

# 개흉술 후 흉부동통억제를 위한 늑간신경냉동 요법과 약물주입요법에 관한 비교연구

최영호\* · 신재승\* · 황재순\* · 손영상\* · 김학제\*

=Abstract=

## Cryoanalgesia vs Bupivacain Intercostal Nerve Block for the Post-thoracotomy Pain

Young Ho Choi, M.D.\*, Jae Seung Shin, M.D.\*, Jae Joon Whang, M.D.\*,  
Young Sang Sohn, M.D.\*, Hark Jei Kim, M.D.\*

Post-thoracotomy pain is so severe that lead to postoperative pulmonary complications due to the patient's inability to cough, deep breathing and chest wall motion. Many authors have been trying to reduce the post-thoracotomy pain, but there is no method of complete satisfaction. In 1990, we reported the result that the cryoanalgesia reduce the immediate postoperative pain significantly. We try to compare the effect of cyroanalgesia with the effect of Bupivacain intercostal nerve block for the post-thoracotomy pain control. Ninety patients, who undergoing thoracotomy in Korea University Medical Center Guro Hospital between the January 1993 and September 1993, were evaluated. The patients were divided into three groups: Group A, control, the patients without pain control procedure (N = 30), Group B, the patients with Bupivacain intercostal nerve block (N = 30), Group C, the patients with cryoanalgesia (N = 30). Postoperative analgesic effects were evaluated by the scoring system which made arbitrary by author. The results were that the Bupivacain intercostal nerve block markedly reduced the immediate postoperative pain compare with two other groups, the cryoanalgesia reduced the immediate postoperative pain significantly compare with control group, the pain reduction effect of the two groups- cryoanalgesia and Bupivacain intercostal nerve block- were not different at postoperative seventh day, probably due to the action time of Bupivacain and the result that there were no significant complications of the procedures.

(Korean J Thoracic Cardiovas Surg 1994; 27: 942-7)

**Key words** : Postoperative pain, analgesia, cryoanalgesia, nerve block

## 서 론

개흉술후 동통은 매우 심각한 문제로 심호흡 및 기침을 억제하고, 흉곽의 호흡운동을 제한하여 기관내 분비물의

저류, 무기폐, 폐렴, 호흡부전 및 저산소증 등의 합병증을 유발한다<sup>1)</sup>. 또한 동통은 교감신경을 자극하여 말초혈관의 저항을 증가시키고 심근 산소 소비량을 증가시켜 술후 부정맥 및 심근 허혈상태를 초래하기도 한다. 더욱기 미주신

\* 고려대학교 의과대학 흉부외과학교실

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Korea University, Seoul

통신저자: 신재승, (150-050) 서울시 구로구 구로동 80번지, Tel. (02) 864-5111 (교: 381), Fax. (02) 866-6377

경을 자극함으로 오심, 구토 및 체내 호르몬의 증가에 따른 체내 수분증가와 고혈당을 유발하기도 한다<sup>2)</sup>.

따라서 술후 동통을 줄이기 위한 여러 방법들이 시도되고 있는데 현재 쓰이고 있는 방법으로는 진통제의 주사<sup>3)</sup>, 국소 마취제에 의한 늑간신경마비법<sup>4-8)</sup>, 경막의 마취<sup>9-11)</sup>, 늑간신경냉동요법<sup>12-21)</sup> 등이 있다.

본 교실에서는 1990년 늑간신경냉동요법이 개흉술후 흉부 동통을 억제하는데 좋은 효과가 있다는 연구 결과를 발표한 바 있다. 이번 연구는 개흉술후 동통억제 면에 있어서 늑간신경냉동요법과 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비법의 효과를 비교하였다.

### 대상 및 방법

본 연구는 1993년 1월부터 9월까지 9개월간 흉부외과에 입원, 흉부질환으로 개흉술을 시행받은 환자중, 정중액와절개와 후측방절개를 시행받은 90명을 대상으로 하였다.

