

# 정상 성인 남자에서 직선편광 근적외선의 성상신경절 근방 조사가 피부온도에 미치는 영향: 성상신경절 차단과 비교 연구

연세대학교 의과대학 마취과학고실, 통증치료실

이윤우 · 이세실 · 김진호 · 윤덕미 · 오경미

= Abstract =

## Effects of Linear Polarized Infrared Light Radiation Near the Stellate Ganglion on Skin Temperature in Healthy Man: Comparing to Stellate Ganglion Block

Youn Woo Lee, M.D., Se Sil Lee, M.D., Jin Ho Kim, M.D.  
Duck Mi Yoon, M.D. and Kyoung Mee Oh, M.D.

*Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Background:** We applied a machine that can emit linear polarized infrared light (SL: wave length 600~1600 nm) near the stellate ganglion in healthy volunteer to investigate the light and/or thermal effects of SL.

**Methods:** After the rest for 20 min. we checked the skin temperature on right cheek and 3rd finger, heart rate and diastolic and systolic blood pressure. Stellate ganglion block was performed with 1% mepivacaine 8 ml on right Chassaignac's tubercle of 6th cervical transverse process in 18 men (SGB group). Set the power to 1200 mW, on - off time = 1 sec - 2 sec, SL was radiated on right stellate ganglion region for 10 min (SLG group). Thereafter we checked above parameter on 1, 3, 5, 10, 30, and 60 min. to study the time course change of them.

**Results:** There was significant increase of skin temperature 5 min. after SGB and performed plateau until 60 min. after SGB. But there was no significant skin temperature change in SLG group. There was no significant change of systolic blood pressure and heart rate in both group. Diastolic blood pressure showed increasing mode in SGB group and there was a significant increase 10 min after SGB contrary to the decreasing mode in SLG group.

**Conclusions:** SL radiation near the stellate ganglion with normal function had not any effects on skin temperature, systolic pressure and heart rate.

**Key Words:** Linear polarized infrared light. Stellate ganglion block.

### 서 론

레이저는 광선이 일관성, 단색성, 일방성 등 이타이 적은 특성이 있어 의료용으로 많이 사용하게 되었으며 특히 저출력 레이저는 주위 조직의 손상 없이 국소 부위에 선택적으로 작용하여 피부 병변 및

류마티즘 치료에 적용되고 있다.

저출력 레이저를 조사한 경우 세포 성장을 자극하는데 그중에도 결체조직, 건조직, 골조직의 성장을 자극하나 암성조직과 세균의 성장에는 영향을 미치지 않는다고 한다. 한편 신경세포의 재생에도 영향력을 보이며 조직내에서 프로스타글란딘 감소, 조직활성도의 증가 등으로 항염증작용, 부종감소,

혈관 재생, 섬유조직의 형성 감소 및 신경 조직 기능을 자극하는 효과를 보인다고 한다.<sup>1)</sup>

최근 일본에서 저출력 레이저를 응용하여 만들어진 직선편광 근적외선 장치는 파장 0.6~1.6  $\mu\text{m}$ 의 적외선을 직선화하여 조사할 수 있는 기계이다. 직선 편광 근적외선은 굴절되지 않고 반향되지 않으므로 저출력 레이저선보다 심부까지 선 작용과 열 작용이 미칠 수 있는 것이 장점이다. 더욱이 정상신경절 부위에 직선편광 근적외선을 조사하여 손가락의 혈류가 증가한다는 보고<sup>2)</sup>뿐 아니라 정상신경절 차단 또는 저출력 레이저로 치료가 안되는 말초혈관 질환자에서 효과를 보았다고 보고가 있다.<sup>3)</sup> 그러나 어떤 기전을 통하여 상지의 혈류를 증가시키는지에 대한 정확한 이론은 제시되지 못하고 있다.

저자들은 정상 성인에게(Super Lizer HA-550, Tokyo Iken Co., Japan)을 이용하여 직선편광 근적외선(이하 SL)을 정상신경절 부위에 조사하고 과연 혈류를 증가시키는가를 확인하고 그 효과를 정상신경절 차단과 비교하여 정상신경절차단과 대체할 수 있는 치료법이 될 수 있는지를 보고하는 바이다.

