

1,470 nm 다이오드 레이저를 사용하여 대복재정맥류 치료에 필요한 에너지량에 대한 연구

서울SKY병원

강세훈

What Is the Optimal Energy Density of 1,470 nm Diode Laser in the Treatment of the Varicose Veins?

Se Hoon Kang, M.D.

Seoul SKY Hospital, Seoul, Korea

Purpose: This study was done to determine the suitable level of energy for the elimination of saphenous veins.

Methods: A randomized comparative study was done to determine the optimal linear endovenous energy density (LEED) for EVLT of incompetent great saphenous veins. Between October 2009 and September 2010, in 268 (173 women, 95 men) patients with a mean age of 43.1 (range 20~80) were treated, using a 1,470 nm diode laser at 10 watts in continuous mode. Patients were randomized to undergo EVLT with 100 J/cm (Group A) or 80 J/cm (Group B), respectively. They were evaluated clinically and by duplex at 1, 3, and 6 months and 1 year.

Results: There was no significant difference concerning gender, age, C of CEAP or diameter of the treated veins. Successful occlusion rates of the GSV, defined as the absence of flow on color doppler imaging, were 92% in Group A and 91% in Group B. There was no deep vein thrombosis, superficial burns or thrombophlebitis. In group A, visual analog scale was 3.7.6, which was higher than group B (2.3.2). The area of ecchymosis was 37.5% in group A, but 12.5% in group B.

Conclusion: There was no significant difference between 80 J/cm group and 100 J/cm group in terms of occlusion rate within 1 year. Long-term results will be required to determine the optimal level of energy. (J Korean Surg Soc 2011;80:221-225)

Key Words: 1,470 nm diode laser, Energy, Varicose veins

중심 단어: 혈관 내 레이저, 에너지, 1,470 nm, 정맥류

서 론

고전적인 하지정맥류의 표준치료법은 전신마취 혹은 척

추마취하 고위결찰 및 정맥발거술이었지만 최근에는 국소
마취하 EVLT가 대복재정맥류나 소복재정맥류의 치료에
있어 표준 수술법으로 시행되고 있다.(1,2) 또한 EVLT 도입
초기에 논란이 되었던 재발률에 대해서도 최근 연구결과에
따르면 고위결찰술 등의 수술 결과와 비교할 때 동일하거
나 더 우수하다고 보고되고 있다.(3,4) 하지정맥류는 양성질
환으로 생명에 위협을 주지 않기 때문에 효율적이면서 미
용적인 점을 고려하고 상대적으로 후유증과 합병증이 적거
나 없어야 하며, 치료와 관련된 통증이 경미할수록 이상적

책임저자: 강세훈, 서울시 송파구 가락동 36-1

☎ 138-160, 서울SKY병원

Tel: 02-3400-1000, Fax: 02-3400-1090

E-mail: animus70@snu.ac.kr

접수일 : 2010년 10월 8일, 게재승인일 : 2011년 1월 27일

본 논문은 2010년 추계 대한외과학회에서 포스터 발표 되었음.

인 치료법이라고 할 수 있다. 최근 810-nm, 940-nm, 980-nm, 1,320-nm 및 1,470-nm 등 다양한 파장의 혈관내레이저가 개발되어 정맥류 치료에 사용되고 있다. 이들 레이저의 혈관 내에서 작용 목표는 혈관의 전벽성 손상을 유발하는 것이다. 이를 위하여 레이저광섬유 말단부를 복재대퇴접합부에 거치하고 충분한 국소팽윤마취법을 사용하여 적절한 에너지를 적용해야 한다. 한편 적용 에너지 강도는 레이저 파장에 따라 각각 다른데, 810-nm 레이저가 전벽성 손상을 초래하기 위하여 알려진 에너지 강도는 15W임에 비하여 980-nm는 10W, 1,320-nm는 5 W인 것으로 보고된다.(4) 저자는 국내 의료계에서 널리 사용되는 1,470-nm 다이오드 레이저의 적절한 에너지 조사량을 알아보고자 본 연구를 진행하였고 문헌 고찰과 함께 보고한다.

방 법

1) 연구대상

2009년 10월 1일부터 2010년 9월 30일까지 정맥류의 치료를 위해 본원에 내원한 725명 중 경화요법만 필요했던 352명을 제외한 환자들 373명 중 CEAP 분류에서 C4이상 환자들 37명을 제외한 336명을 대상으로 연구하였다. 이들 중에서 다시 듀플렉스 초음파 검사를 실시하여 소복재정맥류나 관통정맥의 역류가 동반된 68명을 제외한 268명이 최종 연구대상 환자로 선정되었다. 이들 복재대퇴접합부의 기능부전만 동반된 대복재정맥류의 환자 268명을 대상으로 에너지량(linear endovenous energy density, LEED)을 100 J/cm 조사한 고에너지군과 80 J/cm의 저에너지군으로 각각 134명씩 분류하되, 이들 고에너지군과 저에너지군 환자의 선택은 혈관의 굵기에 상관없이 교대로 적용하여 결과를 비교하였다.