나이는 17세부터 68세까지 평균 35세였으며 남자가 69명, 여자가 21명이었다. 술전에 대상군을 무작위로 추출하여 세개의 군으로 나누었다.

A군은 대조군으로, 수술시 동통억제를 위한 아무런 조치를 하지 않은 환자군이고, B군은 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비법을 시행한 군이며, C군은 늑간신경냉동요법군으로 각각의 군을 30명 씩으로 구분하였다. 대조군은 수술시 동통억제를 위한 아무런 조치를 취하지 않았으며 술후 진통제의 투여로 통증조절을 하였다. Bupivacain 에 의한 늑간신경마비군은 개흉한 늑간을 닫기전에 0.5% Bupivacain 20ml를 절개 늑간 상하로 2개씩, 총 4개의 늑간신경에 23 Gauge Spinal needle을 사용하여 각각 5ml 씩 직접 주사하였다. 그리고 늑간신경냉동요법군은 역시 늑간을 닫기전에 냉동 치료기와 소독된 탐침을 사용하여 절개 늑간 상하로 2개씩 총 4개의 늑간신경을 절개 부위보다 근위부에 각각 1분간씩 냉동 치료하였다<sup>12)</sup>.

수술이 끝난 후 회복실과 병실에서 주의깊게 관찰하여 자체적으로 정한 점수체계에 의해 각 군간의 차이를 비교하였다. 점수 체계는 세 항목으로 나누어, 환자가 호소하는 통증을 0점에서 4점, 수술한 측의 팔운동 정도에 따라 0점에서 3점, 하루에 진통목적을 위하여 투여된 진통제의 양에 따라 0점에서 3점으로 하고 상기 항목에 있어서 개인적인 편차를 배제하고 종합적인 판단을 하기 위하여 각 항목의 점수를 더하여 0점에서 10점으로 하였다<sup>12)</sup>(Table 1). 수술 후 진통제로는 비마약성 진통제인 Nalbuphine 10 mg

을 근주하였다.

점수평가는 관찰자 간의 주관을 배제하기 위하여 연구 기간 동안 한사람의 주치에 의해 판단, 결정토록 하였다. 평가시기는 수술 당일, 술후 1일, 술후 2일과 술후 7일에 각각 시행하여 경과를 관찰하였다. 각 군간의 비교는 ANOVA를 사용하여 검정하였으며 p-value가 0.05이하인 것을 유의성 있게 보았다.

### 결 과

각 군은 30명씩을 대상으로 하였고, 각 군별 나이는 A군이 17세에서 68세까지 평균 34.4세, B군이 17세에서 68세까지 평균 35.5세이었으며, C군이 18세에서 60세까지로 평균 35.3세였다(p-value 0.046). 남녀 성비는 A군에서 남자가 24명, 여자가 6명이며 B군은 남자가 20명, 여자가 10명 이었으며 C군은 남자가 25명, 여자가 5명이었다. 개흉 방법으로는 정중액와절개가 A군이 13명으로 43%, B군이 12명으로 40% 이었으며 C군이 12명으로 40%이었다. 후측방절개는 A군이 17명으로 57%, B군이 18명으로 60% 이었으며 C군이 17명으로 57%이었다. 수술시 시야확보를 위해 시행한 늑골절개는 A군이 12명으로 40%, B군이 15명으로 50%이었으며 C군이 12명으로 40%이었다(p-value 0.6) (Table 2).

