

경피적 전기신경자극이 폐암 환자의 폐엽절제술 후 통증과 폐기능에 미치는 효과

전현례¹ · 박정숙²

계명대학교 일반대학원 석사과정생¹, 간호대학 교수²

The Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain and Pulmonary Function with Post-lobectomy Patient with Lung Cancer

Jeon, Hyun Rye¹ · Park, Jeong Sook²

¹Graduate student (Master Program), ²Professor, College of Nursing, Keimyung University

Purpose: This study was designed to evaluate the effect of TENS on pain and pulmonary function of post-lobectomy patients with lung cancer. **Methods:** The study data collection was done from February 4, 2008 to February 7, 2009. The subjects were assigned at random to the experimental group and control group with 20 subjects in each group. The experimental group was measured for pain and pulmonary function after surgery and then again after applying TENS 100 Hz frequency and 40 mA output for 20 minutes. The control group was measured the same as the experimental group except applying sham TENS. **Results:** The pain score of the experimental group which had TENS applied revealed that there were more significant reductions than the control group which had sham TENS applied. There was no significant difference with the number of times of receiving analgesics between the experimental and control group. The effect of TENS on pulmonary function was significantly different between the experimental group and the control group on VC 2 hours after surgery. There was no significant difference between FVC and FEV1. **Conclusion:** The findings of the study indicate that the TENS is effective in easing the pain of patients after a lobectomy.

Key Words : Transcutaneous electrical nerve stimulation, Pain, Pulmonary function

I. 서 론

1. 연구의 필요성

폐암은 흡연 인구의 증가와 환경오염 등 여러 가지 요인으로 꾸준히 증가하고 있으며, 사망률이 2007년에는 인구 10만 명당 29.1명으로 1997년 대비 사망률이 가장 증가한 암이 되었다(Korea National Statistic Office, 2008). 폐암의 치료방법에는 수술, 화학요법, 방사선요

법, 면역요법 등이 있는데, 가장 효과적인 방법으로 알려진 폐엽절제술은 원위엽, 원아래엽, 오른위엽, 오른중간엽, 오른아래엽 등 허파엽 단위로 허파를 잘라내는 술식을 말한다(Lee, 2006).

폐엽절제술을 시행하기 위해서 개흉술을 먼저 실시해야 하는데, 개흉술을 실시하면 조직 손상 부위가 커서 통증강도가 심하고 호흡에 따른 흉관의 자극으로 통증이 더욱 악화된다. 또한 수술 부위가 횡격막에 인접해 있어 호흡 시 통증이 유발하게 되어, 기침을 어렵

Corresponding address: Jeon, Hyun Rye, College of Nursing, Keimyung University, 194 Dongsan-dong, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea. Tel: 82-32-860-8206, Fax: 82-32-874-5880, E-mail: jeonhr6@hanmail.net

*본 논문은 2009년도 계명대학교 석사학위 논문임.

*This article is a master's thesis from Keimyung University.

투고일 2009년 8월 24일 수정일 2009년 10월 13일 게재확정일 2009년 10월 15일

게 하고 얇은 호흡을 하게 되어(Song, 2003) 폐활량, 일회호흡량, 잔기량, 기능적 잔기량 및 강제 호기량 등의 감소를 초래한다. 그러므로 개흉술 후에 적절하게 통증을 조절해 줌으로써 안위증진은 물론이고, 수술 후에 심호흡과 기침을 잘 하게 하여 폐기능 회복을 촉진시켜서 수술 후 합병증의 발생을 감소시킬 수 있다(Hazelrigg, Ceindag, & Fullerton, 2002).

개흉술 후의 통증 완화를 위해서 늑간신경차단법, 냉동진통법, 지속적 흉부 경막외차단법, 통증자가조절법, 마약성 진통제 등 다양한 방법이 사용되고 있다(Cook & Riley, 1997; Kim, 2004). 이 중에서 환자의 통증 중재를 위해 가장 많이 사용하는 방법은 진통제 투여인데(Kim, 1997; Huh, 1999), 진통제를 투여한 후에도 통증이 많이 완화되거나 완전히 완화되었다고 하는 환자는 55%정도이고, 통증 완화가 전혀 되지 않거나 약간만 이루어졌다고 하는 환자도 13%나 되는 것으로 나타났다(Shin, 2000). 따라서 효과적인 통증관리를 위해서는 진통제 투여를 적절하게 하는 것은 물론이고, 약물요법과 함께 비약물요법을 병행하여 통증 관리의 효과를 높일 필요가 있다(Jang, 2005).

비약물적 통증관리요법으로는 표피마사지, 압력마사지, 진동, 냉온요법, 경피적 전기신경자극(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS), 아로마테라피, 음악치료, 요가 등이 있다(So, Seo, Kwon, Kim, & Yun, 2005). 이 중 TENS는 경피적 전기자극기를 이용하여 피부의 말초 감각신경을 자극하는 비침습적인 저주파 자극으로(McCloskey & Bulechek, 2004), 작용시간이 빠르고, 진통제 사용량을 감소시키며, 진통제로 인한 부작용을 줄일 수 있는 통증 조절방법이다(Ordog, 1987). TENS는 수술 후 통증, 근육통, 신경병증 통증 등 각종 급만성 통증을 감소시키기 위해 사용되어 왔으며 수술 절개통의 완화에서 성공률이 70~80%인 것으로 알려져 있다(Min, 2001).