2) 평가방법

VCSS score는 평가항목인 통증, 정맥류 정도, 부종, 피부 변색, 염증 정도, 경결 유무, 정맥 궤양 수와 활성화 정도, 정맥궤양의 기간, 압박치료가 요구되는 정도 등을 측정하여 수술 전후 상태를 비교하였다. 듀플렉스 검사는 LOGIQ P5 (GE초음파, 미국)를 사용하여 도플러 모드상에서 복재대퇴접합부에 탐촉자를 거치하고 Milking법으로 0.5초 이상 역류가 관찰되면 양성으로 판정하였다. 대복재정맥의 직경은 기립자세에서 듀플렉스 초음파를 사용하여 복재대퇴접합부에서 1.5 cm 하방, 대퇴중간부위, 슬관절 내측부위 등

3곳에서 측정되었다. 조사된 에너지 총량을 기록하고 수술 1주 후, 1개월, 3개월, 6개월, 12개월에 외래 방문을 시행하도록 하여 듀플렉스 초음파 검사와 VCSS 평가, Visual analog scale (VAS) 통증정도를 평가하였는데 VAS 통증 점수는 통증이 없는 것을 0, 가장 아픈 것을 10으로 점수 매기도록 교육시켜 표시하였다. 또한 수술 후 반상출혈 면적(대퇴부 표면적의 75% 이상, 50~75%, 25~50%, 25% 이하로 분류)을 평가 측정항목으로 선택하였다.

3) 혈관 내 레이저 수술법

마취는 268명 모두 국소팽윤마취법을 사용하였는데 0.1% lidocaine TLA용액(tumescent local anesthesia)은 생리식염수 445 cc에 8.4% sodium bicarbonate (상품명 Bivon) 5 cc를 혼합하고, 1% 염산 리도카인 50 cc와 1 : 1,000 에피네프린 0.5 cc (1 : 1,000,000의 저농도 에피네프린이 포함된 0.1% 리도카인)를 혼합하여 사용하였다. 환자가 통증을 호소하는 경우 정맥마취를 위한 정맥 주사 경로를 확보하여 이를 통해 진정제 약물인 미다졸람(Midazolam), 포폴(propofol) 등을 사용하였다. 대상환자들에 대한 수술은 모두 1,470-nm 다이오드 레이저(디오텍레이저, 한국)를 7 W, 연속발진모드로 설정한 후 국소팽윤마취를 시행하고 듀플렉스 초음파 유도하 혈관 내 레이저 치료를 시행하였다. 수술 후에는 모두 class II의 압박스타킹을 최소 1주일 이상 착용하게 하였다.

4) 통계처리

자료의 분석은 SPSS version 12.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하였다. 상관관계 분석은 Chi-square test를 이용하였고, 통계학적 유의성은 log-rank test를 활용하였다. 모든 경우에서 P값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1) 임상적 결과

EVLT를 시행받은 환자 268명은 남성 95명(108지), 여성 173명(201지)이었으며 평균연령은 43.1세(범위 20~80세)였다. 추적관찰 기간 중 탈락자는 없었다. 두 집단의 인구학적 특성은 통계적으로 차이가 없었고 고에너지군은 남성은 47명, 여성 87명 저에너지군은 남성 48, 여성 86명이었으며 평균연령은 고에너지군 42.7세(20~79세), 저에너지군 43.5세

Table 1. Clinical features and operative outcomes

Clinical features		No. of patients	No. of patients (n=268)		P-value
			Group A	Group B	
Sex	Male	95	47	48	NS*
	Female	173	87	86	
Age	Mean	43.1	42.7	43.5	NS
CEAP	C2	240	121	119	NS
	C3	28	13	15	NS
GSV [†]	Mean length (cm)	309 limbs	38.5	39.6	NS
TLA [‡]	Solution (cc)	309 limbs	235	240	NS
Occlusion	Rate (%)	3 month	100	100	NS
		6 month	97	97	NS
		9 month	95	94	NS
		12 month	92	91	NS
VCSS [§]	Preoperative	268	4.6±0.6	2.5±0.3	NS
	Postoperative	268	4.5±0.7	2.3±0.6	NS
VAS	Postoperative	268	3.7±0.6	2.3±0.2	P=0.0041
Ecchymosis	Area (%)	309 limbs	37.5	12.5	P=0.0037

*NS = not significant; [†]GSV = great saphenous vein; [‡]TLA = tumescent local anesthesia; [§]VCSS = venous clinical severity score, ^{||}VAS = visual analog scale.