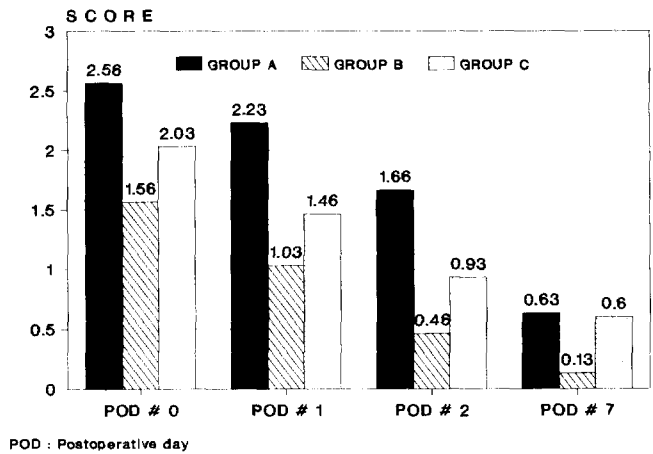
술후 동통의 변화는 수술당일 대조군이 평균 2.56, Bupivacain 군이 1.56, 늑간신경냉동요법군이 2.03으로 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비군의 통증억제 효과가 가장 좋았다(p-value 0.000). 술후 1일째는 대조군이 평균 2.23, Bupivacain 군이 1.03, 늑간신경냉동요법군이 1.46(p-value 0.000), 술후 2일째 대조군이 평균 1.66, Bupivacain 군이 0.46, 늑간신경냉동요법군이 0.93(p-value 0.000), 술후 7일째 대조군이 평균 0.63, Bupivacain 군이 0.13, 늑간신경냉동요법군이 0.6(p-value 0.002)로 역시 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비군의 통증억제 효과가 가장 좋았다(Fig 1).

술측의 팔운동장애의 정도를 보면 수술당일 대조군이 평균 2.5, Bupivacain 에 의한 늑간신경마비군이 1.46, 늑간신경냉동요법군이 1.63으로 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비군에서 운동장애가 가장 적었다(p-value 0.000). 술후 1일째 대조군이 평균 1.90, Bupivacain 군이 0.83, 늑간신경냉동요법군이 1.37(p-value 0.000), 술후 2일째 대조군이 평균 1.46, Bupivacain 군이 0.33, 늑간신경냉동요법군이 0.06(p-value 0.000), 술후 7일째 대조군이 평균 0.50, Bupivacain 군이 0.10, 늑간신경냉동요법군이 0.30(p-value 0.000)으로 역시 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비군의 술후

**Table 1.** Scoring system for postoperative pain

Subjective Pain	
0:	No pain
1:	No pain during rest, mild pain during exercise
2:	Mild pain during rest, severe pain during exercise
3:	Exercise impossible due to pain
4:	Respiratory difficulty and/or insomnia due to pain
Limited Motion of Operative Side	
0:	No limitation
1:	Arm elevation with small efforts
2:	Arm elevation with large efforts
3:	Arm elevation impossible without aids
Analgesics Requirement	
0:	No requirement
1:	1 time/day
2:	2 times/day
3:	3 times or more/day
Total Score	

## SUBJECTIVE PAIN SCORE



**Fig. 1.** Comparison of the pain score between the three groups (Group A: Control Group, Group B: Bupivacain intercostal nerve block Group, Group C: Cryoanalgesia Group).

**Table 2.** Patients Profile

	GROUP A	GROUP B	GROUP C
MEAN AGE	34.4 (17-68)	35.5 (17-68)	35.3 (18-60)
MALE: FEMALE	24:6	20:10	25:5
RIB RESECTION	12 (40%)	15 (50%)	12 (40%)
TRANSAXILLARY INCISION	13 (43%)	12 (40%)	13 (43%)
POSTEROLATERAL INCISION	17 (57%)	18 (60%)	17 (57%)

팔운동 장애가 가장 적었다(Fig. 2).

진통제의 투여량은 수술당일 대조군이 평균 1.13, Bupivacain에 의한 늑간신경마비군이 0.63, 늑간신경냉동요법군이 1.66으로 Bupivacain에 의한 늑간신경마비군에서 진통제의 투여량이 가장 적었다(p-value 0.02). 술후 1일째는 대조군이 평균 0.80, Bupivacain 군이 0.53, 늑간신경냉동요법군이 0.53(p-value 0.11)으로 B군과 C군에서 같은 정도의 진통제를 투여 받았고, 술후 2일째는 대조군이 평균 0.70, Bupivacain 군이 0.13, 늑간신경냉동요법군이 0.16 (p-value 0.000)이었다. 술후 7일째는 대조군이 평균 0.00, Bupivacain 군이 0.30, 늑간신경냉동요법군이 0.30으로 대

조군에서 가장 적은 량의 진통제를 투여 받았으나 p-value 0.6으로 유의성은 없었다(Fig. 3).