대상 및 방법

남자 의과대학생 3학년중 지원자 36명을 대상으로 하였다. 연구 대상에서 제외된 경우는 고-저혈압, 갑상선 기능 이상증, 다한증, 콩팥 기능, 간 기능 등에 과거력이 있는 경우와 과체중 또는 비만증이 있는 경우였다. 대상자는 연구 목적을 모르게 하기 위해 통증클리닉에 실습 나온 첫날 무작위로 정상신경절 차단군(SGB군)과 직선편광 근적외선 조사군(SLG군)으로 나누어 시행하였다. 대상자의 평균 나이와 체중 및 키는 각각 24.1 및 25.1세, 67.5 및 71.9 Kg, 175.0 및 175.2 cm로 두 군간 통계적으로 유의있는 차이를 보이지 않았다.

모든 대상자는 실내 온도 20~22°C인 방에서 lead II의 심전도를 부착하였고 비침습적 혈압기는 좌측 상완에 디지털 피부온도계는 우측 외이도 앞 5 Cm 와 우측 제 3 원위지에 부착하였다. 20분간 양와위로 휴식을 취한 후 측정치를 대조치로 하고 정상신경절 차단 또는 직선편광 근적외선 조사를 시행하였다.

SGB군은 25 G, 5 cm 일회용 주사침으로 1% me-

pivacaine 8 ml를 제 6경추 횡돌기 결절에 기관측부 접근법으로 주사하였다. 주사후 호너씨 증후군이 나타난 경우 성공적인 정상신경절차단으로 평가하였다. SLG군은 초점 지름 7 mm의 국소 조사기를 이용하여 제 7경추 횡돌기와 제 1흉추 횡돌기 사이에 흉쇄유돌근을 외측으로 제치고 고정하였다. 조사 출력은 1200 mW, 조사시간은 on/off 1/2초로 하고 10 분간 조사하였다.

이후 1, 3, 5, 10, 15, 30 및 60분에 각각 심박수, 수축기 및 이완기 혈압 그리고 피부온도의 변화를 측정하였다. 측정치는 대조치에서 증감의 정도로 표시하였으며 시간대별 평균±표준오차로 표시하였다. 각군내 변화의 비교는 Repeated measured ANOVA test로 하였으며 Fisher's PLSD로 검정하였다. 두군간 비교는 paired t-test로 분석하였다. 분석치는 p<0.05 일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

1) 피부온도

SGB군에서 차단측 제 3원위지 피부온도는 차단 후 5분부터 통계적으로 유의 있는 증가를 보였으며 최고 상승시간은 차단 후 10분이었고 이후 60분 이상 지속되었다. SGB군에서 뺨의 피부 온도는 차단 후 5분부터 통계적으로 유의 있는 상승을 보였고

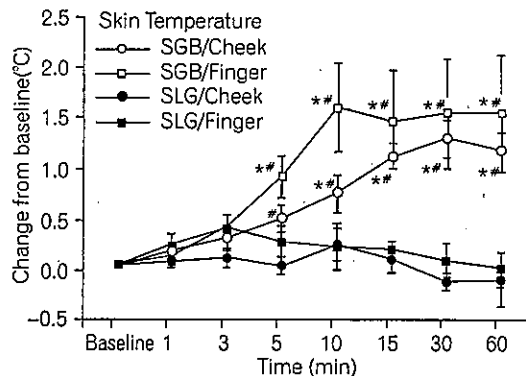


Fig. 1. Time course change of skin temperature on cheek and third finger after stellate ganglion block(SGB) or polarized light radiation near stellate ganglion (SLG). Data represented by mean±S.E. of bar. \*, p<0.05 vs baseline, #, p<0.05, SGB group vs SLG group.

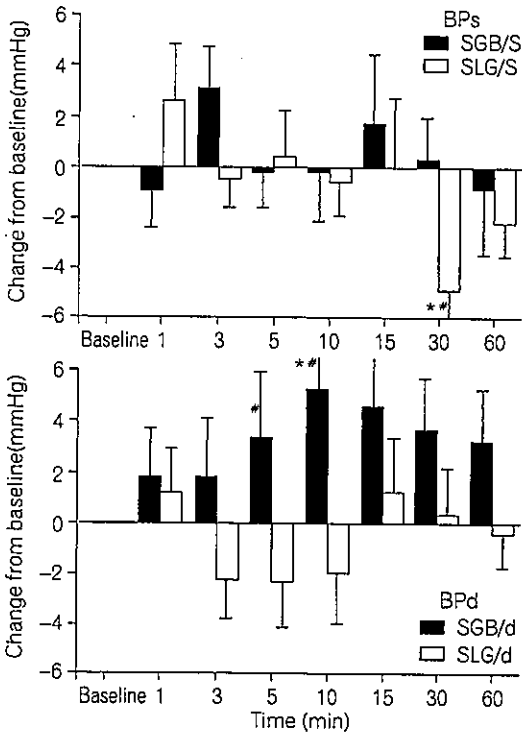


Fig. 2. Time course change of systolic blood pressure (BPs; top) and diastolic blood pressure (BPd; bottom) after stellate ganglion block (SGB) or polarized light radiation near stellate ganglion (SLG). Data represented by mean  $\pm$  S.E. of bar. \*, p < 0.05 vs baseline, #; p < 0.05, SGB group vs SLG group.