(20~80세)이었다. 이들의 CEAP 등급 분류는 고에너지군 C2 121명, C3 13명이었으며 저에너지군 C2 119명, C3 15명이었다(Table 1).

2) 레이저 수술 결과

고에너지군은 총 158지, 저에너지군은 총 151지를 치료하였다. 고에너지군의 대복재정맥평균 직경은 8.1 mm (범위 6.4~12.3 mm), 저에너지군의 평균 직경은 7.9 mm (범위 6.1~12.5 mm)이었으며 후퇴속도는 일률적으로 설정하지 않고, 총에너지의 50%를 근위부 1/3에 조사하고 이하 원위부에 나머지 에너지를 조사하였다. 고에너지군의 평균 대복재정맥류의 길이는 평균 38.5 cm이었으며 저에너지군의 대복재정맥류의 길이는 39.6 cm이었다. 사용된 TLA용액의 평균량은 고에너지군 235 cc, 저에너지군 240 cc로 통계적인 차이가 없었다. VCSS점수는 수술 전후 비교되었고 고에너지군의 VCSS 평균점수는 4.6.6, 수술 1개월 후 평균점수는 2.5.3이었고, 저에너지군의 VCSS 평균점수는 4.5.7, 수술 1개월 후 평균점수는 2.3.6으로 통계적인 차이가 없었다. 듀플렉스 초음파를 사용하여 검사한 대복재정맥의 폐쇄율은 고에너지군이 3, 6, 9, 12개월째 100%, 97%, 95%, 92%이었으며 저에너지군이 100%, 97%, 94%, 91%로서 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

3) 부작용

VAS 통증점수는 수술 1주 경과시점에서만 측정되었고 고에너지군은 수술 후 3.7.6, 저에너지군은 2.3.2로서 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 반상출혈면적은 고에너지군이 평균 37.5%, 저에너지군이 12.5%로서, 고에너지군이 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다. 양측 모두 심부정맥혈전증이나 복재신경손상은 없었다. 대복재정맥의 재개통이 확인된 경우 3% STS (sodium tetradecyl sulfate)를 사용하여 초음파유도하 거품경화요법을 시행하였고 모두 성공적으로 경화되었다(Table 1).

고 찰

정맥류의 치료는 전신마취나 척추마취하 정맥발거술 및 절제술이 전통적인 수술법이었지만 최근 EVLT의 도입으로 정맥류의 치료절차가 간소화되고 비침습적인 경향으로 전환되고 있다. EVLT에 주로 사용되는 것은 만도체 다이오드레이저로서, 다이오드(Diode)란 유리 또는 금속으로 된 진공용기 속에 음극과 양극 두 전극이 들어 있는 전자관으로 정의되고 이들 음극과 양극 사이에서 전자빔이 만들어진다.(5) 정맥류 치료에 사용되는 혈관레이저는 파장에 따라 혈액소 흡수율이 높은 810~980-nm 파장대의 다이오드

레이저와 수분 흡수율이 높은 1,320-nm Nd:YAG 레이저, 1,470-nm 다이오드 레이저 등이 있다. 이들 레이저는 혈관 내로 삽입된 레이저 광섬유 말단에서 발진되는 레이저광으로 혈관벽을 직, 간접적으로 파괴하여 혈관의 섬유화를 통한 소멸을 유도한다. 국내에 도입된 다이오드혈관레이저 기계에 사용되는 파장은 810-nm, 940-nm, 980-nm, 1,024-nm, 1,320-nm 및 1,470-nm 레이저 등 다양하다. 과거에는 810-nm, 980-nm를 주로 사용하였고, 최근 1,320-nm과 1,470-nm의 레이저가 널리 사용되고 있다.(6) 이들 혈관레이저를 사용한 시술에 따른 통증, 혈종의 발생, 신경손상 등 동반 가능한 합병증 발생률을 비교해 볼 때 각 파장에 따른 차이점은 통계적으로 없다고 보고되고 있으며, 특히 정맥폐쇄율은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 보고된다.(7) 이를 통해 볼 때, 레이저 치료의 핵심은 적절한 에너지를 대상 혈관에 조사하는 것이며, 이를 위하여 레이저 에너지 파장의 선택과 레이저 에너지 조사량의 결정 및 레이저 광섬유의 적절한 위치에 선정 등이 가장 중요하다고 할 수 있다.

