

성대질환 환자에서 Pulsed Dye Laser(PDL) 치료의 유용성

연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과교실,¹ 음성언어의학연구소²

김 지 훈^{1,2} · 최 홍 식^{1,2}

The Efficiency of Treatment for Vocal Fold Disease by Pulsed Dye Laser(PDL)

Ji Hoon Kim, MD^{1,2} and Hong-Shik Choi, MD, PhD^{1,2}

¹Department of Otorhinolaryngology; ²Institute of Logopedics & Phoniatrics Yonsei University College of Medicine, Gangnam Severance Hospital, Seoul, Korea

서 론

1960년 Theodore Maiman이 루비 레이저를 발견한 이후,¹⁾ 레이저는 곧 의료계에서 사용되기 시작하였다. 사용 초기, 레이저로 인해 유발되는 조직 손상을 줄이고자 하는 노력과 조직에 흡수되어 원하는 작용을 수행하기 위한 적절한 파장을 찾으려는 수고는 수년 동안 계속되었다.²⁾ 이후 Patel에 의해 CO₂ 레이저가 발명되었고, 1967년 Jako와 Polanyi 등은 처음으로 사체의 후두에 레이저를 사용하였다.^{3,4)} 1968년에는 Breademier가 내시경을 개발하였고,⁴⁾ Jako가 내시경을 이용하여 드디어 레이저를 살아있는 개의 후두에 사용하였다.³⁾ 1980년대 들어 다양한 레이저가 발명되었고 현재 각각의 장단점에 따라 질환 별로 레이저를 구분하여 사용할 수 있게 되었다.²⁾

본 론

다양한 레이저는 넓게 두 가지 영역으로 나뉘볼 수 있다.⁵⁾ 광분해작용(Photoangiolyis)에 의한 레이저는

대표적으로 potassium-titanyl-phosphate(KTP)와 pulsed dye laser(PDL)가 있으며 헤모글로빈(hemoglobin)에 선택적으로 흡수되어 작용한다. 절단(cutting), 절개(ablating)에 의한 레이저는 CO₂와 Thulium이 있으며 대체로 수분에 흡수된다. 현재 이비인후과 영역에서 주로 사용되고 있는 레이저로는 CO₂, KTP, PDL 등이 있으며, 후두협착(stenosis), 후두유두종(recurrent respiratory papillomatous), 백반증(leukoplakia), 성대결절(nodule), 성대부종(Reinke's edema), 육아종(granuloma)등 다양한 이비인후과 영역의 질환을 치료하기 위해 사용되고 있다.⁶⁾

CO₂ 레이저는 주위 조직 손상이 적기 때문에 일찍이 1972년 이후로 각화증(keratosi), 결절(nodule), 폴립(polyp) 등 성대에 발생하는 여러 질환의 치료를 위해 사용되었다.⁷⁾ 또한 CO₂ 레이저는 다른 레이저에 비해 초점의 크기를 조절하여 작게 만들 수 있기 때문에 현재에도 작은 병변의 정확한 제거를 위해 꾸준히 사용되고 있다. 하지만 광섬유를 이용한 레이저의 사용이 어렵기 때문에 사용에 있어 후두경을 사용하여야 하고 따라서 전신마취가 필요하다는 사용상의 한계가 있다. 광섬유를 통한 레이저의 사용은 에너지를 조직에 전달할 때 접촉과 비접촉 어떤 상태에서든 가능하다는 특성이 있어 환자가 부분 마취 하에서도 레이저 치료를 받을 수 있게 된다. 결국, 광섬유를 통한 에너지 전달이 가능한 KTP와 PDL은 부분 마취 하에서도 자유롭게 사용이

교신저자 : 최홍식, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92 연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과교실
전화 : (02) 2019-3461 · 전송 : (02) 3463-4750
E-mail : hschoi@yume.yonsei.ac.kr

가능하다.⁵⁾ 이러한 여러 가지 이유로 성대노출이 어려운 환자에서 laryngeal mask airway(LMA)를 적용하거나 외래에서 환자가 앉아있는 상태에서 손쉽게 성대질환 치료에 이용할 수 있다(Fig. 1). 또한 광섬유의 굵기를 조절함으로써 작은 크기의 병변에 대해서도 정확하게 그리고 주위 표피층을 보존하면서 병변을 제거하여 주위 조직 손상을 최소화할 수 있게 되어,¹⁰⁾ 최근에는 이비인후과 영역에서도 PDL의 사용이 점차 확대되고 있다(Fig. 2).