차단 후 15분에 최고에 다달아 이후 60분 이상 지속되었다. SLG군에서는 손가락의 피부온도가 조사 후 약 30분간 증가하는 경향을 보였으나 0.5°C 미만으로 통계적으로 유의 있는 변화를 보이지 않았다. SLG군에서 뺨의 피부온도는 조사 후 10분에 증가한 경향을 보였으나 0.5°C 미만으로 역시 통계적으로 유의 있는 변화를 보이지 않았다. 두 구간 차이는 SGB군이 SLG군보다 차단 후 5분부터 60분간 통계적으로 유의 있는 차이를 보였다(Fig. 1).

### 2) 수축기 혈압

SGB군의 수축기 혈압은 통계적으로 유의 있는 변화를 보이지 않았으며 SLG군의 수축기 혈압은 SL 조사 후 30분에 유의 있게 감소하였다. 양군간 비교도 30분후를 제외한 전 시간대에서 유의 있는 차이를

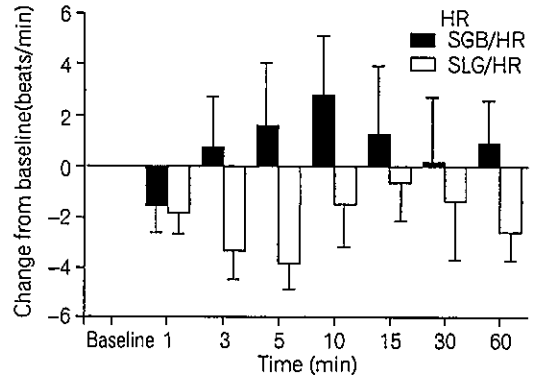


Fig. 3. Time course change of heart rate(HR) after stellate ganglion block(SGB) or polarized light radiation near stellate ganglion(SLG). Data represented by mean  $\pm$  S.E. of bar.

보이지 않았다(Fig. 2. Top).

### 3) 이완기 혈압

SGB군의 이완기 혈압은 차단 후 증가하는 양상을 보였으며 차단 10분 후 차단 전보다 통계적으로 유의 있는 증가를 보였다. SLG군의 수축기 혈압은 조사 후 3분부터 10분까지 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의 있는 변화는 없었다. 양군간 차이는 차단 5~10분후 SGB군이 SLG군보다 유의 있게 높았다(Fig. 2. Bottom).

### 4) 맥박수

SGB군의 맥박수는 차단 후 10분에 가장 크게 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의 있는 변화는 보이지 않았다. SLG군은 조사 후 5분에 가장 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의 있는 변화를 보이지 않았다. 양군간에도 60분간 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다(Fig. 3).

## 고 찰

통증치료 또는 재활요법으로 사용하는 온열요법에는 전도열을 이용하는 핫팩, 파라핀, 습포 적용 등과, 복사열을 이용하는 적외선, 마이크로웨이브 조사요법 그리고 열 교환을 이용하는 초음파, 저출력 레이저, 저주파 전기요법 등이 있다.

열 작용을 이용한 온열요법은 광선요법과 기전이

다른 점이 많으나 통증의 악순환 설에 의한 면을 생각하면 통증 완화의 기전이 쉽게 이해된다. 통증의 악순환 설이란 통증의 원인이 발생하면 교감신경계가 긴장하고 사지 말초의 혈관 수축이 발생하고, 혈관 수축은 조직으로의 혈류를 감소시키고 허혈상태에 이르게 하고, 허혈상태의 조직은 bradykinin 같은 발통 물질을 방출하게되어 통증은 더 심해지게 된다는 이론이다. 온열요법은 열 작용에 의해 말초조직의 혈관 확장과 혈류 증가를 일으키며 허혈 상태를 개선하고 발통 물질의 배출을 도와 통증의 악순환을 끊게된다. 한편 교감신경차단은 직접 지배신경 영역의 혈관 수축을 개선시키며 교감신경계의 활성을 억제하여 통증의 악순환을 끊는다.<sup>4)</sup>

저출력 레이저 광선을 이용한 통증 치료는 1985년 Warnke<sup>5)</sup>에 의해 이론적으로 확립되었는 바, 600~1,000 nm의 레이저광선은 인체 조직에서 전기적 화학적 에너지로 변화하며 세포사이에서 광선이 반향하여 주위조직까지 생체 자극 효과를 발휘하고 이로 인해 기능이 저하된 세포의 활력을 높인다. 저출력 레이저의 진통 효과는 그 작용 기전이 확실하게 규명된 것이 없으나 자율신경을 자극함으로써 혈관을 확장하여 혈류를 개선하고 근육의 긴장을 완화시킨다. 또한 레이저를 말초신경에 조사하면 과자극 효과 즉 신경세포막을 과분극시켜 그 활성 역치를 증가시키고 레이저의 광자 전하가 신경세포막의 전위차에 영향을 주어 탈분극현상을 억제하여 신경전도를 억제하는데, A $\delta$  fiber로 부터 gelatinous nucleus로의 자극 전도를 약 12~24시간 정도 차단할 수 있다. 또한 조사된 부위의 bradykinin을 감소시키고 척수후각으로부터 endorphine의 분비를 촉진시키는 작용도 있다.<sup>6)</sup>

이태현등<sup>7)</sup>도 급만성 피부창상에 조사한 결과 통증 완화뿐만 아니라 창상 치유에 좋은 결과를 얻었다고 한 바, 레이저가 부종을 빠르게 가라앉히고 정맥과 림프관의 재생을 도운 결과라 하였다. 저출력 레이저를 조사한 경우 세포 성장을 자극하는 데 그 중에도 결체조직, 건 조직, 골 조직의 성장을 자극하나 압성조직과 세균의 성장에는 영향을 미치지 않는다. 한편 신경세포의 재생에도 영향력을 보이며 조직 내에서 프로스타글란딘 감소, 조직활성도의 증가 등으로 항염증작용, 부종감소, 혈관 재생, 섬유조직의 형성 감소 및 신경 조직 기능을 자극하는 효

과를 보인다.<sup>8)</sup>

최근에 개발된 SL은 기존의 저출력레이저 치료기를 응용하여 보다 높은 출력(중출력)을 가진 직선편광을 이용하므로써 열 작용과 선 작용을 극대화시킨 기계이다. SL은 He-Ne 반도체를 이용한 단일파장 레이저 대신 슈퍼 아이오다인 램프를 광원으로 사용하고 편광 필터를 통해 단파수 성분의 근적외선(0.6~1.6  $\mu$ m)의 직선편광만을 선택적으로 조사하는 기계이다. 근적외선은 보통의 적외선(원적외선 포함)의 영역안에 있는 광선 중 생체 깊숙이 도달할 수 있으면서 기존의 레이저 파장 영역을 커버할 수 있다는 것이 특징이다. 레이저는 60 mW 정도의 저출력이나 SL은 1800 mW의 중출력을 가지므로 높은 에너지를 공급할 수 있다. 또한 조사 probe를 전환할 수 있어 적외선 치료기와 같이 피부 넓게 온열요법기로 사용 가능하며, 레이저 치료기와 같이 압통점에 집중조사할 수도 있다.<sup>4,6)</sup> 따라서 SL은 열 작용과 선 작용을 동시에 증강시킨 기계로 볼 수 있다.

임상적으로 성상신경절 부위에 조사한 결과 상지의 급만성 통증과 냉감을 호소하는 환자에서 의의 있는 통증 경감 효과와 온도 상승 효과가 보고되고 있다.<sup>3,9)</sup> 본 연구에서는 SL을 통증 부위나 환부에 직접 조사한 것이 아니고 성상신경절 부위에 조사하여 간접적으로 미치는 영향을 조사하기 위함이었는 바, 성상신경절 부위에 SL을 조사하여 손가락의 혈류가 증가한다는 보고<sup>2)</sup> 뿐 아니라 SGB 또는 저출력 레이저로 치료가 안되는 말초혈관 질환자에서 효과를 보았다고 보고<sup>3)</sup>가 있으나 성상신경절 부위에 조사된 SL이 상지의 혈류 증가를 일으키는 기전은 아직 확실하게 밝혀지지 않고 있기 때문이다.

Noro등<sup>10)</sup>은 정상 성인에서 SL 조사후 대조군에 비해 심박수가 감소하고 수축기 혈압이 증가하였으나 하지 피부온도가 약간(0.2~0.3°C, 최대 2°C) 증가한 반면 상지에서의 피부온도는 의의 있는 변화가 없었고 한편 뇌파검사상  $\alpha$ -2 파의 상대적 힘이 증가하는 것으로 보아 결과적으로 심혈관계 부교감신경계 기능의 활성화가 교감신경계를 억제하는 기능으로 그 기전을 설명하고자 하였다. 본 저자들의 조사에서는 SL 조사후 하지에서의 피부온도는 측정하지 않았으며, 손가락에서 측정한 피부온도가 15분간 증가하는 경향을 보였으나 통계적인 의의가 없었다. 또한 심박수와 수축기 및 이완기 혈압에 의의있는

변화가 없었다. 그에 반해 SGB군에서 뺨과 손가락의 피부온도가 의의있게 증가하였으나 수축기 혈압과 심박수는 의의있는 변화를 보이지 않았다. SGB 후 이완기 혈압이 증가한 것은 짧은 시간 내에 반복 측정된 결과로 생각되며 그에 비해 SLG군에서 통계적으로 의의 있는 변화는 아니나 감소하는 경향을 보인 것을 감안하면 SL이 이완기 혈압을 감소시키는 영향이 있을 가능성이 있으며 이 현상이 열효과에 의한 것인지 아니면 자율신경계의 변화에 의한 것인지는 더 많은 연구가 필요할 것이다.

우성상신경절근방 SL조사는 좌 경골신경의 근교감신경활동의 변화가 일어나며 개인의 차이가 많으나 심박수와 혈압의 상승 경향으로 보아 전신성 근교감신경 활동의 반응에 관계된다고도 생각된다. (間野忠明, 名古屋大學環境醫學研究所 자료 인용) 이는 국소마취제를 이용한 정상신경절 차단시 정상신경절 지배에서 멀리 떨어진 경골근에서 근교감신경활동의 축진이 발생함<sup>11)</sup>과 결과가 비슷한 바 국소적인 자율신경계 작용이 전신적으로 나타나는 간접효과가 나타나는 현상이 아닌가 생각된다.

결론적으로 SL은 정상 성인에서 직접적인 혈류 증가현상을 일으키지 못함을 알 수 있었으며 병적인 상태에서 혈류 증가를 일으키고 통증 정도를 감소시키는 기전에 대해서는 많은 연구가 뒤따라야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) Kert J, Rose L. *Clinical laser therapy: low level laser therapy. in Scandinavian Medical Laser Technology, Copenhagen. 1989; 29-160.*
- 2) Ohmori M. *Effects of polarized light irradiation near the stellate ganglion on digital blood flow waves. 바이오คลินิก 1996; 17: 572-6.*
- 3) Otsuka H, Okubo K, Imai M, Kaseno S, Kemmotsu O. *Polarized light irradiation near the stellate ganglion in a patient with Raynaud's sign. Masui 1992; 41: 1814-7.*
- 4) 渡部一郎. 光線照射療法 -直線偏光近赤外線照射を中心-. *J Clin Rehabilitation 1998; 7: 467-72.*
- 5) Warnke D. *An elemental working mechanism of a semiconductor laser effect on catalytic and redox processes. Inter Cong Laser Med Surg 1985; 59 in 채기영, 김해규, 김인세. 치료용 레이저를 이용한 통증 치료 경험. 대한통증학회지 1989; 2: 30-5.*
- 6) 대한통증학회. *통증의학. 군자출판사, 서울, 1995; 379-83.*
- 7) 이태현, 손덕희, 김보일, 조성경, 이상화. 저출력 레이저 조사에 의한 창상의 통증완화 및 치유조장. *대한통증학회지 1994; 7: 74-7.*
- 8) Mester E, Spiry T, Szende B, Tota JG. *Effect of laser rays on wound healing. Am J Surg 1971; 122: 532-5.*
- 9) Yoshizawa A. *The effect of irradiation of linear polarized light therapy around the area of stellate ganglion for relief of pain. J Bone Joint 1994; 7: 20-4.*
- 10) Noro H, Takayama S, Agishi Y. *Effects of stellate ganglion radiation by polarized light on the autonomic nervous system and electroencephalogram. 日温氣物医誌 1997; 60: 193-9.*
- 11) Ikeda T, Iwase S, Sugiyama Y, Matsukawa T, Mano T, Doi M, et al. *Stellate ganglion block is associated with increased tibial nerve sympathetic activity in humans. Anesthesiology 1996; 84: 843-50.*

1) Kert J, Rose L. *Clinical laser therapy: low level laser*