종합 점수를 비교하여 보면 수술당일 대조군이 평균 6.30, Bupivacain에 의한 늑간신경마비군이 4.07, 늑간신경냉동요법군이 4.33 (p-value 0.000)으로 Bupivacain에 의한 늑간신경마비군의 종합점수가 가장 적었다. 술후 1일째에는 대조군이 평균 5.00, Bupivacain 군이 2.50, 늑간신경냉동요법군이 3.33 (p-value 0.000), 술후 2일째는 대조군이 평균 3.83, Bupivacain 군이 1.00, 늑간신경냉동요법군이 1.70 (p-value 0.000), 술후 7일째는 대조군이 평균 1.11, Bupivacain 군이 0.26, 늑간신경냉동요법군이 0.23 (p-value 0.000)으로 역시 수술 직후부터 Bupivacain에 의한 늑간신경마비군의 종합 점수가 낮아 전체적으로 Bupivacain에 의한 늑간신경마비군이 효과가 있음을 알 수 있다.

또한 술후 평균 재원일수는 대조군에서 평균 13.2일, Bupivacain군에서 11.9일, 늑간신경냉동요법군에서 평균 11.5일 이었으나 통계적으로 유의성은 없었다(p-value 0.6).

## 고 찰

수술 후 동통은 환자로 하여금 수술 후 무기폐를 예방할 수 있는 심호흡 및 기침을 못하게 하여, 가래의 저류, 무기폐, 폐렴 등을 야기시키고, 더 나아가 저산소증, 호흡 부전을 일으키기도 한다<sup>1)</sup>. 특히 개흉술 후 흉부동통은 다른 수

## LIMITATION OF MOTION

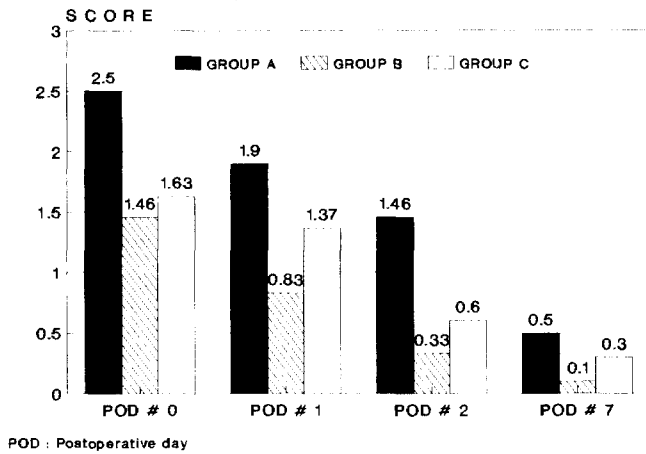


Fig. 2. Comparison of the limitation of motion between the three groups (Group A: Control Group, Group B: Bupivacain intercostal nerve block Group, Group C: Cryoanalgesia Group).

술보다 그 정도가 심하여, 많은 사람들이 수술 후 통증을 줄이기 위해 노력해 왔다<sup>3-21)</sup>.

