

# 흉과출구증후군: 보존적인 물리치료접근의 효용성

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

이 문 환

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

박 래 준

## Thoracic Outlet Syndrome: The efficacy of conservative physical therapy

Lee, Mun-hwan, P. T., M. S.

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Graduate school, Daegu University

Park, Rae-joon, P. T., Ph. D.

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

### <Abstracts>

The term of TOS(thoracic outlet syndrome) is used to describe patients with compressed subclavian artery, subclavian vein, and the brachial plexus in the region of the thoracic outlet. The objective of this study was to evaluate a conservative physical therapy that aims to restore normal function to the upper aperture in patients with TOS. The efficacy of this study which is conservative physical therapy, was assessed by pain, grip power, pinch grip, and satisfaction level of patients.

The results were as follow;

1. Pain(VAS) was statistically significant with Group 1 and Group 2( $P<0.05$ ), and Group 2 was more statistically significant than Group 1( $P<0.05$ ).
2. Spherical grip was statistically significant with Group 1 and Group 2( $P<0.05$ ), and Group 2 was more statistically significant than Group 1( $P<0.05$ ).
3. Pinch grip was statistically significant with group 1 and Group 2( $P<0.05$ ), and Group 2 was more statistical significance than Group 1( $P<0.05$ ).
4. Satisfaction level was statistically significant with group 1 and Group 2( $P<0.05$ ), and Group 2 was more statistically significant than Group 1( $P<0.05$ ).

## I. 서 론

흉곽출구증후군(thoracic outlet syndrome, TOS)이라는 용어는 흉곽출구 영역에서 상완신경총(brachial plexus)이나 혹은 쇄골하동·정맥(subclavian artery and vein)의 압박이나 긴장과 관련된 증상을 설명하기 위해 가장흔히 사용하는 용어로서(Novak & Mackinnon, 1996), 목과 액와의 기저부 사이에서 신경이나 혈관구조물의 역학적 압박을 초래하는 몇 가지 질환을 설명하는 과정에서 만들어진 용어이다(Peet et al., 1956).

흉곽출구는 전사각근(anterior scalenus), 중사각근(middle scalenus), 그리고 1번 늑골에 의해 경계지어 진다(Atasoy, 1996). 이상의 구조물뿐만 아니라 쇄골, 소흉근, omohyoid 근육, 쇄골하근, 경추늑골, 그리고 경추 1번 횡돌기의 복리적인 현상이나 기능부전이 흉곽출구증후군과 관련이 있다(Mackinon, 1992). 이상과 같은 골성구조물과 연부조직의 구조물에 의해 생성된 4개의 관문(gate)이 신경혈관다발(bundle)을 압박할 수 있는데 여기에 해당하는 4개의 관문이라 함은 첫 번째, 전사각근 삼각(Anterior Scalenic Triangle, Gate 1), 두 번째, 후사각근 삼각(Posterior Scalenic Triangle, Gate 2), 세 번째, 늑쇄공간(Costoclavicular Space, Gate 3), 그리고 네 번째, 오히흉곽대흉근 공간(Coracothoracopeectoral Space, Gate 4)(Brismee et al., 2004)이다. 이 4개의 관문에서 신경혈관 다발이 압박을 당하게 되면 상완신경총이 압박되고 긴장하게되어 잠재적으로 흉곽출구증후군 증상을 나타내게 된다(Mackinon, 1992). 그 외 다른 소인(predisposing)은 여성의 경우 가슴크기의 증가와 남성의 경우 과도하게 발달한 근육이 원인이 되며, 비만은 남성 여성 모두에게 해당된다(Atasoy, 1996; Leffert, 1992).

흉곽출구증후군에 대한 진단은 병력, 증상, 그리고 이학적인 검진 등을 종합해서 내려지게 되는데 환자들은 주로 신경조직의 압박과 긴장을 증가시키고 감소시키는 상지와 목의 특정한 움직임과 관련된 간헐적인 증상을 호소하게 되며(Brismee et al., 2004), 이처럼 환자로부터 획득하게 되는 주관적인 정보뿐만 아니라 치료사에 의해 이루어지는 이학적 검진이 추가되어 확진을 내리게 된다.

흉곽출구증후군이라고 진단내려지기 위해서는 다음의 4가지 조건(criteria)이 충족되어야하는데, 첫 번째는 상완을 거상한 자세에서 팔에 증상이 악화되는 병력, 두 번째, C8과 T1분절에 감각저하 병력, 세 번째, 쇄골상부에 있는 상완신경총의 압통, 네 번째, Roos 검사 양성반응(견관절을 90도 외전, 외회전시켜서 주먹을 반복적으로 약 3분정도 쥐었다 뒤다를 반복할 경우 환자의 증상이 나타날 경우 양성으로 판정함) 등이다(Ribbe, 1986). 그 외에 감별진단에 해당되는 것은 경추디스크, 회선건개파열, 종양(Lindgren, 1997), 과사용증후군, 경추염좌, 근섬유통증(fibromyalgia), 말초신경압박증후군 등이다(Atasoy, 1996; Plewa & Delinger, 1998).

흉곽출구증후군 환자들이 호소하는 주 증상은 감각저하(paresthesia) 저린감(numbness), 그리고 타는 듯한 통증(burning)과 더불어 골간근(interosseous)뿐만 아니라 모지구근(thenar muscle)과 소지구근(hypothenar muscle)의 약화를 경험하기도 한다(Winkle et al., 1997). 이러한 증상은 정중신경과 요골신경이 추가적으로 침범되기도 하지만 주로 척골신경에서 가장흔히 경험하게 된다(Leffert, 1992; Anto & Aradhya, 1996). 또한 악력감소(Kenny et al., 1993; Sanders et al., 1979), 심계항진(palpitation)과 빈맥(tachycardia)(Gockel et al., 1995; Kaymak et al., 2004; Yoshikawa, 1998) 등이 발견되는데, 그 이유는 심장총(cardiac

plexus)을 형성하는 성상신경절(stellate ganglion)이나 혹은 후근신경절(postganglionic)의 원심성교감신경섬유(efferent sympathetic fiber)가 전사각근을 통과하기 때문에 전사각근의 비대나 경직(tightness)이 심장으로 주행하는 교감신경을 흥분시키게 되는데, 오른쪽 성상신경절의 자극은 동 빈맥(sinus tachycardia)을 야기시켜 심박수를 증가시키게 되며, 반대로 왼쪽의 성상신경절이 자극되면 심장의 Q-T간격이 길어지고, 부정맥이 발생하는 등의 교감신경섬유의 활동을 증가시키기 때문이다(Kaymak et al., 2004; Kralios & Millar, 1981; Yanowitz et al., 1966). 그 외에도 혈관운동성변화(vasomotor change), 신경총 통증 증후군(complex regional pain syndrome), Raynaud 현상, Raynaud 병 등이 발견된다(Atasoy, 1996).

흉곽출구증후군에 대한 치료적인 접근에 있어서는 많은 연구자들이 수술의 성공적인 사례를 예로 들고 있는데(Ambrad-Chalela et al., 2004; DiFiore et al., 2002; Kaymak et al., 2004; Maxey et al., 2003; Schneider et al., 2004), 이러한 수술적인 접근방식에 대해 이의를 제기하고 있는 연구자들 또한 있다. Lawton(1991)은 물리치료사가 아니라 의사임에도 불구하고 수술 후 결과가 좋았다는 보고는 모든 사례의 40%미만이었으며(Lepäntalo et al., 1989; Lindgren et al., 1989; Martin, 1993), 아무리 완벽한 수술이라 할지라도 증상이 해소된 환자는 28%에도 미치지 못하며, 재발율은 20% 정도로 높다고 주장하고 있다. 또한 많은 연구자들은 흉곽출구증후군 환자의 수술 이후 나타나는 합병증이 심각하기 때문에 최근에는 보존적인 요법이 치료의 대안으로 제기되고 있다고 주장하고 있다(Cherington, 1986; Cuypers, 1995; Fechter & Kuschner, 1993; Lawton, 1991; Lindgren, 1993; Melliere et al., 1991).

보존적인 접근의 효용성을 주장하는 연구자들의 대부분은 견갑대에 대한 근력강화운동(Britt, 1967; Crawford, 1980; Karas, 1990; Lederman, 1987; Lindgren, 1997; Peet et al. 1956), 자세교정 운동(Kelly, 1979; Lindgren, 1997; Peet et al., 1956; Porter et al., 1982 Roos, 1971), 풀성정복술(osteopathic manipulative treatments) 및 1번 늑골의 가동운동(Dobrusin, 1989) 등이 흉곽출구를 넓혀줌으로서 증상을 호전시킬 수 있다고 주장하고 있다.

흉곽출구증후군에 대한 임상적인 검사법에 대해서는 몇몇 예들이 제시되어 있지만 검사의 효용성에 대해 많은 논란이 제기되고 있으며, 현재까지는 흉곽출구증후군을 명확하게 진단내릴 수 있는 하나의 검사법 또한 없다(Atasoy, 1996; Novak & Mackinnon, 1996; Pollak, 1986; Stallworth & Horne, 1984). 예를 들어 Adson검사법과 수정된 Adson검사법은 특이성이 있는 기법이 아닌데(nonspecific), 그 이유는 흉곽출구증상을 보이지 않는 환자의 약 50%정도에서도 요골동맥의 맥박이 감소하거나 소실되는 증상을 보이기 때문이다(Ombregt et al., 1995; Plewa & Delinger, 1998). 또한 Roos 검사법은 수근관증후군(carpal tunnel syndrome)과 흉곽출구증후군을 감별하는 데는 불충분하다(Ombregt et al., 1995).

따라서 이 연구자는 이상과 같은 선행연구자들의 연구를 바탕으로 하여 실험군을 설정함에 있어서 Adson검사법과 Roos검사를 배제하고 환자가 호소하는 주관적인 병력과 더불어 이 연구자에 의한 흉곽출구의 직접적인 압박검사에 의해 상완과 전완내측으로 전이되는 통증과 심할 경우 4번째와 5번째 손가락까지 전이되는 통증을 호소할 경우 흉곽출구증후군 양성으로 판정하여 실험군으로 선정하였으며, 사각근에 대한 신장운동기법이 흉곽출구증후군 환자의 증상개선에 효과가 있는지 검정하고, 임상에서 실질적인 치료접근이 이루어질 수 있는 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

이 연구는 2004년 12월 1일부터 2005년 1월 31일까지 진주시에 소재한 H-병원에 입원 중인 환자 중 이 연구자에 의해 흉곽출구증후군이라고 진단 내려진 환자 60명을 대상으로 2개월간 초음파치료와 상승모근, 후경근 및 사각근 등에 신장운동을 실시하였다. 1주일에 2~3일 간격으로 평균 3회 실시하였으며, 측정은 매주 3회 치료가 끝나는 날에 측정하였으며, 총 6회 측정하였다.

### 2. 연구방법

연구대상자 모두 기본적으로 온습포 20분, 전기치료 15분을 적용하였으며, 그 다음 실험군 1에 대해서는 사각근 부위에 초음파를 적용하였으며, 실험군 2에 대해서는 후경부 및 사각근 신장운동을 실시하였고, 대조군에는 아무런 처치를 하지 않았다.

#### 1) 전기치료

HOMER ION사의 경피신경전기자극기(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)를 이용하여 바로누운 상태에서 활성전극(active electrode)은 양쪽 견갑골내측에 부착하였고, 비활성전극(dispersive electrode)은 경추부에 부착하였으며, 자극빈도는 50Hz, 자극강도는 환자가 통증을 느끼지 않는 최대강도로 하였으며, 평균 약 25mA를 적용하였다.

#### 2) 초음파

Metter Electronics Corp.(USA)의 초음파기구를 이용하여 앉은 자세에서 사각근부위에 도자와의 직경이 큰 1MHz 주파수를 사용하였으며, 치료강도는 1.5W/cm<sup>2</sup>를 적용하였고, 치료시간은 지속파형(continues)을 3분간 실시하였다.

#### 3) 경부운동

환자로 하여금 바로누운자세를 취하게 한 상태에서 비닐장갑(poly glove)을 낀 후 맷사지용 소염제를 피부에 도포한 후 경부근육에 대해서 환자가 통증을 느끼지 않을 정도의 압박력과 신장력을 약 10분간 적용하였으며, 그 다음 경부주위근 및 사각근 신장운동을 실시하였다(Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6). 각각의 신장운동은 유지·이완주기를 약 5초씩 한 세트로 하여 3회씩 실시하도록 지시하였다.

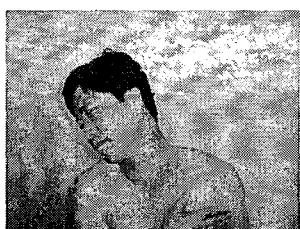


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

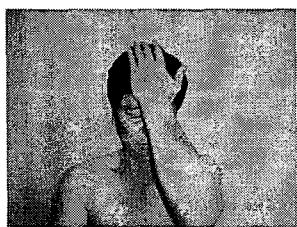


Fig. 4.

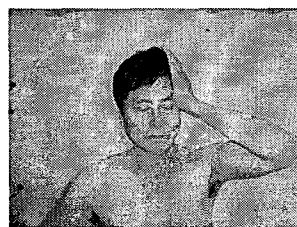


Fig. 5.

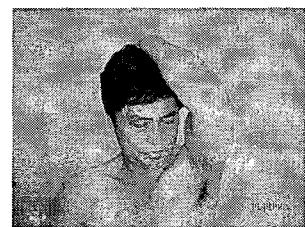


Fig. 6.

Fig. 1. 사각근(scalenus) 신장운동

Fig. 2. 후경근(posterior neck muscles) 및 견갑거근 신장운동

Fig. 3. 상승모근(upper trapezius) 신장운동

Fig. 4. 전사각근(anterior scalenus) 등척성 수축운동

Fig. 5. 중사각근 등척성 수축운동

Fig. 6. 후사각근 등척성 수축운동(Lindgren(1997)).

### 3. 측정방법

#### 1) 통증

통증감소는 시각적 상사척도(visible analogue scale, VAS)를 이용하여 환자로 하여금 직접 체크하는 방식을 선택하였는데, 통증의 최고치를 10, 최소치를 0으로 하여 10개의 구간이 표시된 종이위에 직접 체크하도록 하였고, 치료 전, 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회 치료 후, 총 6회 동안 통증감소 유무를 기록하였다.

#### 2) 잡기(spherical grip power)

잡기측정은 악력계(Dynamometer)를 이용하였으며, 의자에 앉아 전완을 90도 정도 굽곡한 상태에서 책상위에 팔을 올려둔 상태로 환자 스스로의 결정에 의해 수행하게 하였으며, 총 3회 측정 후 평균값을 기록하였다. 측정은 치료 전, 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회 치료 후 총 6회 동안 악력증가 유무를 기록하였다.

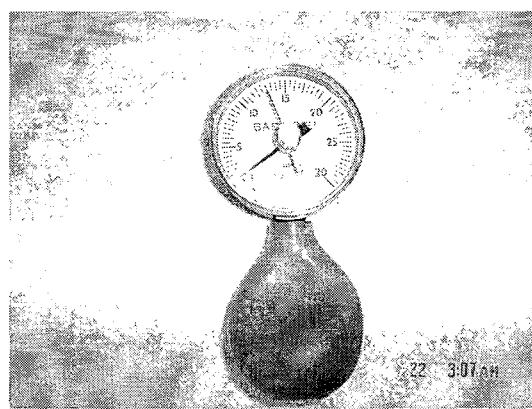


Fig. 7. Dynamometer used to spherical grip power

### 3)집기(Pinch grip)

집기측정은 공 쥐기 동작과 마찬가지로 악력계(Dynamometer)를 이용하였으며, 의자에 앉아 전완을 90도 정도 굽곡한 상태에서 책상위에 팔을 올려둔 상태로 환자 스스로의 결정에 의해 수행하게 하였으며, 총 3회 측정 후 평균값을 기록하였다. 측정은 치료 전, 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회 치료 후 총 6회 동안 악력증가 유무를 기록하였다.

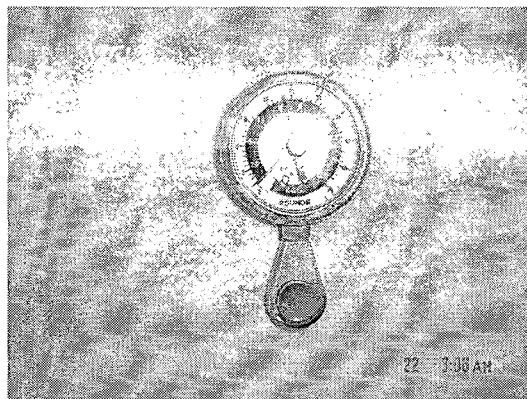


Fig. 8. Dynamometer used to pinch grip power

### 4)치료만족도

치료만족도 측정은 치료결과에 대해 시각적 상사척도(visible analogue scale, VAS)를 이용하여 환자로 하여금 직접 체크하는 방식을 선택하였으며, 치료만족도의 최고치를 10, 최소치를 0으로 하여 10개의 구간이 표시된 종이위에 직접 체크하도록 하였고, 치료 전, 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회 치료 후 총 6회 동안 치료만족도 유무를 기록하였다.

## 3. 자료분석

SPSS 10.0 for Window를 이용하여 각 군간의 유의성을 검정하기 위하여 일원배치분산 분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 치료구간별 유의수준을 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정을 실시하였다. 초음파군과 운동군 간의 유의성을 검정하기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 유의수준은  $\alpha < 0.05$ 로 하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자 60명 중 초음파군(실험군1)은 총 20명으로 남자 7명(35%), 여자 13명(65%)이었고, 운동군은 남자 7명(35%), 여자 13명(65%)이었고, 대조군은 남자 9명(45%), 여자 11명(55%)이었다. 초음파군의 나이 대는 20대 6명(30%), 30대 7명(35%), 40대 4명(20%), 그리고 50대 3명(15%)이었고, 운동군은 10대 2명(10%), 20대 7명(35%), 30대 4명(20%), 40대 5명(25%), 그리고 50대 2명(10%)이었으며, 대조군은 10대 2명(10%), 20대 4명(2%), 30대 6명(30%), 40대 5명(25%), 그리고 50대 3명(15%)이었다. 초음파군의 침범부위는 오른쪽 4명(20%), 왼쪽 8명(40%), 양측 8명(40%)이었고, 운동군은 오른쪽 4명(20%), 왼쪽 11명(55%), 양측 5명(25%)이었으며, 대조군은 오른쪽 4명(20%), 왼쪽 11명(55%), 양측 5명(25%)이었다. 이들 값에 대한 일원배치분산분석결과 군간에 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

Table 1. Demographic data for the experimental groups and control group

		Group 1	Group 2	Control
Gender	Male	7(35%)	7(35%)	9(45%)
	Female	13(65%)	13(65%)	11(55%)
Age	10th		2(10%)	2(10%)
	20th	6(30%)	7(35%)	4(2%)
	30th	7(35%)	4(20%)	6(30%)
	40th	4(20%)	5(25%)	5(25%)
	50th	3(15%)	2(10%)	3(15%)
Affected Side	Right	4(20%)	4(20%)	4(20%)
	Left	8(40%)	11(55%)	11(55%)
	Both	8(40%)	5(25%)	5(25%)

#### 2. 치료횟수에 따른 통증의 변화

치료횟수에 따른 통증감소유무의 변화를 검정하기 위하여 일원배치분산분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 초음파그룹(실험군1)의 치료전 평균과 표준편차는  $4.95\pm0.99$ , 1회치료 후  $3.65\pm0.58$ , 2회치료후  $3.10\pm0.45$ , 3회치료후  $3.00\pm0.56$ , 4회치료후  $2.70\pm0.66$ , 5회치료후  $2.65\pm0.67$ 로 치료횟수에 따라 통증은 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ). 따라서 각 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 실험전에 비해 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회 치료 후에 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ )(Table 2).

운동군(실험군2)의 치료전 평균과 표준편차는  $4.90\pm1.07$ , 1회치료후  $3.60\pm0.50$ , 2회치료 후  $2.75\pm0.44$ , 3회치료후  $2.65\pm0.49$ , 4회치료후  $2.25\pm0.64$ , 5회치료후  $0.64\pm3.76$ 으로 치료횟수에 따라 통증은 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ). 따라서 각 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 실험전에 비해 1회, 2회후, 3회, 4회, 그리고 5회치료후에 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ )(Table 2).

대조군의 치료전 평균과 표준편차는  $4.10\pm0.79$ , 1회치료후  $3.95\pm0.83$ , 2회치료후  $3.55\pm0.99$ , 3회치료후  $3.70\pm0.98$ , 4회치료후  $3.65\pm0.93$ , 5회치료후  $3.76\pm0.91$ 로 치료횟수에 따

라 통증감소는 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ )(Table 2).

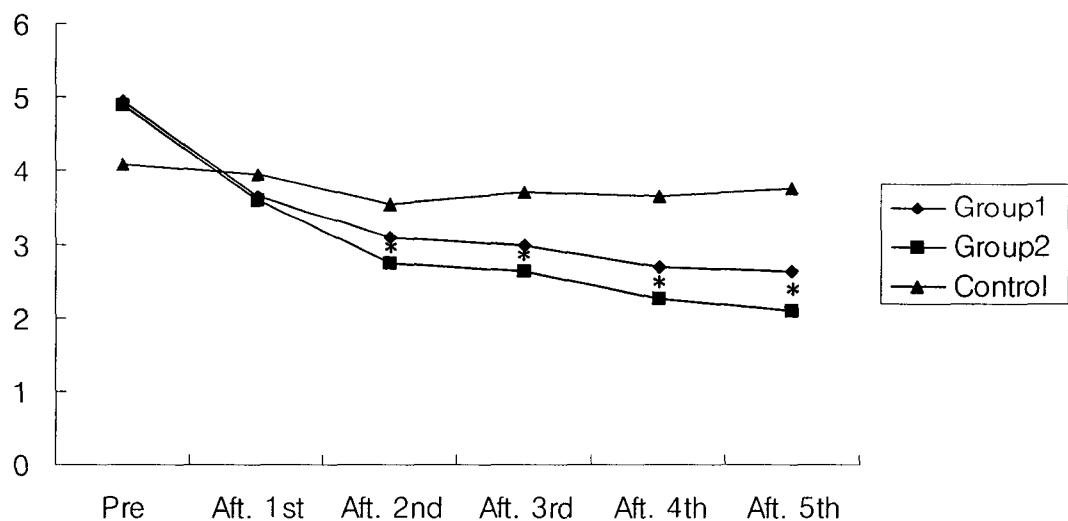
따라서 초음파군과 운동군간의 유의성 검정을 위하여 독립표본 t-test를 실시한 결과 2회, 3회, 4회, 그리고 5회치료후에 초음파군에 비해 운동군이 유의하게 감소하였다 ( $p<0.05$ )(Fig. 9).

**Table 2. Comparison of VAS during treatment periods**

	Group 1		Group 2		Control	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Pre	4.95	0.99	4.90	1.07	4.10	0.79
1st	3.65	0.58**	3.60	0.50**	3.95	0.83
2nd	3.10	0.45**	2.75	0.44**	3.55	0.99
3rd	3.00	0.56**	2.65	0.49**	3.70	0.98
4th	2.70	0.66**	2.25	0.64**	3.65	0.93
5th	2.65	0.67**	2.10	0.64**	3.76	0.91

\*  $p<0.05$

\*\* $p<0.01$



**Fig. 9. Post-hoc comparison of VAS between group 1 and group 2**

### 3. 치료횟수에 따른 잡기(spherical grip)의 변화

치료횟수에 따른 잡기의 변화를 검정하기 위하여 일원배치분산분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 초음파그룹(실험군1)의 치료전 평균과 표준편차는  $13.10 \pm 2.17$ , 1회치료후  $13.25 \pm 2.23$ , 2회치료후  $14.08 \pm 2.47$ , 3회치료후  $14.53 \pm 2.36$ , 4회치료후  $14.88 \pm 2.00$ , 5회치료후  $14.92 \pm 1.89$ 로 치료횟수에 따라 악력은 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 따라서 각 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 실험전에 비해 5회치료후에 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ )(Table 3).

운동군(실험군2)의 치료전 평균과 표준편차는  $12.40 \pm 3.10$ , 1회치료후  $12.95 \pm 2.70$ , 2회치료후  $13.92 \pm 2.70$ , 3회치료후  $14.85 \pm 2.52$ , 4회치료후  $16.55 \pm 2.67$ , 5회치료후  $16.55 \pm 2.19$ 로 치료횟수에 따라 악력은 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 따라서 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 치료전에 비해 4회치료후와 5회치료후에 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ )(Table 3).

대조군의 치료전 평균과 표준편차는  $14.38 \pm 1.01$ , 1회치료후  $14.18 \pm 1.14$ , 2회치료후  $14.55 \pm 1.32$ , 3회치료후  $14.50 \pm 1.28$ , 4회치료후  $14.60 \pm 1.10$ , 5회치료후  $14.40 \pm 1.23$ 으로 치료횟수에 따라 악력변화는 유의하지 않았다( $p>0.05$ )(Table 3).

따라서 초음파군과 운동군간의 유의성 검정을 위하여 독립표본 t-test를 실시한 결과 4회치료후와 5회치료후에 초음파군에 비해 운동군이 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ )(Fig. 10).

Table 3. Comparison of spherical grip power during treatment periods

	Group 1		Group 2		Control	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Pre	13.10	2.17	12.40	3.10	14.38	1.01
1st	13.25	2.23	12.95	2.70	14.18	1.14
2nd	14.08	2.47	13.92	2.70	14.55	1.32
3rd	14.53	2.36	14.85	2.52	14.50	1.28
4th	14.88	2.00	16.55	2.67*	14.60	1.10
5th	14.92	1.89*	16.55	2.19**	14.40	1.23

\*  $p<0.05$

\*\*  $p<0.01$

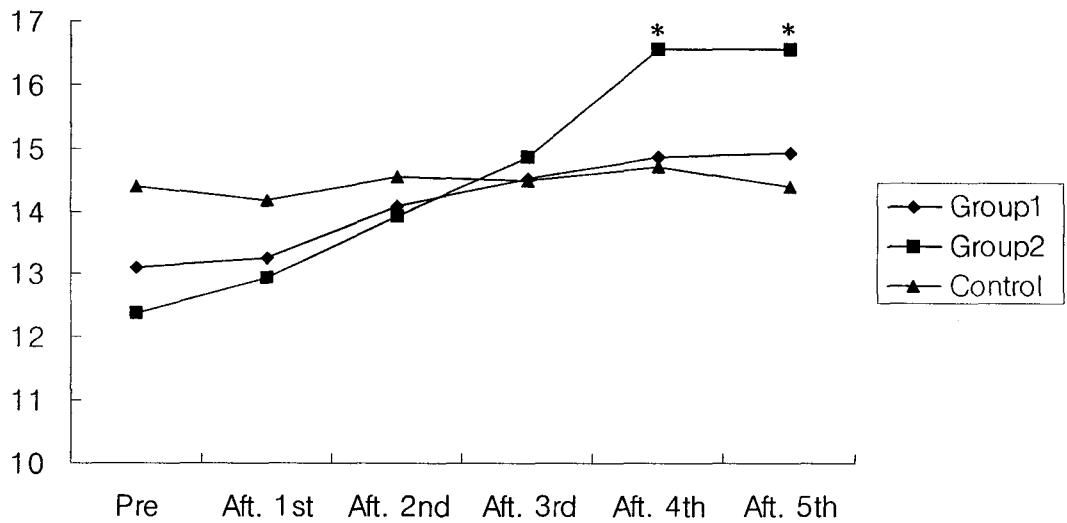


Fig. 10. Post-hoc comparison of grip power between group 1 and group 2

#### 4. 치료횟수에 따른 집기(pinch grip)의 변화

치료횟수에 따른 집기(pinch grip)의 변화를 검정하기 위하여 일원배치분산분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 초음파그룹(실험군1)의 치료전 평균과 표준편차는  $14.15 \pm 2.72$ , 1회 치료후  $15.20 \pm 2.55$ , 2회치료후  $15.55 \pm 2.44$ , 3회치료후  $16.25 \pm 2.84$ , 4회치료후  $16.60 \pm 2.91$ , 5회 치료후  $16.70 \pm 2.98$ 로 치료횟수에 따라 핀치그립은 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 따라서 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 치료전에 비해 치료3회후, 치료4회후, 그리고 치료5회후에 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ )(Table 4).

운동군(실험군2)의 치료전 평균과 표준편차는  $13.55 \pm 2.89$ , 1회치료후  $15.70 \pm 3.34$ , 2회치료후  $16.45 \pm 3.43$ , 3회치료후  $18.05 \pm 3.71$ , 4회치료후  $18.65 \pm 3.45$ , 5회치료후  $18.80 \pm 3.43$ 으로 치료횟수에 따라 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 따라서 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 치료전에 비해 3회후, 4회후, 그리고 5회후에 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ )(Table 4).

대조군의 치료전 평균과 표준편차는  $15.80 \pm 2.48$ , 1회치료후  $16.15 \pm 2.78$ , 2회치료후  $16.35 \pm 3.00$ , 3회치료후  $16.70 \pm 2.94$ , 4회치료후  $16.20 \pm 3.87$ , 5회치료후  $16.70 \pm 2.87$ 로 치료횟수에 따라 유의한 변화가 없었다( $p > 0.05$ )(Table 4).

따라서 초음파군과 운동군간의 유의성 검정을 위하여 독립표본 t-test를 실시한 결과 4회치료후와 5회치료후에 초음파군에 비해 운동군에서 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ )(Fig. 11).

Table 4. Comparison of pinch grip power during treatment periods

	Group 1		Group 2		Control	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Pre	14.15	2.72	13.55	2.89	15.80	2.48

1st	15.20	2.55	15.70	3.34	16.15	2.78
2nd	15.55	2.44	16.45	3.43	16.35	3.00
3rd	16.25	2.84*	18.05	3.71**	16.70	2.94
4th	16.60	2.91**	18.65	3.45**	16.20	3.87
5th	16.70	2.98**	18.80	3.43**	16.70	2.87

\*  $p<0.05$

\*\* $p<0.01$

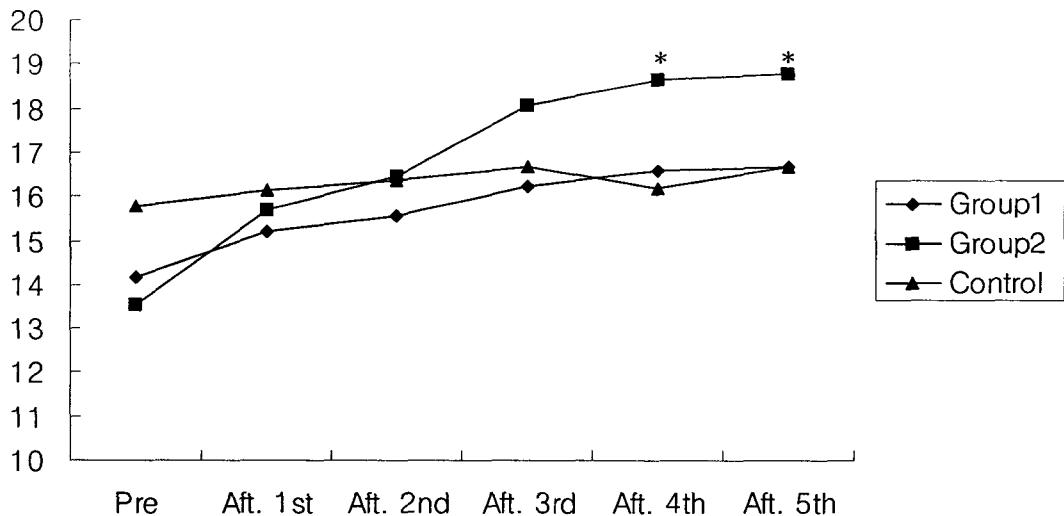


Fig. 11. Post-hoc comparison of pinch grip power between group 1 and group 2

##### 5. 치료횟수에 따른 환자의 치료만족도 변화

치료횟수에 따른 환자의 치료만족도를 검정하기 위하여 일원배치분산분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 초음파그룹(실험군1)의 치료전 평균과 표준편차는  $3.60 \pm 1.23$ , 1회치료후  $5.60 \pm 2.39$ , 2회치료후  $7.25 \pm 1.02$ , 3회치료후  $7.35 \pm 1.04$ , 4회치료후  $7.45 \pm 1.15$ , 5회치료후  $7.60 \pm 1.27$ 로 치료횟수에 따라 환자의 치료만족도는 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 따라서 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 치료전에 비해 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회치료후에 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ )(Table 5).

운동군(실험군2)의 치료전 평균과 표준편차는  $3.55 \pm 0.51$ , 1회치료후  $7.10 \pm 1.80$ , 2회치료후  $7.85 \pm 0.37$ , 3회치료후  $8.00 \pm 0.00$ , 4회치료후  $8.05 \pm 0.60$ , 5회치료후  $8.40 \pm 0.75$ 로 치료횟수에 따라 환자의 치료만족도는 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 따라서 치료구간별 유의성을 검정하기 위하여 Scheffe 사후검정을 실시한 결과 치료전에 비해 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회치료 후에 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ )(Table 5).

대조군의 치료전 평균과 표준편차는  $3.90 \pm 0.94$ , 1회치료후  $3.85 \pm 0.99$ , 2회치료후  $3.85 \pm 0.99$ , 3회치료후  $3.85 \pm 0.99$ , 4회치료후  $3.75 \pm 0.91$ , 5회치료후  $3.85 \pm 0.93$ 으로 치료횟수에 따른 환자의 치료만족도는 유의한 변화가 없었다( $p>0.05$ )(Tale 5).

따라서 초음파군과 운동군간의 유의성 검정을 위하여 독립표본 t-test를 실시한 결과 1회, 2회, 3회, 4회, 그리고 5회치료후에 초음파군에 비해 운동군이 유의하게 증가하였다

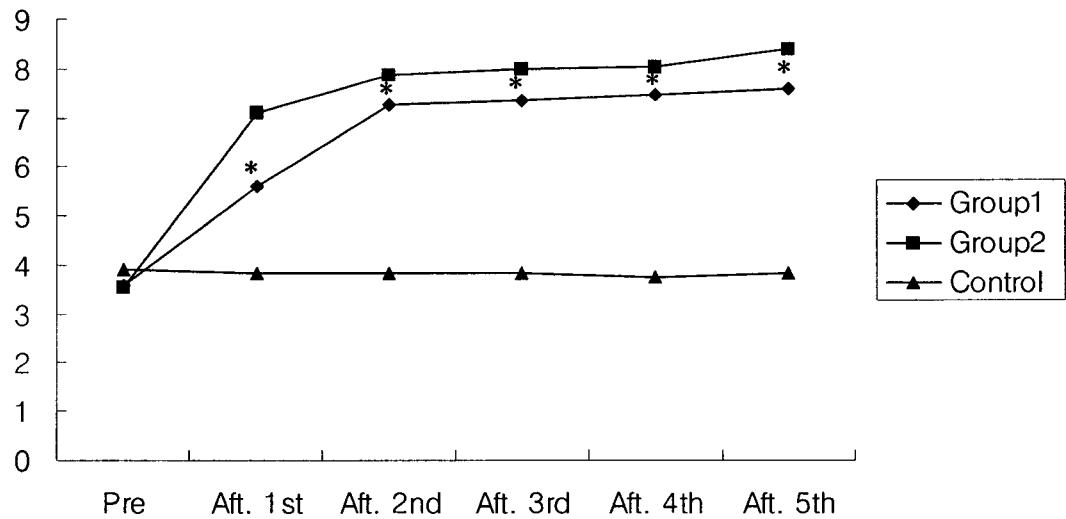
( $p<0.05$ )(Fig. 12).

**Table 5. Comparison of satisfaction level during treatment periods**

	Group 1		Group 2		Control	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Pre	3.60	1.23	3.55	0.51	3.90	0.94
1st	5.60	2.39**	7.10	1.80**	3.85	0.99
2nd	7.25	1.02**	7.85	0.37**	3.85	0.99
3rd	7.35	1.04**	8.00	0.00**	3.85	0.99
4th	7.45	1.15**	8.05	0.60**	3.75	0.91
5th	7.60	1.27**	8.40	0.75**	3.85	0.93

\* $p<0.05$

\*\* $p<0.01$



**Fig. 12. Post-hoc comparison of satisfaction level between group 1 and group 2**

## IV. 고찰

흉곽출구의 해부학적인 구조가 흉곽출구증후군 증상을 일으키는 직접적인 원인이 되는데, 즉 사각근삼각(scalene triangle)은 전방에서 전사각근, 후방에서 중사각근, 그리고 하방에서 1번 늑골의 상연에 의해 형성되며, 상완신경총의 신경근과 쇄골하동맥은 이 사각근삼각을 통과해서 액와로 들어간다. 하지만 쇄골하 정맥은 사각근삼각을 통과하지 않고, 1번늑골과 쇄골두 사이에 있는 늑쇄공간을 통과해서 전사각근의 전방에 있는 흉곽으로 들어간다 (Hood et al., 1997).

늑사각터널(costoscalene tunnel)에서 압박되는 일반적인 원인은 경늑골(cervical rib), 2번늑골에 함입되어 있는 비정상적인 1번늑골, 근섬유성 띠, 그리고 타이트한 전사각근 등이다(Humpel et al., 1996). 경늑골은 흉곽출구증후군 환자 중 혈관손상이 있는 경우 약 56%에서 67%까지 발견된다(Cormier et al., 1989; Durham et al., 1995). 2번늑골의 전방부분에 인접해서 가성관절증(pseudoarthrosis)이 있는 비정상적인 1번 늑골은 혈관손상환자의 14%에서 27%까지 발견된다(Cormier et al., 1989; Durham et al., 1995). 그 외에는 전사각근과 섬유성띠로 인해 연부조직의 끼임현상(impingement)에 의해 발생하기도 한다(DiFiore et al., 2002).

다양한 원인에 의해 흉곽출구가 협소해지면 그 공간을 통해 빠져 나가는 신경혈관구조물이 압박당하게 되는데 흉곽출구증후군은 주로 성인에게서 호발하며, 환자의 약 95%정도는 신경학적인 증상을 나타나며, 오직 5%정도만 혈관성 증상을 나타낸다(Hempel et al., 1996; Ombregt et al., 1995; Sanders, 1996; Sanders & Haug, 1991). 또한 운동신경과 감각신경, 그리고 교감신경이 동시에 손상당하는 순수한 신경성 흉곽출구증후군의 유병율은 1/1,000,000정도로 매우 드물다(Robert & Stephen, 1996).

이상과 같이 흉곽출구에서 신경혈관구조물들이 압박당하게 되면 환자는 여러 신경혈관학적 증상을 호소하게 되는데, 예를 들면 통증, 감각저하, 저린감, 그리고 침범측 팔의 약화등이 특징적으로 발생하며(DiFiore et al., 2002), 이 외에도 모지구와 소지구근의 탈신경위축과 악력감소(Lindgren et al., 1997), 빈맥(Kaymak, et al., 2004), 피부온도 감소와 동맥류(DiFiore et al., 2002)등이 발견된다. 하지만 흉곽출구증후군의 합병증 중에 하나인 쇄골하동맥의 동맥류는 좀처럼 발생하기 어려우며, 그나마 오직 성인에게서만 출현하는 경향이 있다(Durham et al., 1995; Nehler et al., 1997; Thompson & Webster, 1990).

흉곽출구증후군과 관련된 증상을 유도해 내기위한 방법으로는 상완신경총을 압박하기도하고 이완하기도 하면서 유도해낼 수가 있는데, 이러한 검사법에는 Adison 검사법, Wright검사법, Roose검사법, 늑쇄압박(costoclavicular compression)검사법(Brismee et al., 2004), Cyriax Release 검사법(Cyriax, 1978; Ombregt et al., 1995), 그리고 수정된 Cyriax Release 검사법(Modified Cyriax Release Test)(Brismee et al., 2004)등이 있다.

Cyriax Release 검사법에 대해 살펴보면 먼저 환자는 서거나 앉은 자세를 유지하고 치료사는 환자 뒤에 서서 환자의 주관절을 약 80~90도 굽곡한 상태에서 전완의 아래부분을 지지하면서 잡고, 환자는 최대한 전완과 손목, 그리고 손을 중립상태로 유지한다. 그리고 나서 치료사는 환자의 등 뒤쪽에 기대어 서서 수직축에서 약 5도 후방으로 환자의 견갑대를 관절가동범위 끝까지 거상시키는 동작을 약 3분 정도 실시하게 된다(Brismee et al., 2004). 그리고 수정된 Cyriax Release 검사법(Modified Cyriax Release Test)은 수동적으로

견갑대를 거상시킬 수 있는 의자를 이용하는 방법이다(Brismee et al., 2004).

Brismee 등(2004)은 남자 50명, 여자 69명 총 114명의 무증상자(asymtomatic)를 대상으로 수정된 Cyriax Release자세를 취할 수 있는 의자에서 3분간 자세를 유지하면서 감각 저하(paresthesia)와 작열감(numbness)을 측정하였는데, 그 결과 3분 동안 시간이 증가할수록 유의하게 증가하여 흉곽출구증후군을 진단내리는데 있어서 좋은 대안이 될 수 있을 것이라고 제안하였다.

흉곽출구증후군으로 보고된 나이대는 평균 34세에서 36세 사이이며, 남성에 비해 여성의 호발율이 약 4배 이상 된다(Atasoy, 1996; Brismee et al., 2004; Lindgren, 1997). 이번 연구 결과 역시 남자보다 여성의 호발비율이 높게 나타났으며, 평균 나이 대는 20대와 30대가 가장 많았다.

흉곽출구증후군 환자의 증상을 개선시킬 목적으로 다양한 접근들이 이루어지고 있는데 가장 많이 시행되고 있고 또한 가장 많은 논란이 되고 있는 접근법은 수술이다. 많은 연구자들이 수술의 효용성에 대해 언급하면서 호전된 수술결과를 보고하고 있지만 그에 반해 반대의견 또한 많이 제기되어 있는 상황이다.

Kaymak 등(2004)은 신경성 흉곽출구증후군이라는 진단을 받은 22세 여성 1인을 대상으로 1번 늑골절제술(transaxillary 1st rib resection)과 사각근절제술(scalenectomy)을 실시한 결과 수술전 심박수의 평균값은 휴식시 92/min이었고, Roos검사를 시행하는 동안에는 110.6/min이었으며, Roos검사 1.5분 이후 측정시에는 104/min이었으며, 수술 1개월 후 측정한 값은 80.6, 92.6, 84/min 이었다고 보고하였다.

DiFiore 등(2002)은 6세 남자아이의 비정상적인 1번 늑골에 의해 쇄골하동맥이 압박당해서 발생한 좌쇄골하동맥의 동맥류를 해결할 목적으로 비정상적인 1번 늑골과 전사각근에 생긴 가성관절증(pseudoarthrosis)을 제거한 결과 좌측 요골동맥의 맥박이 팔을 올리고 있는 자세에서도 강하게 뛰었으며, 수술후 3개월과 6개월 후 추적검사결과에서도 MRA 소견상 동맥류의 크기가 수술전 14mm에서 수술 후 11mm와 9mm로 감소하는 등의 경과를 보였다고 보고하였다.

하지만 이와는 달리 운동치료와 같은 보존적인 물리치료접근의 효용성에 관해 보고한 연구자들 또한 있는데, Lindgren(1997)은 119명의 입원환자를 대상으로 특수한 치료프로그램(1. 경부전방굴곡운동(검사자는 환자의 턱을 가슴에 닿도록 압박함), 2. 경부신전운동(천장을 바라보기), 3. 측굽(귀가 어깨에 닿기), 4. 경부의 중립상태에서 양쪽으로 회전하기)을 이용한 5년간의 추적검사결과 치료결과에 대한 환자의 만족도는 88%였고, 73%의 환자는 원래의 직장으로 복귀하였으며, 악력과 Tinel sign이 유의하게 호전되었다고 보고하였으며, 이러한 운동치료접근의 효용성이 발견되지 않을 경우 오진의 가능성이 있을 확률이 높다고 보고하였다.

그 외에도 근력강화운동(Britt, 1967; Crawford, 1980; Karas, 1990; Lederman, 1987; Lindgren, 1997; Peet et al., 1956), 환자의 자세를 호전시킬 수 있는 운동(Kelly, 1979; Lindgren, 1997; Peet et al., 1956; Porter et al., 1982; Roos, 1971), 끌성정복술(osteopathic manipulative treatments)과 1번 늑골의 가동운동(Dobrusin, 1989) 등이 흉곽출구를 넓혀줌으로서 증상을 호전시킬 수 있다고 주장하고 있다.

하지만 1번 늑골의 가동기법은 오히려 증상을 악화시킬 가능성이 있으며 (Ingesson, 1986), 1번 늑골을 가동시키기 위한 심부맞사지의 효과에 대해서도 의문점이 제기되고 있다 (Leffert, 1994). 또한 Lindgren(1993)은 직업적으로 반복되는 역학적인 자극이 해부학적 약

화를 초래하게 된다고 주장하면서 만약에 1번 늑골에 대한 운동이 늑횡관절(costotransverse joint)의 아탈구에 의해 방해를 받게 된다면 상부구조의 운동학(kinesiology)이 영향을 받게 될 것이며, 사각근은 긴장하게 될 것이라고 주장하였다. 또한 그는 늑횡관절에서 1번 늑골의 아탈구는 8번경추신경과 1번 흉추신경, 그리고 성상신경절(stellate ganglion)의 신경근을 자극하게 되어 척골신경증후군과 같은 증상을 나타내게 되며, 그 증상은 RSD와 유사하다고 보고하였다.

따라서 이 연구자는 골성구조물의 변이를 교정하거나 사각근 부위를 직접 맷사지하는 것이 아니라 흉곽출구를 좁히는 원인근을 신장운동을 통해서 보존적인 물리치료의 효용성에 관해 연구를 하였는데, 그 결과 통증은 초음파군과 운동군 모두 대조군에 비해 치료횟수가 더해질수록 감소하는 경향이 있었으며, 초음파군과 운동군의 비교에서는 초음파군에 비해 운동군이 더 유의하게 감소하였다. 잡기와 쥐기, 그리고 치료만족도의 변화 역시 두 군 모두 대조군에 비해 치료횟수가 증가함에 따라 유의하게 증가하였으며, 두 군간의 비교에서는 초음파군에 비해 운동군이 더 유의하게 증가하였다.

따라서 임상에서 흉곽출구증후군 환자의 동반증상을 해소할 목적으로 다양한 방식의 치료접근이 필요하다고 여겨지며, 특히 전기치료와 초음파에 의존하는 일상적인 접근방식보다는 치료매개체, 즉 손을 이용한 도수치료접근방식이 선호되어야 할 것으로 판단된다. 이는 환자의 빠른 증상개선효과 뿐만 아니라 치료사에 대해 갖게 되는 환자의 신뢰도와 치료결과에 대한 만족도 향상에 기여할 수 있기 때문이다.

흉곽출구 증후군에 관한 몇몇 연구자들의 보존적인 치료접근의 효용성에 관한 제기(recommendation)에도 불구하고 흉곽출구증후군에 대한 보존적인 치료접근에 관한 연구는 사실상 많지가 않다. 이러한 점에 있어서 물리치료사들의 임상경험적인 지식이 논문이라는 형식을 통해 보고가 되어야 할 필요가 있을 것으로 여겨지며, 이러한 노력들이 점철되어 환자에게 질적인 의료서비스를 제공하겠다는 본래의 취지와 목적에 충실할 수 있을 것으로 여겨진다.

마지막으로 환자의 생활패턴에 대한 접근 또한 중요하게 다루어져야하는데, 그 이유는 상지에 가해지는 정적인 부하는 증상을 악화시킬 수 있기 때문에 환자로 하여금 상지에 가해지는 반복적인 운동장애를 예방하기위해 비디오게임이나 컴퓨터를 바라보는 동작을 금지 시켜야 하는 교육 또한 선행되어야하는 치료요소 중에 하나일 것으로 판단된다.

## V. 결 론

2004년 12월 1일부터 2005년 1월 31일까지 진주시에 소재한 H-병원에 입원중인 환자 중 본 연구자에 의해 흉곽출구증후군이라고 진단 내려진 환자 60명을 대상으로 2개월간 초음파치료와 후경근 및 사각근 신장운동을 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 통증(VAS)은 치료횟수가 증가함에 따라 초음파군과 운동군 모두 유의하게 감소하였으며( $p<0.05$ ), 군간의 비교에서는 운동군이 초음파군 보다 더 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ).
2. 잡기(spherical grip)는 치료횟수가 증가함에 따라 초음파군과 운동군 모두 유의하게 증가하였으며( $p<0.05$ ), 군간의 비교에서는 운동군이 초음파군보다 더 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ).
3. 집기(pinch grip)는 치료횟수가 증가함에 따라 초음파군과 운동군 모두 유의하게 증가하였으며( $p<0.05$ ), 군간의 비교에서는 운동군이 초음파군보다 더 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ).
4. 치료만족도는 치료횟수가 증가함에 따라 초음파군과 운동군 모두 유의하게 증가하였으며( $p<0.05$ ), 군간의 비교에서는 운동군이 초음파군보다 더 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ).

이상의 연구결과 대조군에 비해 두 실험군 모두 유의한 변화가 있었지만, 실험군간의 비교에서는 초음파군보다 운동군의 치료효과가 더 우수한 것으로 나타났다, 따라서 임상에서 흉곽출구증후군 환자를 치료하는데 있어서 운동치료적인 접근방식이 더 선호되어야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- Ambrad-Chalela, E., Thomasm G. I., ohansen, K. H. (2004). Recurrent neurogenic thoracic outlet syndrome. *The Am J Surg*, 187, 505-510.
- Anto, C., Aradhya, P. (1996). Clinical diagnosis of peripheral nerve compression in the upper extremity. *Orth Clin North Am*, 27(2), 227-236.
- Atasoy, E. (1996). Thoracic outlet compression syndrome. *Orthop Clin North Am*, 27(2), 265-303.
- Brismée, J-M., Gilbert, K., Isom, K. et al. (2004). Rate of false positive using the cyriax release test for thoracic outlet syndrome in an asymptomatic population. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 12, 73-81.
- Britt, L. P. (1967). Nonoperative treatment of the TOS symptoms. *Clin Orthop*, 51, 45-48.
- Caroll, R. E., Hurst, L. C. (1982). The relationship of thoracic outlet syndrome and carpal tunnel syndrome. *Clin Orthop*, 164, 149-153.
- Cherington, M. (1986). Surgery for the thoracic outlet syndrome? *N Engl J Med*, 314, 322.
- Cormier, J. M., Amrane, M., Ward, A. (1989). Arterial complications of the thoracic outlet syndrome: Fifty five operative cases. *J Vasc Surg*, 9, 778-787.
- Crawford, F. A. (1980). Thoracc outlet syndrome. *Surg ClinNorth Am*, 60 947-95.
- