다(Figure 4). 이를 이용하여 각막절편을 만들고, 엑시머레이저를 조사하는 형태의 LASIK이 최근 개발되어 시행 중이며, 이를 펄토초레이저 장비 제조회사인 Abbott Laboratories (North Chicago, IL, USA)에서 iLASiK이라 명명하였고,

iFS-LASIK, IntraLASIK이라고도 한다[17]. LASIK 수술 중 합병증은 대부분 각막절개도를 사용하여 각막절편을 만드는 과정에서 발생하는데, 이때의 합병증은 동공이분(pupil bisection), 각막판 유리(free flap), 얇거나 천공된 단추모양 각막판(thin or perforated button hole corneal flap) 등으로 시력의 예후에 큰 영향을 미친다. 펄토초레이저를 사용하는 경우 이와 같은 합병증의 발생을 줄일 수 있고, 절개부위의 각도를 조절하여 수술후 각막편의 편위를 예방할 수 있는 고유의 장점도 있어 현재 널리 보급되고 있다.

(8) 맞춤굴절교정수술

빛이 망막에 맺히기까지 각막, 수정체, 유리체를 지나면서 굴절면이 고르지 못하는 경우 수차(aberration)가 발생하여 망막에 맺히는 상의 선명도가 떨어지고 시력이 저하된다. 수차는 수차계(aberrometer)로 측정하는데, 눈에서부터 나오는 빛의 파면(wavefront)을 감지하는 장치로, 눈 전체에서 발생하는 수차 현상을 관찰할 수 있다. 최근에는 이것을 분석하여 얻어낸 각막지형도를 이용하여 엑시머레이저 조사 시 환자 개인의 저위수차(low order aberration)뿐만 아니라 고위·수차(high order aberration)를 모두 교정할 수 있도록 하고 있다. 이를 맞춤굴절교정수술(customized corneal ablation)이라 하고 웨이브프론트 LASIK 또는 웨이브프론트 LASEK이라는 명칭으로 알려져 있다.

(9) 레이저 근시 교정술의 장기간 안전성과 안정성

근시교정을 목적으로 6개 대학병원 및 개인병원에서 2002년부터 2004년까지 엑시머레이저를 이용한 근시교정술(LASIK, LASEK, PRK 등)을 시술받은 총 2,638명(5,109안)의 의무기록을 분석한 결과, 수술 후 3년 시점에 나안시력 0.5 이상인 환자의 비율이 라식 95%, LASEK과 PRK 등 표

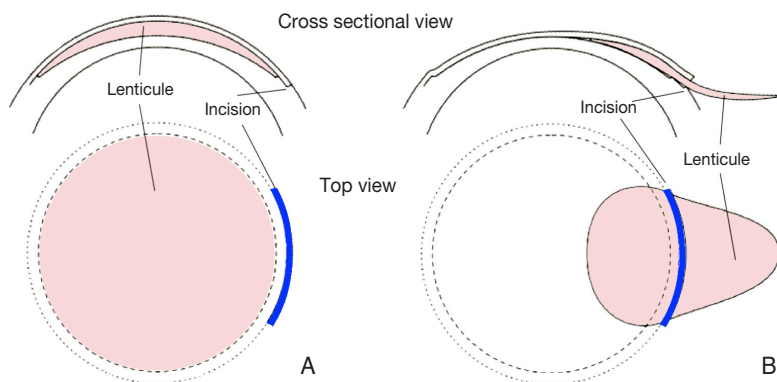


Figure 6. Schematic representation of femtosecond laser assisted small incision lenticule extraction. (A) Lenticule and incision site generated with femtosecond laser. (B) The lenticule being pulled out via the incision site.

면절제술은 97%로 시력교정에 효과가 있었다.

그러나 교정효과가 감소되는 근시퇴행은 수술 후 1년과 3년 시점에 LASIK 4.5%, 8%였으며 LASEK과 PRK 등은 8.6%, 13.4%로 관찰되었다. 또한, 총 2,638명(5,109안) 중, 26명(34안, 0.67%)에서 재수술이 필요하였고, 각막확장증은 1안(0.02%), 설명은 없었다. 각막혼탁은 LASIK (0.8%)에 비하여 LASEK, PRK 등의 표면절제술(7.7%)에서 더 많이 발생하는 것으로 나타났으나, 마지막 추적관찰 시점의 교정시력에는 차이가 없었고 두 시술 모두 경도근시에 비해 -6 D 이상의 고도근시에서 유의하게 많이 관찰되었다. 각막혼탁 발생이 LASIK에 비하여 표면절제술에서 높은 것으로 나타났으나, 표면절제술의 평균 각막 두께는 529.7 μ m로 라식의 546.6 μ m보다 얇아 적응증에 있어 차이가 있었다. 주관적 증상에 대한 전화 설문에서 근시교정술을 받은 지 5년이 경과한 환자 302명 중 약 20%가 야간 불편감 및 안구건조감이 술 전에 비하여 술 후에 심해졌다고 호소하였다. 요약하면, 엑시머레이저 근시교정술은 비교적 안전하나, 야간 불편감 또는 안구건조감 등의 자가보고증상이 나타날 수 있어 충분한 설명 후 시술하는 것이 중요하다 하겠다.

5) 유수정체 인공수정체 삽입술

유수정체 인공수정체 삽입술(phakic intraocular lens implantation)은 눈의 수정체를 그대로 둔 채, 인공수정체를 삽입하여 고도근시를 교정하는 방법으로 인공수정체의 삽입 위치와 교정 방법에 따라 앞방각고정인공렌즈, 홍채고

정인공렌즈 및 뒷방인공렌즈가 있다. 앞방각고정인공렌즈의 경우 각막내피의 손상과 홍채염 발생 등의 문제가 있어 미국 FDA 승인을 받은 것은 홍채고정인공렌즈인 Verisyse (Abbott Medical Optics, Irvine, CA, USA)와 뒷방인공렌즈인 Visian ICL (Staar Surgical Co., Monrovia, CA, USA)이다 (Figure 5).

유수정체 인공수정체 삽입술이 가지는 장점으로 첫째, 각막의 해부학적인 변화를 유발하지 않으면서 수차의 유

발이 적어 안정적인 시력 교정이 가능하다. 둘째, 각막 절삭량이 많이 요구되는 초고도근시 환자나, 각막이 얇은 환자에서는 엑시머레이저 시술이 불가능하지만, 안내렌즈는 이들 에게도 적용할 수 있다. 셋째, 라식에서 발생하는 각막 절편 이탈이나 각막 돌출증, 각막 혼탁의 발생 위험이 없다. 넷째, 안구 건조증이 악화되지 않는다. 다섯째, 빛번짐, 달무리 증상이 없다. 여섯째, 근시퇴행이 없다. 마지막으로, 시력 교정의 결과가 예상치와 다를 경우 제거 후 원상태 복원이 가능하다는 점이다. 현재 엑시머레이저 수술의 적용이 어려운 경우나 보다 나은 시력의 질을 원하는 환자에서 활발하게 시행되고 있다.

유수정체 인공수정체는 안구 내 구조물과의 물리적인 접촉에 의해 다양한 합병증이 발생할 수 있다(Table 1). 따라서 수술 전 안구 내 구조물의 형태 분석을 면밀히 하여 적절한 디자인의 인공수정체를 선택하여야 한다.

6) 투명수정체제거술

수정체 적출 후 낭내 인공수정체 삽입술은 백내장 환자에게 일상적으로 하는 수술이다. 백내장 수술 시 생체계측을 통하여 환자에게 맞는 도수의 인공수정체를 삽입하여 정시안으로 교정하는데, 안축장의 길이가 비정상적으로 길고, 고도근시가 있는 환자에서 다른 방법으로 시력의 교정이 어려운 경우라면 근시교정의 목적으로 백내장이 없더라도 이 같은 수술을 시행하며, 투명수정체제거술(clear lens extraction)이라 칭한다. 만약 근시 환자가 40대 이상으로 수정체

의 조절력이 저하되어 있고, 백내장의 발생이 예측되는 경우라면 이 수술이 더욱 효과적이라 할 수 있다. 최근 원거리와 근거리 시력을 모두 개선하는 다초점인공수정체, 난시를 교정하는 난시교정용 인공수정체의 개발이 활발하게 이루어지고 그 임상결과가 만족할 만하여 인공수정체 선택의 폭이 넓어지고 있다. 또한 백내장 수술과 기계의 발달로 수술 후 합병증의 가능성도 낮아 투명수정체제거술은 근시 교정의 좋은 치료방법이라 할 수 있겠다.

미래의 근시 교정 치료

1. 맞춤형 레이저굴절 수술의 개선

현재의 맞춤형 레이저굴절수술은 미리 수차계로 측정된 굴절이상을 보정할 만큼의 레이저를 예정된 양대로 조사하며, 그 위치가 어긋나지 않도록 하기 위하여 홍채를 인식하여 조사 위치를 추적한다. 광학기술과 컴퓨터의 발달로 수차를 실시간으로 측정해가면서 레이저 조사가 필요한 부분에 조사하는 기법이 개발 중이며, 이를 통하여 레이저굴절수술 이후 발생하는 빛변짐, 달무리 증상을 최소화할 수 있을 것이다.

2. 펄스초레이저 각막절삭가공성형술

펄스초레이저를 통한 정밀한 각막절삭이 가능해지면서 이전에 각막절개도로는 성공하기 어려웠던 각막절삭가공성형술과 그 변형된 수술이 시도되고 있다. 엑시머레이저로 각막 실질을 절삭하는 대신, 펄스초레이저를 이용하여 근시를 교정할 양 만큼의 미소볼록렌즈(lenticule)를 만들어 절제한 뒤 제거하는 방법을 써서 각막의 굴절력을 줄여주는 것이다(Figure 6). 현재 이 수술법의 장기 결과는 나오지 않았고, 단기 결과는 LASIK과 유사한 것으로 보고되었다[18]. 펄스초레이저는 조사 시간의 간격이 줄어들고 적절한 에너지를 조사하여, 각막실질에서 발생하는 공기방울과 부산물을 최소화시키는 방향으로 발전하고 있어 이 기술의 정확도는 더욱 커질것으로 기대되고 있으며, 변형된 방법인 소절개 미소볼록렌즈 제거술(small incision lenticule extraction)의 경우 레이저굴절교정수술 시 발생하는 안구건조증의 악화

가 거의 없어, 안구건조증이 심한 근시환자에 있어 좋은 선택이 될 것이다[19].

결론

다양한 시술과 광학기술의 발달로 현대 근시의 치료는 안정성과 안전성을 확보해가고 있다. 근시 환자의 연령, 생활 습관, 직업에 따라 안경, 콘택트렌즈, 각막굴절교정렌즈, 레이저굴절교정수술, 유수정체 인공수정체 삽입술 등을 선택하여 시행할 수 있으며, 각각의 치료는 근시 환자 개개인의 각막의 상태, 고위수차를 포함한 굴절정도, 안구 내 구조물들의 해부학적 위치 등에 따라 그에 맞는 적응증과 비적응증이 있다. 따라서, 정확하고 면밀한 술전 계측을 하고 수술을 계획한다면, 합병증의 위험을 최소화 하고 만족스러운 결과를 얻을 수 있을 것이다. 수술을 함에 있어 무조건 최근에 나온 기술과 술기가 모든 환자에 최선인 것으로 호도해서는 안 될 것이며, 근시 치료를 받는 환자에게 정확한 정보를 제공하는 것이 중요하겠다.

핵심용어: 근시; 근시 치료; 굴절교정수술; 펄스초레이저

REFERENCES

1. Chung SK, Kang SB, Kim HK, Rho CR, Paik JS, Lee NY. Explanation of ophthalmic terminology. Goyang: Naewaeahaksool; 2010. 177 p.
2. Mimura T, Azar DT. Current concepts, classification, and history of refractive surgery. In: Yanoff M, Duker JS, Wiggs JL, Miller D, Azar DT, Goldstein MH, Rosen ES, Rao NA, Augsburger JJ, Sadun AA, Schuman JS, Diamond GR, Dutton JJ, editors. Ophthalmology. 3rd ed. [Edinburgh]: Mosby Elsevier; 2009. p. 107-117.
3. Bennett AG. An historical review of optometric principles and techniques. Ophthalmic Physiol Opt 1986;6:3-21.
4. Fick AE. A contact lens: 1888. Arch Ophthalmol 1997;115:120-121.
5. Trokel SL, Srinivasan R, Braren B. Excimer laser surgery of the cornea. Am J Ophthalmol 1983;96:710-715.
6. Grosvenor T. A review and a suggested classification system for myopia on the basis of age-related prevalence and age of onset. Am J Optom Physiol Opt 1987;64:545-554.

7. Curtin BJ. Physiologic vs pathologic myopia: genetics vs environment. *Ophthalmology* 1979;86:681-691.
8. Coon LJ. Orthokeratology. Part I. Historical perspective. *J Am Optom Assoc* 1982;53:187-195.
9. Swarbrick HA. Orthokeratology review and update. *Clin Exp Optom* 2006;89:124-143.
10. Waring GO 3rd, Lynn MJ, McDonnell PJ. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1298-1308.
11. Kaminski SL, Biowski R, Koyuncu D, Lukas JR, Grabner G. Ten-year follow-up of epikeratophakia for the correction of high myopia. *Ophthalmology* 2003;110:2147-2152.
12. Sher NA, Chen V, Bowers RA, Frantz JM, Brown DC, Eiferman R, Lane SS, Parker P, Ostrov C, Doughman D, Carpel E, Zabel R, Gothard T, Lindstrom RL. The use of the 193-nm excimer laser for myopic photorefractive keratectomy in sighted eyes. A multicenter study. *Arch Ophthalmol* 1991;109:1525-1530.
13. Ditzon K, Anschutz T, Schroder E. Photorefractive keratectomy to treat low, medium, and high myopia: a multicenter study. *J Cataract Refract Surg* 1994;20 Suppl:234-238.
14. Shortt AJ, Allan BD. Photorefractive keratectomy (PRK) versus laser-assisted in-situ keratomileusis (LASIK) for myopia. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(2):CD005135.
15. Azar DT, Ang RT. Laser subepithelial keratomileusis: evolution of alcohol assisted flap surface ablation. *Int Ophthalmol Clin* 2002;42:89-97.
16. Teus MA, de Benito-Llopis L, Alio JL. Mitomycin C in corneal refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 2009;54:487-502.
17. Ratkay-Traub I, Juhasz T, Horvath C, Suarez C, Kiss K, Ferincz I, Kurtz R. Ultra-short pulse (femtosecond) laser surgery: initial use in LASIK flap creation. *Ophthalmol Clin North Am* 2001; 14:347-355, viii-ix.
18. Kullman G, Pineda R 2nd. Alternative applications of the femtosecond laser in ophthalmology. *Semin Ophthalmol* 2010;25: 256-264.
19. Sekundo W, Kunert KS, Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small incision lenticule extraction (SMILE) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism: results of a 6 month prospective study. *Br J Ophthalmol* 2011;95:335-339.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 최근 들어 국내 유병률의 급격한 증가를 보이고 있는 근시 관련하여 치료의 현재상황과 다가올 미래에 가능할 치료를 소개하고 있다. 고식적인 치료방법인 안경이나 콘택트렌즈를 통한 교정은 지금까지도 가장 보편적인 근시의 교정법으로 사용되고 있고 최근 들어 일정시간의 렌즈 착용으로 각막의 모양변형 유도를 통해 일시적인 교정 효과를 기대하는 각막굴절교정렌즈가 소개되고 있다. 특히 각막형태 변형을 통한 다양한 수술 관련하여 과거 역사적인 치료법부터 최근에 가장 널리 사용되고 있는 수술법의 장단점이 자세히 소개되어 있어 이 분야 전반을 이해하는데 매우 유용한 자료를 제공하고 있다. 막연히 생각하고 있던 국내 굴절수술의 현황에 대해 대규모의 분석을 통해 얻은 구체적이고 객관적인 결과를 제시하며 굴절수술의 효과와 예상되는 합병증을 분석하고 있어 수술에 대한 궁금증 해소에 도움이 될 것으로 기대된다. 각막을 변형시키지 않는 근시교정법으로 유수정체 인공수정체 삽입술과 투명수정체제거술을 소개하고 향후 예상되는 수술법들 역시 소개되어 있다. 최근 들어 생활 패턴의 변화 및 IT기기의 발전과 더불어 근시의 증가는 국가적으로도 매우 중요한 문제로 부상하고 있다. 이에 근시의 치료의 현재와 미래를 조망하는 이 논문은 이를 대처하기 위한 대안을 제시하는데 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

[정리·편집위원회]