수술 후 통증은 대부분 수술에 의한 직접적인 조직손상에 기인하나, 통증에 의한 반사적인 근육의 긴장과 복부장기의 팽만에 의해 더욱 가중된다. 그외에 술후 통증의 정도에 영향을 미치는 인자로는 환자의 나이에 따라, 노인 또는 나이가 어린 경우 통증에 대해 비교적 덜 민감하며, 개인적인 성향에 따라 다르며, 수술의 방법과 절개의 크기, 이전에 상당한 통증이 있었던 환자에서 그 통증을 완화시켜 주지 않았던 경우에 민감히 반응한다. 환자들은 움직이거나 기침을 함으로써 더욱 통증이 악화된다는 두려움으로 운동과 기침을 하지 않게 된다. 또한 심호흡시에도 통증이 가중되며, 근육의 긴장으로 인하여 적은 폐활량으로 알고 빠른 호흡을 하게 된다<sup>1, 12)</sup>. 따라서 폐기능에도 변화가 오게되어 폐활량(Vital capacity, VC), 기능적잔기량(Functional residual capacity, FRC), 최고호기류량(Peak Expiratory flow rate, PEFR), 1초 강제호기량(Forced Expiratory volume for 1 second, FEV1) 등이 감소된다. 수술에 의한 폐기능의 저하는 폐활량이 약 30% 정도 줄어들며, 기능적잔기량도 약 30% 정도 줄어든다<sup>1-3)</sup>. 특히 기능적잔기량의 변화는 폐포의 허탈을 나타내는 중요한 지표로, 많이 감소하면 폐쇄용적이 증가하게 되고 소기관지가 일찍 막혀 무기폐가 잘 발생한다<sup>12)</sup>. 기능적잔기량의 감소를 일으키는 원인으로는 수술후 폐 간질 수분의 증가 및 흉곽내 혈액의 저류, 기관지내 분비물 저류로 인한 기관지 폐쇄,

## ANALGESICS SCORE

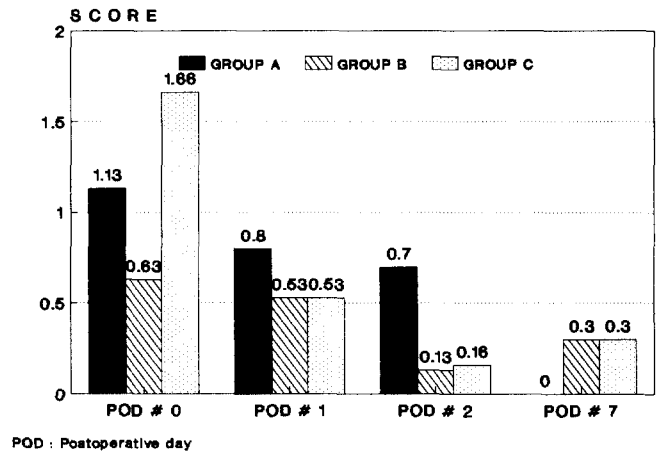


Fig. 3. Comparison of the analgesic requirements between the three groups (Group A: Control Group, Group B: Bupivacain intercostal nerve block Group, Group C: Cryoanalgesia Group).

## TOTAL SCORE

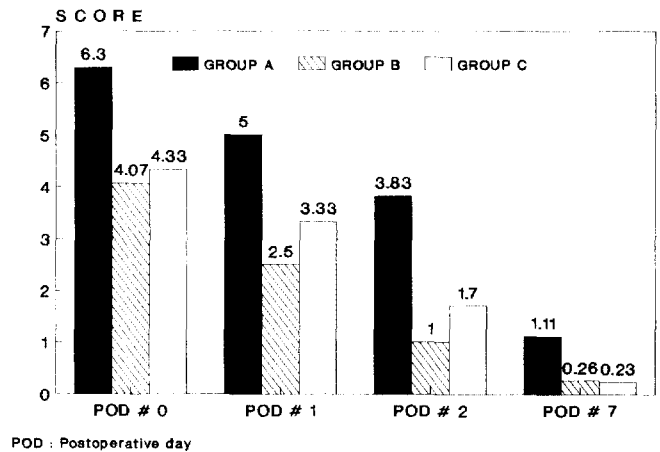


Fig. 4. Comparison of the total score between the three groups (Group A: Control Group, Group B: Bupivacain intercostal nerve block Group, Group C: Cryoanalgesia Group).

복부 팽만과 횡격막 거상으로 인한 폐용적의 감소, 통증 또는 다른 원인으로 인한 반사적 흉부 근육의 긴장으로 인한 흉벽탄성의 감소, Halothane 등의 마취약제로 인한 폐포 표면 장력의 감소로 인한 폐탄성의 감소 등을 들 수 있다<sup>12)</sup>. 수술 후 동통의 감소는 환자로 하여금 심호흡 및 기침을 할 수 있게 하여 폐기능을 향상시킴과 동시에 환자의 운동 장애를 줄여주어 합병증을 감소시키며, 간혹 발생하

는 술후 저산소증을 예방하는데 도움을 준다<sup>3)</sup>.

수술 후 통증을 줄여주기 위한 방법으로는 진통제의 근육주사 또는 정맥내 주사<sup>3)</sup>, 경막외 마취<sup>9~11)</sup>, 국소 마취제에 의한 늑간신경마비<sup>4~8)</sup>와 늑간신경냉동요법<sup>12~21)</sup> 등이 있다. 그러나 마약성 진통제의 경우 효과적이기는 하나, 호흡중추를 마비시켜 폐포호흡을 저하시키고, 호흡 형태를 변화시키며, 기침반사와 환숨을 억제하기도 하며, 적은 양에서도 저산소증과 고이산화탄소증에 대한 반응을 저하시킨다<sup>3, 17)</sup>. 또한 완전한 진통효과를 기대할 수 없으며, 오심, 구토증을 야기시키고, 말초혈관 확장에 따른 기립성 저혈압을 유발한다<sup>4)</sup>. 비마약성 진통제의 경우 호흡중추를 억제하지는 않으나, 그 효과가 불확실하고 충분한 진통을 위하여는 반복하여 진통제를 투여하여야 한다.

불편의 수막강내 투여방법은 개흉술 후 진통효과가 우수하나, 시술이 복잡하고 호흡을 억제할 수 있으므로, 16시간 이상 중환자실에서 환자 상태를 감시해야 하는 불편이 있다<sup>9)</sup>.

국소마취제에 의한 경막외 마취로 수술 후 통증을 충분히 완화시켜 술후 저산소증을 회복시키기도 하였으나<sup>3)</sup>, 특별한 기구가 필요하고, 국소마취제의 작용시간이 짧고, 반복투여시 상당한 주의를 요하며, 교감신경 차단으로 인한 저혈압, 부정맥, 뇨저류, 오심, 도관에 의한 피부자극, 도관의 이탈, 경막천자, 혈관내 주입, 마취약에 의한 전 척추마취 등의 문제점들이 있어 사용에 제한을 받게 된다<sup>4, 11)</sup>.

늑간신경냉동요법의 원리는 Joule Thompson 원리에 의해 고압의 가스를 탐침이 있는 부위에서 갑자기 팽창시킴으로써 온도를 영하 20℃ 내지 영하 60℃까지 저하시켜 조직을 급격히 냉동시키는 것이다. 냉동치료기에 의한 늑간신경냉동요법은 저온에 의해 축삭절단, 왈러변성 등의 신경 변성을 초래하여 신경전달을 차단, 진통효과를 가져온다<sup>13, 14)</sup>. 회복시에 축삭의 재생으로 신경의 정상적인 회복이 가능하며 시술시 소요되는 시간은 늑간신경당 각 30초에서 1분이다<sup>12, 13, 16)</sup>. 따라서 반복된 시술이 필요없이 수술 후 장기간의 진통효과를 볼 수 있으며, 시술하기 간편하고, 말초신경만을 차단함으로 전신적인 영향이 없으며, 수술 후 진통제 요구량의 감소 효과와, 3개월에서 24개월이 지난 후에 거의 정상적인 신경기능이 회복되었다고 보고하였다<sup>12, 15, 17, 18)</sup>. 그러나 시술시 냉동치료기 및 탐침 등의 특별한 장비가 필요한 단점이 있다. 대부분의 경우 특별한 후유증이 발견되지 않았으며, 3% 내지 20% 정도의 신경성 동통을 보고한 경우도 있으나 대부분 시간이 지나면서 자연 소실되었다<sup>12, 19, 20)</sup>.

개흉술시 대부분은 늑간을 따라 절개함으로 주로 절개

한 늑간 신경이 손상받게 되고, 손상된 신경에 의해 수술 후 통증이 발생한다<sup>21)</sup>. 따라서, 국소마취제를 사용하여 늑간 신경을 마비시킴으로 동통의 전달을 차단할 뿐만 아니라, 교감신경 반사에 의한 근육긴장을 풀어주어 수술 후 환자로 하여금 심호흡 및 운동 장애를 현저히 줄일 수 있었고, 수술 후 폐기능의 개선에도 효과가 있었다<sup>5, 7)</sup>. 그러나 국소마취제에 의한 늑간신경마비법은 장기간 계속되는 동통을 처리하기에는 그 작용 시간이 짧아 충분한 기간의 진통을 위하여는 반복 투여하여야 한다. 따라서 작용시간이 긴 약제를 사용하여 작용시간을 늘리거나<sup>8)</sup> 아니면 보다 편하게 반복 투여할 수 있는 방법을 고안하였다<sup>6, 7)</sup>. 그러나 반복 투여를 위하여 도관을 장치할 경우 장치한 도관이 잘려 흉벽에 남게 되는 등의 문제가 발생하였다<sup>6)</sup>. 대부분의 술후 동통은 술후 24시간이 가장 심하며 이 기간 동안에 합병증을 초래하게 된다. 따라서 본 교실에서는 작용 시간이 비교적 긴 Bupivacain을 사용하여 늑간신경마비를 시행하였다. Bupivacain은 작용시간이 약 16시간으로 술후 동통이 가장 심한 기간에 효과적이다. 이러한 Bupivacain의 직접적인 늑간신경내 주입은 시술이 간단하며 특수한 장비가 필요없고 늑간신경을 확인하고 주입함으로 혈관내 주입에 따른 저혈압의 유발 가능성이 적다. 단지 작용시간에 따른 통증 유발 가능성이 있으나 간헐적인 진통제의 투여로 해결될 수 있을 것이다. 본 연구 결과에서도 술후 7일째의 진통효과가 수술 직후에 비해 감소함을 보여주나 늑간신경냉동요법과 효과면에서 비슷하다. 따라서 술후 호흡기 계통의 합병증을 예방하기 위한 동통조절시 특수한 장비가 없다면 효과적이고 시술이 간단한 Bupivacain에 의한 늑간신경마비법이 사용될 수 있다. 수술 후 폐기능의 개선은 경막외 마취, 늑간신경냉동요법 등 다른 진통방법과 큰 차이가 없는 것으로 알려져 있으나 정확한 보고가 없어 앞으로의 연구가 요구된다.

## 결 론

본 교실에서는 개흉술 후 동통을 줄이기 위해 시행한 늑간신경냉동요법과 Bupivacain에 의한 늑간신경마비법의 효과를 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Bupivacain에 의한 늑간신경마비법은 늑간신경냉동요법과 비교하여 수술직후에 동통을 줄이는 효과가 크며, 술측의 팔운동장애를 현저히 개선하였다.
2. Bupivacain에 의한 늑간신경마비법은 늑간신경냉동요법과 비교하여 수술직후에 진통제의 투여량을 감소시켰으며, 수술 회복기를 감소시켰다.

3. 늑간신경냉동요법은 대조군과 비교하여 수술 직후부터 동통의 감소, 팔운동장애의 개선 및 진통제 투여량의 감소를 보였다.
  4. 수술 7일째의 결과는 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비법과 늑간신경냉동요법에서 진통효과가 비슷하며 이는 Bupivacain 의 작용시간에 기인한 것으로 생각된다.
  5. Bupivacain 에 의한 늑간신경마비법과 늑간신경냉동요법을 시행함에 있어서 특별한 합병증은 없었다.
- 따라서 본 저자는 Bupivacain 에 의한 늑간신경마비법이 늑간신경냉동요법과 비교하여 그 작용시간은 짧으나, 수술 직후의 진통효과가 우수하며, 특수장비가 필요치 않으므로 늑간신경냉동요법에 필요한 특수장비가 없을 때에 개흉술 후 동통을 감소시키는데 효과적인 방법으로 생각한다.

## References

1. Wylie RH, Bowman FQ. *Immediate complication following thoracotomy for pulmonary diseases.* Surg Clin North Am 1964;44:325-31
2. Renee SH. *General principles of postoperative care.* In: Thomas WS. *General thoracic surgery.* 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 1989;319-24
3. Spencer AA, Smith G. *Postoperative analgesia and lung function: Comparison of morphine with extradural block.* Br J Anesth 1971;43:144-9
4. Moore DC. *Intercostal nerve block for postoperative somatic pain following surgery of thoracic and upper abdomen.* Br J Anesth 1975;47:284-96
5. Toredo-Pereyra LH, Demeester TR. *Postoperative randomized evaluation of intrathoracic intercostal nerve block with bupivacain on postoperative ventilatory function.* Ann Thorac Surg 1979;27:203-9
6. Ronald TO, Lee AN, Spencer PW. *A technique for continuous intercostal nerve block analgesia following thoracotomy.* J Thorac Cardiovasc Surg 1980;80:308-14
7. Bryant LR, Trinkle JK, Wood RE. *A technique for intercostal nerve block after thoracotomy.* Ann Thorac Surg 1971;11:338-45
8. Loder RE. *A long-acting local anesthetic solution for the relief of pain after thoracotomy.* Thorax 1962;17:375-83
9. Gray JR, Fromme GA, Nauss LA, Way K, Ilstrup DM. *Intrathecal morphine for postthoracotomy pain.* Anesth Analg 1986;65:873-80
10. Grittiths PG, Diamond AW, Camern JD. *Postoperative extradural analgesia following thoracic surgery.* Br J Anesth 1975;47:48-55
11. James EC, Kolberg HL, Iven GW, Gellatly TA, Forks G. *Epidural analgesia for post-thoracotomy patients.* J Thorac Cardiovasc Surg 1981;82:898-96
12. 김옥진, 최영호, 김형묵. *늑간신경냉동요법에 의한 개흉술후 동통관리.* 대흉외지 1990;23:1127-36
13. Evans PJD. *Cryoanalgesia.* Anesthesia 1981;36:1003-7
14. Roxburgh JC, Markland LG, Kerr WF. *Role of cryoanalgesia in the control of pain after thoracotomy.* Thorax 1987;42:292-9
15. Katz J, Nelson W, Forest R, Bruce DL. *Cryoanalgesia for post-thoracotomy pain.* Lancet 1980;8:512-3
16. Maiwand MO, Makey AR. *Cryoanalgesia for relief of pain after thoracotomy.* Br Med J 1981;282:1749-52
17. Orr IA, Keenan DJ, Dundee JW. *Improved pain relief after thoracotomy: use of cryoprobe and morphine infusion.* Brit Med J 1981;283:945-55
18. Mainwand MO, Makey AR, Rees A. *Cryoanalgesia after thoracotomy.* J Thorac Cardiovasc Surg 1986;92:291
19. Conacher ID, Locke T, Hilton C. *Neuralgia after cryoanalgesia for thoracotomy.* Lancet 1986;1:277-8
20. Muller LC, Salzer GM, Ransmayr G, Neiss A. *Intraoperative cryoanalgesia for post-thoracotomy pain.* Ann Thorac Surg 1989;48:15-21
21. Nelson KM, Vincent RG, Bourke RS, Smith DE, Blakeley WR, Kaplan RJ. *Intraoperative intercostal nerve freezing to prevent post-thoracotomy pain.* Ann Thorac Surg 1974;18:280-8