PDL은 585 nm 파장의 혈관분해성(angiolytic) 레이저로 선택적 광열분해(photothermolysis)의 개념에 바탕을 두고 개발되었다. 앞에서 언급하였듯이, PDL은 헤모글로빈(hemoglobin)에 선택적으로 흡수되며 이후 열을 발생하여 주위조직의 손상을 최소화하면서 미세혈관의 응고를 유발하여 병변을 파괴하게 된다. PDL은 처음에 피부과 영역에서 혈관 기형 병변을 치료하기 위한 목적으로 사용되었고,⁸⁾ 최근에는 켈로이드와 같은 비후성 반흔의 치료에도 PDL이 효과적이라는 보고가 있으며, 이비인후과 영역에서도 PDL의 사용이 많이 시도되고 있는데, 후두유두종(laryngeal papillomas), 안면사마귀(facial verrucae), 육아종(granulomas), 성문이형성증(glottal dysplasia), 비출혈을 동반한 출혈성 혈관확장증(hemorrhagic telangiectasia)의 치료에서 좋은 결과를 보이고 있다.⁹⁾ 최근의 연구에서는 성대반흔(sulcus vocalis)의 치료에 PDL을 이용하여 조직을 연화(softening)시키고, 이를 통해 성대의 진동운동이 호전되었다는 보고도 나오고 있다.¹¹⁾

PDL을 이용한 성대구증(sulcus vocalis)의 치료

지금까지 성대구증의 치료에 사용된 수술적 방법은 제I형 갑상성형술, 자가근막주입법, slicing기법, 자가지방삽입술 등이 있으며 최근 2006년부터 저자들은 PDL을 이용하여 성대구증의 치료를 시도하고 있으며 이 술기를 “PDL sulcussoplasty” 로 명명하였다. 최근에 수년간의 애성을 주소로 내원한 13세 여아에 PDL sulcussoplasty를 시행하였다. 우선 왼쪽 성대에 PDL 조사를 시행하였고, 이후 왼쪽 성대에 한번 더 추가 수술을 시행하였다. 1차 치료 이후 29주째에 시행한 술 후 음성검사서서 MPT, MFR, FxM, NHR, Jitter%, Shimmer%, QxM에서 큰 호전을 보였고, 스트로보스코피 검사에서도 수술 받은 왼쪽 성대의 파동 운동 양상이 크게 호전된 것을 확인할 수 있었다. 비록 auditory perceptual judgment와 CFx, CAx 등 일부 수치에서는 약간의 악화 소견이 관찰되었지만 전체적으로 음성이 크게 호전된 것을 알 수 있었다. 2차 수술은 1차 수술 이후

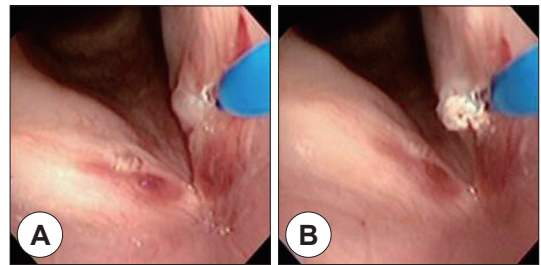


Fig. 2. Use of PDL for treatment of vocal fold polyp. A : PDL fiber (diameter 0.6 mm) is approaching vocal fold polyp on left vocal fold. B : Vocal fold polyp is removed by PDL radiation.