일부 저자들은 직경과 레이저 에너지 조사량 사이에 비례 관계를 주장한다. 즉, 수술 전 환자를 기립자세를 취하게 하여 시술자가 대퇴부 분절 3~6부위에 대하여 듀플렉스 초음파의 B-mode상에서 횡단면의 직경을 측정하고 이를 통해 개략적인 에너지 조사량을 결정하는 것이 일반적이다.(4) 하지만 혈관의 굵기로 레이저 에너지량을 결정하는 것에 대하여 회의적인 연구자들도 존재한다. Theivacumar 등은 오직 LEED값이 60 J/cm 이상인 경우에만 대복재정맥류 폐쇄가 가능하며 정맥류 직경과는 무관함을 보고하였다.(8) 저자의 경우도 정맥직경을 고려하지 않고 듀플렉스 초음파상에서 복재대퇴접합부로부터 대퇴상단부 1/3지점까지 충분한 에너지를 공급하는 것에 중점을 두며 이는 듀플렉스 초음파의 B-mode상에서 혈관을 탐촉자로 압박하여 교합되지 않으면 레이저를 후퇴하는 것을 원칙으로 한다. 여기서 “충분한” 에너지량의 설정과 “적절한” 에너지량의 차이가 존재하며, 대복재정맥은 앞서 언급한 바와 같이 1,470-nm 다이오드레이저를 사용할 때 60 J/cm 이하에서는 폐쇄되지 않으므로 보다 높은 LEED의 에너지 조사가 요구된다. 하지만 과도한 에너지를 조사하게 되면 폐쇄율에는 큰 차이가 없고 통증이나 신경손상, 혈종 등을 유발할 수 있으므로 최대 에너지는 제한할 필요성이 있고 본 연구에서는 그 에너지량을 80 J/cm으로 보고하였다. 향후 80 J/cm

의 LEED를 사용한 경우 장기적인 성공률에 대한 추적조사가 요망되고, 다른 파장의 에너지에 대한 유사한 연구도 필요할 것으로 전망된다. 높은 파장 영역인 1,320-nm 및 1,470-nm 레이저들은 810 nm, 980 nm 등의 낮은 파장 영역의 레이저보다 낮은 강도의 에너지를 사용하여 치료할 수 있으므로 보다 통증, 혈종 생성 등의 부작용의 발생률도 낮지만, 이때에도 100 J/cm 이상의 과도한 에너지는 통증이나 혈종만 증가시킬 뿐 폐쇄율에는 차이가 없는 것으로 보고하고 있음을 주목할 필요가 있다.(9)

결론

1,470-nm다이오드 레이저를 사용하여 C3 이하 대복재정맥류의 치료시 100 J/cm의 고에너지를 적용하면 80 J/cm의 저에너지 적용할 때보다 통증 및 반상출혈의 빈도는 높아지는 반면, 폐쇄율은 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 1,470-nm다이오드 레이저를 사용하여 대복재정맥류를 치료할 때 80 J/cm의 LEED를 적용할 것을 제안하며, 이를 통하여 레이저 수술에 따른 통증과 혈종 등의 부작용을 줄일 수 있다고 생각한다.

REFERENCES

- 1) Navarro L, Min RJ, Bone C. Endovenous laser a new minimally invasive method of treatment for varicose veins - preliminary observations using an 810 nm diode laser. *Dermatol Surg* 2001;27:117-22.
- 2) Agus GB, Mancini S, Magi G, IEWG. The first 1000 cases of Italian Endovenous-laser Working Group (IEWG). Rationale, and long-term outcome for the 1999-2003 period. *Int Angiol* 2006;25:209-15.
- 3) Min RJ, Khilnani N, Zimmet SE. Endovenous laser treatment of saphenous vein reflux: long-term results. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:991-6.
- 4) Desmytère J, Grard C, Wassmer B, Mordon S. Endovenous 980nm laser treatment of saphenous veins in a series of 500 patients. *J Vasc Surg* 2007;46:1242-7.
- 5) Kang SH. The principle of the endovenous 980-nm laser treatment of saphenous veins. *J Korean Soc Phleb* 2008;7:13-7.
- 6) Kang SH. Small saphenous vein treated by ultrasound guided foam sclerotherapy. *J Korean Soc Phleb* 2009;8:9-11.
- 7) Mordon SR, Wassmer B, Zemmouri J. Mathematical modeling of 1470-nm and 1320-nm endovenous laser treatment. *Lasers Surg Med* 2007;39:256-65.
- 8) Theivacumar NS, Dellagrammaticas D, Beale RJ, Mavor AI,

Gough MJ. Factors influencing the effectiveness of endovenous laser ablation (EVLA) in the treatment of great saphenous vein reflux. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;35:119-23. Epub 2007 Nov 1.

9) Pannier F, Rabe E, Maurins U. First results with a new 1470-nm diode laser for endovenous ablation of incompetent saphenous veins. *Phlebology* 2009;24:26-30.