TENS와 관련된 선행연구들을 살펴보면, 외국에서는 개흉술 후 TENS를 적용한 연구로서 Benedetti 등(1997), Carrol과 Badura(2001), Roosney, Jain와 Goldiner(1983) 및 Solak 등(2007) 다수의 연구에서 TENS가 개흉술 후 통증 완화에 효과적인 것으로 나타났다. Erdogan, Erbil,

Karakaya와 Demircan (2005)의 연구에서는 TENS 적용군이 대조군보다 통증과 진통제 사용량이 적었을 뿐만 아니라 폐활량, 노력성 폐활량, 일초노력성호기량, 동맥혈산소분압이 상승하고 동맥혈이산화탄소분압은 감소된 것으로 나타났다. 그러나 국내에서는 개흉술 후 통증을 완화하기 위해 TENS를 적용한 연구는 거의 없는 실정이고, 폐쇄성 흉강삼관술 후 통증(Lee & Lee, 1999), 분만통증(Kim, 2004), 관상동맥조영술 후 요통(Hahn, 2002), 항문수술 후 통증(Park, 2008; Park et al., 1999)에 적용한 연구들이 이루어져 있다.

이에 본 연구자는 우리나라 폐엽절제술 환자들에게 수술 후에 TENS를 실시하여 통증과 폐기능에 미치는 효과를 검증하고자 본 연구를 시도하였다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 TENS가 폐암 환자의 폐엽절제술 후 통증을 감소시키는 효과가 있는지 확인하는 것을 목적으로 한다.

- TENS가 폐엽절제술 후 환자의 통증에 미치는 효과를 파악한다.
- TENS가 폐엽절제술 후 환자의 폐기능에 미치는 효과를 파악한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 경피적 전기신경자극이 폐엽절제술 후 환자의 통증과 폐기능에 미치는 효과를 검증하기 위하여 실시한 무작위 대조군 전후설계의 실험연구이다(Figure 1).

2. 연구대상

본 연구의 대상은 2008년 2월 4일부터 2009년 2월 7일까지 K대학교 D병원에서 폐암으로 폐엽절제술을 받은 만 20세 이상의 성인으로 중환자실에 입실하여

Group	Pretest	Intervention	Posttest
Experimental group (R)	Ye ₁	X	Ye ₂
Control group (R)	Yc ₁		Yc ₂

R = randomization; Ye₁, Yc₁, Ye₂, Yc₂ = pain, pulmonary function; X = TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation).

Figure 1. Research design.

IV PCA를 가지고 있으며, 의사소통이 가능한 사람을 대상으로 하였다. 연구의 목적을 이해하고 참여를 서면으로 동의한 자를 선정하였으며, 제외 기준은 다음과 같다.

- 폐엽절제술 후 흉관으로 출혈이 있는 자
- 인공심박동기를 가지고 있는 자
- 심혈관계, 신경과, 정신과 문제가 있다고 의사가 진단한 자

표본의 수는 Cohen(1988)의 공식에 의해 유의수준 $\alpha = .05$, 검정력 .80, 효과 크기 .5로 산출한 결과 각 군별 표본 수가 17명이어서, 본 연구에서는 탈락률을 예상하여 실험군 20명, 대조군 20명으로 하였다. 수술 후 대상자가 중환자실에 입실하면 동전을 이용하여 앞면이 나오면 실험군, 뒷면이 나오면 대조군으로 무작위 할당을 실시하였다.

3. 실험처치

폐엽절제술 후 통증을 완화시키기 위하여 실험군에게 적용한 active TENS는 주파수 1.5~1000 Hz까지 조절 가능한 MEDIRTENS사의 저주파 치료기 Hometens HAT 2000을 사용하였으며, 재활의학과 교수 1인의 자문을 받아 TENS의 빈도는 100 Hz, 출력은 40 mA로 하였다. 전극의 위치는 수술 부위 양끝 쪽에 두 개의 활성전극을 부치고 한 개의 비활성 전극을 중간에 배치하였다. 전기자극 시간은 20분으로 하였는데 이는 전기 자극 시간을 오래하면 내성으로 인해 제통효과가 감소되므로 짧은 시간으로 하는 것이 효과적이라는 Han, Li와 Tang (1981)의 견해를 반영한 것이며, 이 기간 동안 전원을

넣어서 전기 자극이 일정하게 들어가도록 하였다.

무처치로 인해 의료인의 관심을 못 받는 것이 결과에 영향을 미칠 것을 고려하여 대조군에게는 증성적 처치로 sham TENS를 적용하였다. sham TENS는 active TENS 시와 동일하게 MEDIRTENS사의 저주파치료기 HAT 2000을 사용하여 20분 동안 수술 부위 양끝 쪽에 두 개의 활성전극을 부치고 한 개의 비활성 전극을 중간에 배치하였다. 그러나 전원을 넣지 않아서 전기 자극이 들어가지는 않는 것이다.

4. 연구도구

1) 통증 측정

통증 강도는 숫자평정척도를 이용하여 측정하였다. 이 도구는 10 cm 수평선을 10개의 점으로 나누어서 왼쪽 끝을 0(전혀 통증이 없다), 오른쪽 끝을 10(매우 통증이 심하다)으로 하여 숫자를 적은 것으로서, 점수가 높을수록 통증이 심함을 의미한다.

진통제 사용횟수는 전자간호기록을 조회하여 수술 후 8시간 동안 사용한 Demerol 25 mg 혹은 Valentac 75 mg의 사용 횟수를 의미한다.

2) 폐기능 측정

Micro Medical사의 MicroLab PO box 6 폐활량측정계를 이용하여 폐기능 측정치 중에서 폐활량, 노력성 폐활량, 일초노력성호기량의 실측치를 이용하였다.

5. 자료수집

본 연구를 시행하기 전 2008년 1월에 K대학교 D병원의 의학연구윤리심의위원회 승인을 받은 후 연구를 진행하였다. 동일한 실험처치를 제공하기 위해 본 연구자 1인이 active TENS와 sham TENS를 모두 실시하였으며, 중환자실 경력 5년차인 간호사 1인을 선정하여 통증과 폐기능측정법을 교육시켜서 조사자로 활용하였다.

본 연구에서는 대상자가 본인이 active TENS를 받는지 sham TENS를 받는지 모르게 하였고, 또한 조사자가 대상자가 실험군인지 대조군인지를 모르게 하여 이

증능가림을 실시하였다. 연구자가 수술 전날 저녁 병실을 방문하여 연구의 목적과 TENS의 부작용에 대하여 설명하고 서면동의를 받은 후에 연구를 시행하였다.

1) 실험군

- TENS는 폐엽절제술 후 병실에 도착한 즉시, 2시간 후, 4시간 후, 6시간 후, 8시간 후에 실시하였으며 회당 20분 동안 적용하였다.
- 통증 강도는 수술 후 병실에 도착한 즉시, 2시간 후, 4시간 후, 6시간 후, 8시간 후 TENS를 시행하기 5분 전과 5분 후에 모두 측정하였다.
- 진통제는 수술 후 중환자실에 도착해서 8시간 동안 투여한 Demerol과 Valentac의 투여 횟수를 전자간호 기록에서 확인하였다.
- 폐기능은 수술 2시간 후, 4시간 후, 6시간 후, 8시간 후 TENS를 시행하기 5분 전과 5분 후에 모두 측정하였다.

2) 대조군

실험군과 동일한 TENS를 사용하여 전기가 들어가지 않는 도자를 20분 동안 부착하였으며, 모든 측정은 실험군과 동일하게 진행하였다.

6. 자료분석

수집된 자료는 SPSS/WIN 15.0 프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 대상자의 일반적 특성에 대한 동질성 검증은 χ^2 -test와 independent t-test, 종속변수의 사전 동질성 검증, 실험군과 대조군의 통증점수, 진통제 사용횟수, 폐기능에 대한 비교는 independent t-test로 검증하였고, TENS 적용시기에 따른 통증과 폐기능의 변화는 그래프로 나타내었다.

III. 연구결과

1. 대상자의 특성과 종속변수 동질성 검증

먼저 실험군과 대조군의 특성에 대한 동질성을 검증

을 한 결과 대상자의 연령, 학력, 월수입정도, 직업, 종교, 결혼 상태, 흡연유무, 수술에 걸린 시간에서 통계적으로 유의한 차이가 없어 두 집단이 동질한 것으로 나타났다. 다음으로 종속변수의 동질성 검증을 한 결과, 처치 전 수술 부위 통증, 폐활량, 노력성 폐활량, 일초 노력성호기량 등 모든 사전 종속변수에서 통계적으로 유의한 차이가 없어 두 집단이 동질인 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. Homogeneity test of pain, VC, FVC and FEV1 between experimental and control groups (N = 40)

Characteristics	Exp. (n=20)	Cont. (n=20)	t	p
	M ± SD	M ± SD		
Pain	7.90 ± 1.65	7.65 ± 3.39	0.38	.702
VC	0.76 ± 0.51	0.50 ± 0.33	2.83	.103
FVC	0.65 ± 0.48	0.60 ± 0.36	0.12	.722
FEV1	0.43 ± 0.31	0.46 ± 0.27	0.10	.746

VC = vital capacity; FVC = forced vital capacity; FEV1 = forced expiratory volume in 1 second; Exp. = experimental group; Cont. = control group.

2. 가설검증

1) 통증

제1가설: TENS를 제공받은 실험군은 제공받지 않은 대조군보다 통증(통증강도, 진통제 사용 횟수)이 적은 것이다.

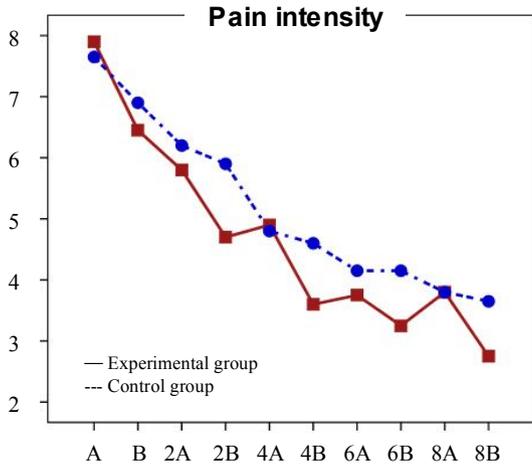
먼저 실험군과 대조군의 TENS 적용 전후 통증강도의 차이값을 검증한 결과, 수술 후 2시간부터 실험군과 대조군간의 통증강도는 유의한 차이가 있는 것으로 나타나서(수술 직후 $t=1.32, p=.194$, 수술 후 2시간 $t=2.53, p=.016$, 수술 후 4시간 $t=3.60, p=.001$, 수술 후 6시간 $t=2.73, p=.010$, 수술 후 8시간 $t=3.61, p=.001$), 제1가설은 지지 되었다. 즉 TENS를 적용한 실험군의 통증강도는 수술 후 2시간, 수술 후 4시간, 수술 후 6시간, 수술 후 8시간에 sham TENS를 적용한 대조군보다 유의하게 많이 감소된 것으로 나타났다(Table 2).

TENS 적용시기에 따른 통증강도의 변화는 Figure 2

Table 2. Comparison of pain intensity differences at pre and post TENS between experimental and control group (N = 40)

Characteristics	Exp. (n=20)	Cont. (n=20)	t	p
	M ± SD	M ± SD		
Immediately after surgery	1.45 ± 1.09	0.75 ± 2.09	1.32	.194
After surgery 2 hours	1.10 ± 1.11	0.30 ± 0.86	2.53	.016
After surgery 4 hours	1.30 ± 1.12	0.20 ± 0.76	3.60	.001
After surgery 6 hours	0.50 ± 0.60	0.00 ± 0.56	2.73	.010
After surgery 8 hours	1.05 ± 0.88	0.15 ± 0.67	3.61	.001

TENS = transcutaneous electrical nerve stimulation; Exp. = experimental group; Cont. = control group.



A = hr pre transcutaneous electrical nerve stimulation; B = hr post transcutaneous electrical nerve stimulation.

Figure 2. The change of Pain intensity according to postoperative transcutaneous electrical nerve stimulation timing.

와 같다. 실험군, 대조군 모두 수술직후부터 수술 후 8시간까지 점차적으로 통증이 감소되는 것으로 나타났다. 대조군의 경우에는 수술직후에만 sham TENS 전후 통증점수의 차이를 보이고, 나머지 수술 후 2시간, 4시간, 6시간, 8시간에는 sham TENS 전후 통증점수 차이

가 별로 없는 것으로 나타났다. 하지만 실험군의 경우에는 수술직후, 수술 후 2시간, 4시간, 6시간, 8시간 모두 TENS 전보다 후에 통증이 감소된 것으로 나타났으며, 수술 후 4시간, 6시간, 8시간의 TENS 전에는 직전 시간의 TENS 후보다 통증이 증가한 것으로 나타났다.

실험군과 대조군의 진통제 사용 횟수에서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 3).

2) 폐기능

제2가설: TENS를 제공받은 실험군과 제공받지 않은 대조군 간에는 폐기능(폐활량, 노력성폐활량, 일초노력성호기량)의 차이가 있을 것이다.

먼저 실험군과 대조군의 TENS 적용 전후 폐활량을 비교한 결과, 수술 후 2시간에 폐활량의 전후 차이값은 실험군에서 1.66 ± 1.01, 대조군에서 0.96 ± 0.47로 집단 간의 폐활량 측정값에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(t = 5.68, p = .024). 그러나 수술 후 4시간에는 실험군 0.30 ± 0.36, 대조군 0.19 ± 0.50, 수술 후 6시간에는 실험군 0.11 ± 0.51, 대조군 -0.16 ± 0.57, 수술 후 8시간에는 실험군 0.17 ± 0.41, 대조군 0.02 ± 0.70으로 집단 간의 폐활량은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

TENS 적용시기에 따른 폐활량의 변화는 Figure 3과 같다. 실험군의 경우에는 수술 후 2시간, 4시간, 6시간, 8시간 모두 TENS 적용 후에 전보다 폐활량이 증가하였지만, 대조군의 경우에는 수술 후 2시간, 4시간에는 sham TENS 적용 후에 오히려 폐활량이 감소하였고, 수술 후 4시간에는 적용 후에 증가, 수술 후 8시간에는 별 차이를 보이지 않았다.

다음으로 TENS 적용 전후 노력성 폐활량의 차이를 비교한 결과, 수술 후 2시간, 4시간, 6시간, 8시간 모두 두 집단 간의 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

TENS 적용시기에 따른 노력성 폐활량의 변화를 살펴보면 Figure 4와 같다. 실험군, 대조군 모두 수술 후 시간이 지나갈수록 노력성 폐활량이 증가하는 경향을 보였으며, 또한 두 집단 모두 TENS 적용 전에 비해 TENS 적용 후에 노력성 폐활량이 증가하였다.

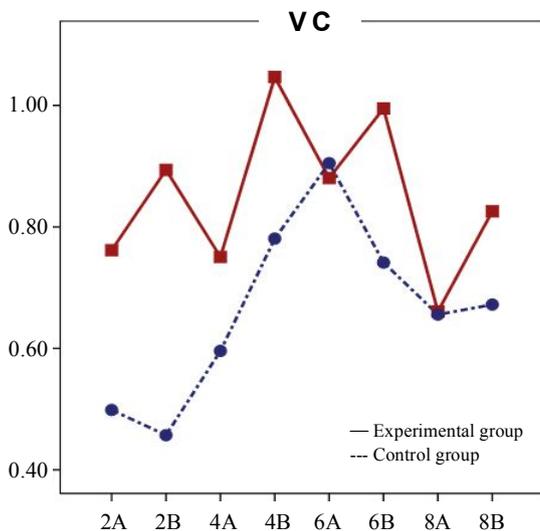
TENS 적용 전후, 일초노력성호기량을 비교한 결과,

Table 3. Number of times of receiving painkillers between experimental and control group (N = 40)

Characteristics	Experimental group (n=20)	Control group (n=20)	t	p
	M ± SD	M ± SD		
Use of analgesics	1.10 ± 0.85	1.30 ± 0.73	-0.79	.431

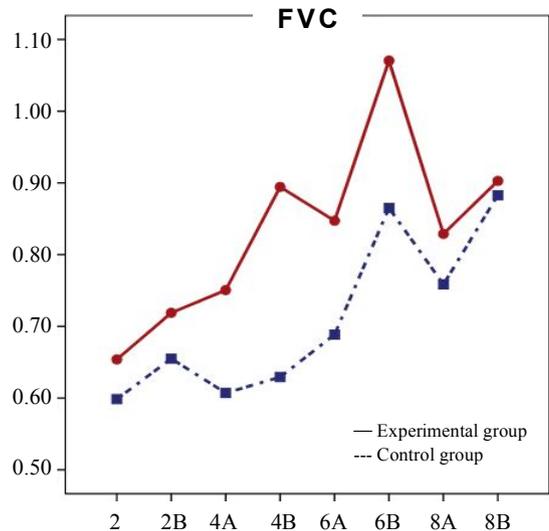
Table 4. Comparison of VC, FVC and FEV1 differences at pre and post transcutaneous electrical nerve stimulation between experimental and control group (N = 40)

Variables		Experimental group (n = 20)	Control group (n = 20)	t	p
		M ± SD	M ± SD		
Vital capacity	After surgery 2 hours	1.66 ± 1.01	0.96 ± 0.47	5.68	.024
	After surgery 4 hours	0.30 ± 0.36	0.19 ± 0.50	0.53	.471
	After surgery 6 hours	0.11 ± 0.51	-0.16 ± 0.57	2.09	.158
	After surgery 8 hours	0.17 ± 0.41	0.02 ± 0.70	0.56	.458
Forced vital capacity	After surgery 2 hours	0.07 ± 0.51	0.06 ± 0.47	0.00	.961
	After surgery 4 hours	0.14 ± 0.36	0.02 ± 0.60	0.50	.483
	After surgery 6 hours	0.22 ± 0.52	0.18 ± 0.50	0.06	.797
	After surgery 8 hours	0.07 ± 0.25	0.12 ± 0.52	0.13	.718
Forced expiratory volume in 1 second	After surgery 2 hours	3.59 ± 14.57	0.04 ± 0.31	0.86	.371
	After surgery 4 hours	1.97 ± 7.92	0.02 ± 0.55	0.83	.367
	After surgery 6 hours	0.26 ± 0.43	0.12 ± 0.33	1.06	.310
	After surgery 8 hours	0.03 ± 0.23	0.07 ± 0.33	0.16	.692



VC = vital capacity; A = hr pre transcutaneous electrical nerve stimulation; B = hr post transcutaneous electrical nerve stimulation.

Figure 3. The change of VC according to postoperative transcutaneous electrical nerve stimulation timing.



FVC = forced vital capacity; A = hr pre transcutaneous electrical nerve stimulation; B = hr post transcutaneous electrical nerve stimulation.

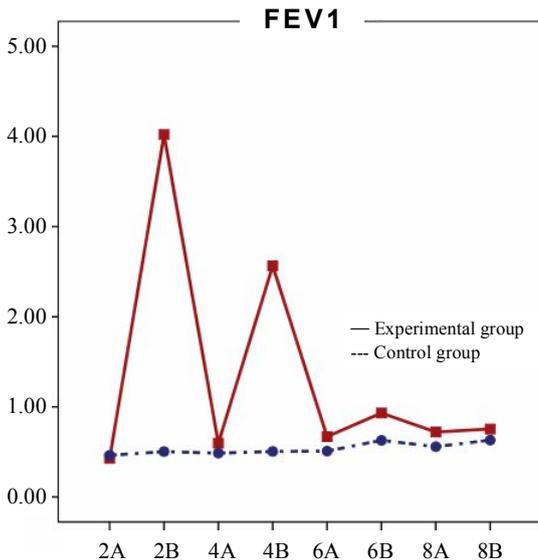
Figure 4. The change of FVC according to postoperative transcutaneous electrical nerve stimulation timing.

수술 후 2시간, 4시간, 6시간, 8시간 모두 두 집단 간에 유의한 차이가 없었다(Table 4).

TENS 적용시기에 따른 일초노력성호기량의 변화는 Figure 5와 같다. 대조군의 경우에는 시간에 따른 변화나 TENS 적용 전후의 변화가 거의 없었으나, 실험군의 경우에는 수술 후 2시간, 4시간에는 TENS 후에 전보다 일초노력성호기량이 증가하였으나 수술 후 6시간, 8시간에는 TENS 전 후 차이가 미미한 것으로 나타났다.

IV. 논 의

개흉술은 흉곽절개를 하는 수술이므로 통증이 심하고 통증으로 인해 호흡기 합병증의 우려가 있으므로 수술 직후부터 통증관리를 적절하게 잘 해주어야 한다. 본 연구는 개흉술을 통한 폐엽절제술 환자를 대상으로 경피적 전기신경자극이 수술 후 통증과 폐기능에 미치는 효과를 규명하고자 시행되었다.



FEV1 = forced expiratory volume in 1second; A = hr pre transcutaneous electrical nerve stimulation; B = hr post transcutaneous electrical nerve stimulation.

Figure 5. The change of FEV1 according to postoperative transcutaneous electrical nerve stimulation timing.

우선 TENS 적용이 수술 후 통증에 미치는 효과를 살펴보면, TENS를 적용한 실험군의 통증강도는 수술 후 2시간, 수술 후 4시간, 수술 후 6시간, 수술 후 8시간에 sham TENS를 적용한 대조군보다 유의하게 많이 감소되어서 경피적 전기신경자극이 효과적임을 보여 주었다. 이는 TENS가 개흉술 후 심한 통증을 감소시킨다는 여러 연구결과(Carrol & Badura, 2001; Cipriano, Carvalho, Bernardelli, & Peres, 2008; Erdogan et al., 2005; Solak et al., 2007; Rooney et al., 1983)와 일치하였다. Erdogan 등(2005)은 개흉술 환자에게 빈도 100 Hz, 맥동 100 μ s TENS를 3시간 간격으로 20분간 적용한 결과, TENS 적용 군이 대조군보다 통증이 적었다고 하였다. Solak 등(2007)은 개흉술후 환자를 대상으로 3 Hz, 출력 12 mA의 TENS를 30분 동안 적용한 결과, 수술 첫째 날과 둘째 날에는 실험군과 대조군의 통증에 큰 차이가 없었으나 수술 넷째 날부터 수술 후 60일 되는 날까지 유의한 차이가 있었다. 국내에서 개흉술 환자에게 TENS를 적용한 연구가 없어서 직접 비교하기는 어려우나, 자연기흉 환자에게 폐쇄성 흉강삼관술을 시행한 후 빈도 150 Hz, 출력 40 mA TENS를 4시간마다 30분간 적용한 Lee와 Lee(1999)의 연구에서 TENS 적용군에서 통증이 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이와 같이 개흉술 혹은 흉관삼관술 후에 TENS를 적용한 결과 통증이 감소되는 것으로 나타났으므로 수술 후 진통제 투여와 더불어 비약물적 중재인 TENS를 함께 사용하는 것이 효율적인 통증관리 방법인 것으로 사료된다.

TENS 적용시기에 따른 통증강도의 변화를 살펴보면, 실험군과 대조군 모두 수술 후 시간 경과에 따라 통증이 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 수술 후 2시간에 실험군은 통증이 5.8점에서 4.7점으로 1.1점 감소하였으나, 대조군은 6.2점에서 5.9점으로 0.3점 감소에 그쳤으며, 수술 후 4시간에는 실험군의 통증은 4.9점에서 3.6점으로 1.3점 감소하였으나 대조군은 4.8점에서 4.6점으로 0.2점 감소에 그치는 등 실험군의 통증 감소 폭이 더 큰 것을 알 수 있었다. 실험군의 경우 수술 후 2시간에 TENS 적용 후 통증이 감소하였다가 수술 후 4시간에 다시 통증이 증가하였고, 이때 TENS를 적용하자 통증이 감소한 후 수술 후 6시간에 다시 증가하

였으며, 수술 후 8시간에도 같은 양상을 나타내었다. 즉 TENS를 적용한 20분 동안에는 통증 감소가 되나 그 이후의 지속효과는 없음을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 이는 본 연구에서 사용한 고빈도 저강도 TENS는 진통작용이 빠르게 나타나고 지속시간이 짧은 것 (Basbaum & Field, 1984)과 관련이 있다고 본다.

다음으로 TENS 적용이 수술 후 진통제 사용을 감소시켰는지 알아보기 위해 Demerol과 Valentac 사용횟수를 측정된 결과, 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다. 이 결과는 개흉술 후 TENS를 적용하였더니 수술당일에는 진통제 사용량이 감소하지 않았다는 Lee와 Lee(1999)의 연구결과와 수술 환자에게 TENS를 적용하였으나 진통제 사용량에는 영향을 미치지 않았다는 Benedetti 등(1997)의 연구결과와 일치하였다. 한편 개흉술 후 첫 24시간 이내의 환자에게 TENS를 적용한 결과 마약성진통제의 사용이 감소되었다는 Rooney 등 (1983), Erdogan 등(2005)의 연구결과와는 일치하지 않았다.

개흉술 환자는 수술 후 초기통증으로 인해 적절한 기침과 심호흡을 하지 못해서 심폐혈관계 합병증 발생 우려가 높으므로(Kim, 2004), 대부분의 병원에서 개흉술 직후 효율적인 통증관리를 위해서 바로 진통제를 투여하도록 하고 있다. 본 연구대상 병원에서조차 개흉술 후 중환자실에 도착한 직후에 대부분의 환자들이 통증강도 8~9점의 매우 심한 통증을 호소하므로 Demerol 25 mg이나 Valentac 75 mg을 바로 투여하라는 지침을 가지고 있었다. 그래서 실험군과 대조군 모두에게 진통제를 일상적으로 투여하였기 때문에 양군의 진통제 사용횟수의 차이를 보기는 어려웠다고 사료되는 바이다. 한편 본 연구에서는 수술 후 8시간 동안 진통제 사용횟수를 측정하였으나 Rooney 등(1983), Erdogan 등(2005)의 연구에서는 수술 후 24시간의 진통제 총량을 측정하였으므로 본 연구와 다른 결과를 나타낸 것으로 보인다.

TENS가 폐기능에 미친 효과를 살펴보면, 실험군의 수술 후 2시간의 폐활량이 대조군보다 유의하게 전후 차이가 많이 났고, 수술 후 4시간, 6시간, 8시간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 노력성폐활량과 일초

노력성호기량은 양군 간에 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 관상동맥우회술 후 환자에게 TENS를 적용하여 노력성폐활량과 일초노력성호기량을 측정된 결과 폐기능에는 차이를 보이지 않았다는 연구결과 (Forster, Kramer, Lucy, Scudds, & Novick; 1994, Solak et al., 2007)와 일치하였으나, 개흉술 후 환자에게 TENS를 적용하였더니 노력성폐활량과 일초노력성호기량의 차이를 보였다는 Erdogan 등(2005)의 연구결과와는 일치하지 않았다.

TENS 적용에 따른 폐기능의 변화를 살펴보면, 실험군에서는 매번 TENS 적용 전에 비해 적용 후에 폐활량이 증가하는 것으로 나타났으나 대조군에서는 그런 변화를 나타내지 않았다. 노력성폐활량은 실험군과 대조군 모두 TENS 적용 전에 비해 후에 증가하는 경향을 보였으나 실험군의 증가 폭이 더 큰 것으로 나타났으며, 실험군의 경우 수술 후 2시간, 4시간에는 TENS 적용 후 일초노력성호기량이 많이 증가하였으나 수술 후 6시간, 8시간에는 별로 변화가 없는 것으로 나타났다. TENS가 폐기능에 미치는 영향이 수술 후 2시간의 폐활량 이외에는 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, TENS 적용에 따른 변화를 보면 일정한 경향을 파악할 수 있으므로 향후 재연구가 필요할 것으로 사료되는 바이다. 또한 흉부수술은 일시적으로 급성 제한성 폐기능 장애를 초래하여 수술 직후에 일차적으로 폐활량이 크게 감소하고(Seo, 2006), 폐절제술 후 폐기능 회복은 보통 4주에서 6주가 걸리는데(Jo & Jeong, 1992) 비해, 본 연구에서는 자료수집 기간을 수술 후 8시간으로 한정하였기 때문에 폐기능의 호전을 보기는 어려웠던 것으로 사료된다.

결론적으로 TENS가 개흉술 직후 통증관리에 효과적인 것으로 나타났으므로 수술 후 통증이 심한 개흉술 환자에게 진통제와 함께 비약물요법으로 사용할 수 있을 것이다. 한편 TENS가 폐환기량에 미치는 영향을 확인하기 위해서는 실험기간을 좀 더 길게 잡아야 할 필요가 있을 것으로 보인다.

본 연구는 대상자를 무작위 할당된 실험연구로서 실험처치에 있어서 무처치 대조군을 두지 않고 sham TENS를 적용한 대조군을 두어 호손효과를 최소화하

였으며, 조사자와 대상자 모두가 실험군, 대조군을 모르게 하는 이중눈가림을 실시하여 실험연구의 내적타당도를 높였다. 실무적 측면에서 TENS를 폐엽절제술 후 심한 통증을 호소하는 환자에게 진통제와 더불어 사용할 수 있는 근거중심 간호중재로 제시할 수 있을 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 TENS가 개흉술을 통한 폐엽절제술후 환자의 통증에 미치는 효과를 확인하고자 시도한 무작위 대조군 전후설계의 실험연구이다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, TENS를 적용한 실험군의 통증점수는 수술 후 2시간, 수술 후 4시간, 수술 후 6시간, 수술 후 8시간에 sham TENS를 적용한 대조군보다 유의하게 많이 감소된 것으로 나타났다(수술 후 2시간 $t=2.53$, $p=.016$, 수술 후 4시간 $t=3.60$, $p=.001$, 수술 후 6시간 $t=2.73$, $p=.010$, 수술 후 8시간 $t=3.61$, $p=.001$).

둘째, 진통제 사용 횟수는 실험군과 대조군간 유의한 차이를 보이지 않았다.

셋째, TENS가 폐기능에 미친 효과를 보면, 수술 후 2시간째 실험군 폐활량이 대조군보다 유의하게 전후 차이가 많이 났고($t=5.68$, $p=.024$), 수술 후 4시간, 6시간, 8시간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 노력성폐활량과 일초노력성호기량은 양군 간에 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, TENS는 폐엽절제술 환자의 수술 후 통증완화에 효과가 있었으므로 효과적인 비약물적 간호중재라고 할 수 있다. TENS의 효과에 대한 연구결과를 바탕으로 근거중심 간호지침을 개발하여 임상에 적용할 필요가 있다고 본다. 본 연구자는 이상과 같은 결과를 통해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 연구결과의 일반화를 위해 대상자의 수를 늘린 반복 연구가 필요하다.

둘째, TENS가 폐엽절제술 후 24시간, 48시간, 72시간 후, 퇴원 후 통증과 폐기능에 미치는 효과를 측정하

는 장기간 연구가 필요하다.

References

- Basbaum, A. I., & Field, H. L. (1984). Endogenous pain control systems: Brain stem spinal pathways and endorphin circuitry. *Annual Review of Neuroscience*, 7, 309-338.
- Benedetti, F., Amanzio, M., Casadio, C., Cavallo, A., Cianci, R., Giobbe, R., Mancuso, M., Ruffini, E., & Maggi, G. (1997). Control of postoperative pain by transcutaneous electrical nerve stimulation after thoracic operations. *The Annals of Thoracic Surgery*, 63(3), 773-776.
- Carroll, E. N., & Badura, A. S. (2001). Focal intense brief transcutaneous electric nerve stimulation for treatment of radicular and post thoracotomy pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(2), 262-264.
- Cipriano, G. J. R., Carvalho, A. C., Bernardelli, G. F., & Peres, P. A. (2008). Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation after cardiac surgery: Effect on pain, pulmonary function and electrical muscle activity. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 17(4), 539-543.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cook, T. M., & Riley, R. H. (1997). Analgesia following thoracotomy: A survey at Australian practice. *Anaesthesia and Intensive Care*, 25(5), 520-524.
- Erdogan, M., Erdogan, A., Erbil, N., Karakaya, H. K., & Demircan, A. (2005). Prospective, randomized, placebo-controlled study of the effect of TENS on post thoracotomy pain and pulmonary function. *World Journal of Surgery*, 29(12), 1563-1570.
- Forster, E. L., Kramer, J. F., Lucy, S. D., Scudds, R. A., & Novick, R. J. (1994). Effect of TENS on pain, medications, and pulmonary function following coronary artery bypass graft surgery. *Chest*, 106(5), 1343-1348.
- Hahn, S. W. (2002). The effects of exercise therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation for the alleviation of low back pain after coronary angiography. *The Journal of Korean Academic Society of Adult Nursing*, 14(2), 222-232.
- Hazelrigg, S. R., Cetindag, I. B., & Fullerton, J. (2002). Acute and chronic pain syndromes after thoracic surgery. *The Surgical Clinics of North America*, 82(4), 849-865.
- Han, J. S., Li, S. J., & Tang, J. (1981). Tolerance to electroacupuncture and its cross tolerance to morphine. *Neuropharmacology*, 20(6), 593-596.
- Huh, H. G. (1999). Nurses' attitudes toward postoperative pain control. *The Journal of Korean Academic Society of Adult Nursing*, 6(2), 236-250.
- Jang, Y. J. (2005). *Post operative pain of spinal surgery patients' and satisfaction about intervention of pain control*. Unpublished master's thesis, Chonbuk University, Jeonju.
- Jo, G. J., & Jeong, H. G. (1992). The study of change pulmonary function following thoracotomy. *The Korean Journal of*

- Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 25(11), 1169-1179.
- Kim, M. K. (2004). *An optimal regimen of 0.2% ropivacaine-sufentanil mixture in continuous thoracic epidural infusion for pain control after thoracotomy*. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.
- Kim, M. J. (1997). Implementation of pain intervention among clinical nurses. *The Journal of Korean Academic Society of Adult Nursing*, 9(2), 209-224.
- Kim, T. J. (2004). *The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on the labor pain and labor stress*. Unpublished master's thesis, Inje University, Gimhae.
- Lee, D. Y. (2006). *Easy-to understand thoracic surgery*. Seoul: QLine.
- Lee, S. Y., & Lee, K. R. (1999). A study of pain control by transcutaneous electrical nerve stimulation after closed thoracostomy in spontaneous pneumothorax patients. *Journal of Soonchunhyang Medical College*, 5(1), 115-123.
- McCloskey, D. M., & Bulechek, G. M. (2004). *Nursing intervention classification(NIC)* (4th ed.). St. Louis: Mosby.
- Min, K. O. (2001). *Electrical therapeutics*. Seoul: Hyunmoonsa.
- Korea National Statistic Office (2008). *Death and cause of death statistics in '2007*. Korea National Statistic Office: Seoul.
- Ordog, G. J. (1987). Transcutaneous electrical nerve stimulation. versus oral analgesic: A randomized double blind controlled study in acute traumatic pain. *The American Journal of Emergency Medicine*, 5(1), 6-10.
- Park, C. H., Jo, S. K., Lee, S. H., Kim, B. I., Roh, W. S., & Lee, H. I. (1999). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation with transdermal fentanyl patch. *Korean Journal of Anesthesiology*, 12(2), 217-220.
- Park, I. H. (2008). *The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS) as self-care on pain control after perianal surgery*. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.
- Roosney, S. M., Jain, S., & Goldiner, P. L. (1983). Effect of transcutaneous nerve stimulation on postoperative pain after thoracotomy. *Anesthesia and Analgesia*, 62(11), 1010-1012.
- Seo, Y. H. (2006). *The effects of the respiration strengthening exercise program on pulmonary function, anxiety, and sleep of patients underwent lung surgery*. Unpublished master's thesis. Kyung Hee University, Seoul.
- Shin, Y. H. (2000). A survey of hospitalized post op patient's pain experience in Kyungbook province area. *Keimyung Journal of Nursing Science*, 4(1), 93-102.
- So, H. S., Seo, S. R., Kwon, I. G., Kim, Y. H., & Yun, Y. H. (2005). *Pain management made incredibly easy!* Seoul: Koonja.
- Solak, O., Turna, A., Pekcolaklar, A., Metin, M., Sayar, A., Solak, O., & Gürses, A. (2007). Transcutaneous electric nerve stimulation for the treatment of post thoracotomy pain: A randomized prospective study. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*, 55(3), 182-185.
- Song, M. Y. (2003). *The effect of muscle relaxation technique on patient with thoracic surgery*. Unpublished master's thesis, Hanyang University, Seoul.