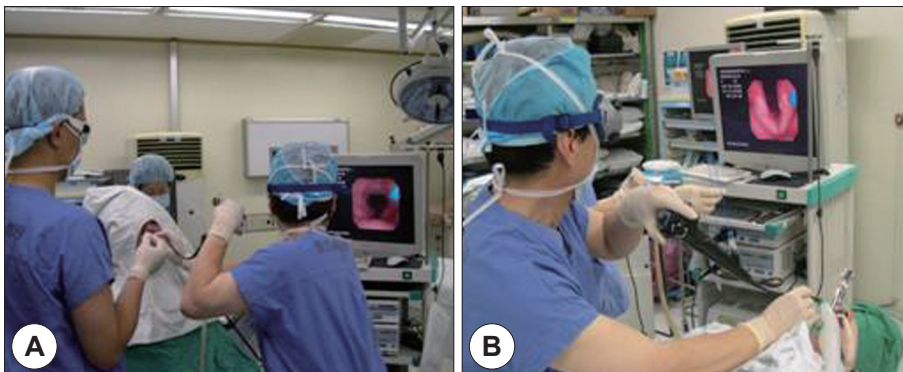


Fig. 1. Clinical applications of PDL for laryngeal surgery. A : Use of PDL through fiberoptic scope under local anesthesia. B : Use of PDL through LMA under general anesthesia.

29주째 시행되었고, 오른쪽에서도 약간의 성대구증이 확인되어 양측에 PDL sulcussoplasty 를 시행하였고 양측 성대에 하이알루론산(hyaluronic acid, Radiesse) 주입을 보조적으로 진행하였다. 2차 수술 후 26주째 시행한 최근 음성검사에서는 1차 수술 후 시행한 결과에 비해 모든 지표에서 큰 음성의 호전을 보였다. 이때 시행한 스트로보스코피 검사 상에서도 양측 성대에 발생

시 약간의 성대간 틈이 관찰되었지만, 거의 정상에 가까운 성대 파동 운동 양상을 보였다(Fig. 3).

PDL을 이용한 성대각화증(vocal fold hyperkeratosis)의 치료

성대각화증의 치료는 흔히 CO₂ 레이저를 사용하여 병변을 제거하나 종종 그 제거가 용이하지 않은 경우가 있고 또한 치료 결과가 기대에 미치지 못하는 경우가 흔하다. 또한 성대각화증은 전암 병변으로서 그 치료법위가 발생장애를 초래할 만큼 광범위하기도 하다. 따라서 의사와 환자는 함께 악성 가능성, 음성기능의 상실 정도, 재발가능성 등 여러 가지 요소를 고려하여 치료법 등을 함께 고민해야 한다. 기존에 성대각화증에 대한 치료법은 음성의 질을 고려하기 보다는 악성의 가능성을 우선시 하여 시행되었고 따라서 치료 후 환자의 음성이 술 전에 비해 생활이 곤란할 정도로 악화되기도 하였다. 반면 PDL은 혈관에 대한 선택적 광열용해현상을 통해 기저막내에서의 표피박리를 유발하여 기저막의 손상을 최소화하며 후두 점막의 기능을 장기적으로 회복시키는 것으로 알려져 있다. 이러한 이유에서 저자들은 성대각화증의 치료와 함께 음성도 보존하고자 PDL을 사용하여 성대각화증 치료를 시행하고 있다. 최근 우리는 외래에서 성대각화증이 의심되는 환자 8명에 대해 PDL로 병변의 치료를 시행하였다. 그들의 평균나이는 62세였으며 술후 음성학적 검사는 평균 12주 후에 시행하였다. 술전과 술후 Jitter, Shimmer, NHR, CFx, CAx, QxM, VHI 등의 음성학적 수치를 비교하였고 이들 중 NHR은 통계학적으로 의미있는 차이를

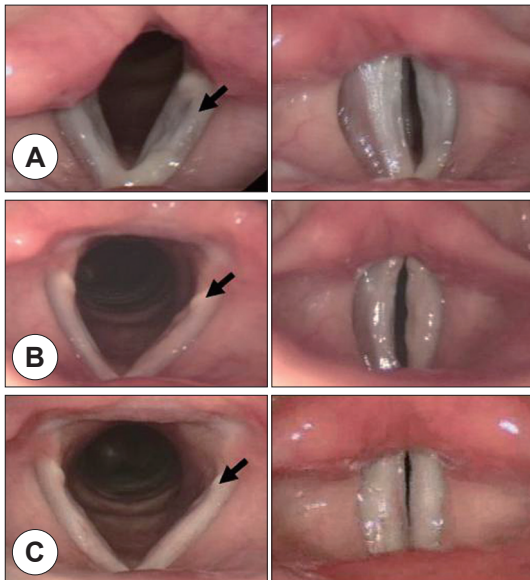


Fig. 3. Preop. and postop. videostroboscopic images of sulcus vocalis after PDL sulcussoplasty. After two time PDL sulcussoplasty, volume of true fold was increased and vibration was improved (black arrow). (A) Preop. videostroboscopic image. (B) Postop. videostroboscopic image after 1st PDL sulcussoplasty on left vocal fold. (C) Postop. videostroboscopic image after 2nd PDL sulcussoplasty on both vocal fold.

Table 1. Comparison of preop. and postop. voice analysis of 8 patients with hyperkeratosis treated by PDL

Parameter	Preoperative (mean ±SD)	Postoperative (mean ±SD)	p value
Jitter (%)	1.862 ± 1.517	2.068 ± 1.792	0.386
Shimmer (%)	6.782 ± 5.546	7.552 ± 4.652	0.386
NHR	0.181 ± 0.081	0.195 ± 0.084	0.012
CFx	12.584 ± 10.369	12.336 ± 11.668	0.889
CAx	8.545 ± 4.525	7.539 ± 4.979	0.069
QxM	49.250 ± 7.643	47.300 ± 6.477	0.160
Voiced	51.550 ± 13.740	49.220 ± 15.552	0.139
Voiceless	48.450 ± 13.470	50.780 ± 15.552	0.139
Fricative	6.725 ± 4.418	8.130 ± 3.882	0.959

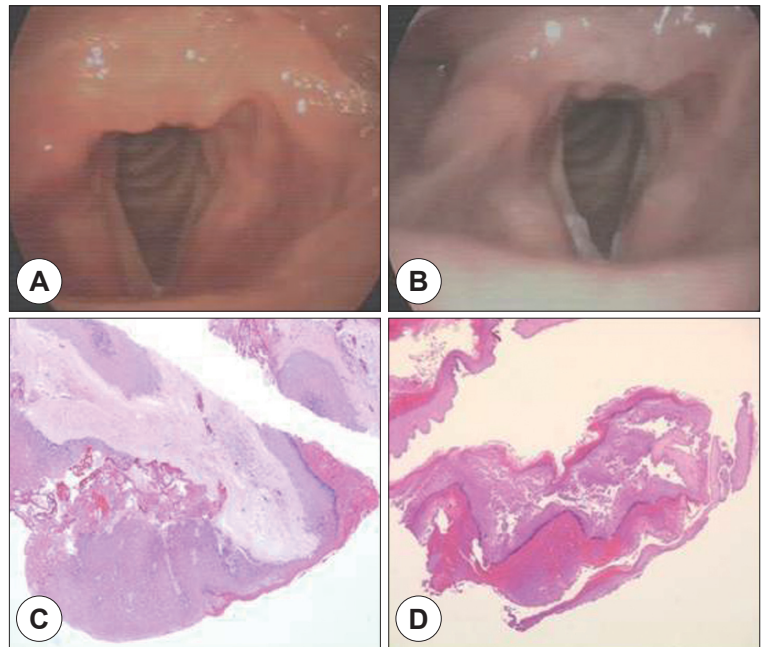


Fig. 4. Treatment of vocal fold hyperkeratosis by PDL radiation. After PDL radiation, lesion was removed completely and no scar was observed. Histologically, comparing that SLP was removed by treatment like stripping, PDL preserved SLP by cleavage line in basement membrane. (A) Preop. telescopic image of vocal fold hyperkeratosis. (B) Postop. telescopic image. (C) Histologic finding after CO₂ stripping(×40). (D) Histologic finding after PDL radiation(×40).

보였다(Table 1). 조직학적으로는 바깥점막고유층(SLP, Superficial lamina propria)의 선택적 광열용해작용(selective photothermolysis)을 통한 균열층(Cleavage plane)을 형성하여 기저막(Basement membrane)과 점막고유층(Lamina propria)이 보존되고 있음을 확인하였다(Fig. 4).

결론

PDL을 사용하여 성대 질환을 치료하는 방법은 병변의 제거 뿐만 아니라 성대의 기능을 보존하는 효과도 기대할 수 있어 지금까지 치료가 쉽지 않았던 성대구증이나 성대각화증과 같은 성대이형성증의 치료에 큰 이익을 가져올 것으로 판단된다. 지금까지의 여러 수술법들이 성대구증이나 성대이형성증의 치료에 사용되었으나 잦은 재발과 이에 따른 반복적인 치료로 인한 환자 부담 등 만족스러운 효과를 보이지 못하였고, 오히려 대부분 이차적으로 성대에 반흔을 유발해 성대의 경화(stiffness)를 일으킨다는 점에서 볼 때, PDL의 조직변성 원리를 이용한 PDL 조사를 통한 치료법이 지금까지의 치료법을 대신할 수 있는 좋은 치료방법으로 전망

이 있다. 비록 본 연구에서 저자들은 뚜렷한 음성 개선은 확인할 수 없었지만, 관찰된 성대의 상태나, 일부 환자에서 확인한 성대의 진동양상의 정상화 소견을 볼 때 앞으로 지속적인 연구가 필요하겠다.

중심 단어 : PDL · 성대구증 · 성대각화증.

REFERENCES

- 1) Maiman TH. *Stimulated optical radiation in ruby. Nature* 1960;187:493.
- 2) Ossoff RH, Coleman JA, Courey MS, Duncavage JA, Werkhaven JA, Reinisch L. *Clinical applications of lasers in otolaryngology-head and neck surgery. Lasers Surg Med* 1994;15(3):217-48.
- 3) Jako GJ. *Laser surgery of the vocal cords. An experimental study with carbon dioxide lasers on dogs. Laryngoscope* 1972;82(12):2204-16.
- 4) Polanyi TG, Bredemeier HC, Davis TW. *A CO₂ laser for surgical research. Med Biol Eng* 1970;8(6):541-8.
- 5) Yan Y, Olszewski AE, Hoffman MR, Zhuang P, Ford CN, Dailey SH, et al. *Use of laser in laryngeal surgery. J Voice* 2010;24(1):102-9.
- 6) Koufman JA, Rees CJ, Frazier WD, Kilpatrick LA, Wright SC, Halum SL, et al. *Office-based laryngeal laser surgery: a review of 443 cases using three wavelengths. Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;137(1):146-51.
- 7) Strong MS, Jako GJ. *Laser surgery in the larynx. Early clinical experience with continuous CO₂ laser. Ann Otol*

- Rhinol Laryngol* 1972;81(6):791-8.
- 8) Anderson RR, Parrish JA. *Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. Science* 1983;200(4596):524-7.
 - 9) Zeitels SM, Burns JA. *Laser applications in laryngology: past, present, and future. Otolaryngol Clin North Am* 2006;39(1):159-72.
 - 10) Franco RA Jr, Zeitels SM, Farinelli WA, Faquin W, Anderson RR. *585-nm pulsed dye laser treatment of glottal dysplasia. Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112(9 Pt 1):751-8.
 - 11) Mortensen MM, Woo P, Ivey C, Thompson C, Carroll L, Altman K, et al. *The use of the pulse dye laser in the treatment of vocal fold scar: A preliminary study. Laryngoscope* 2008;118(10):1884-8.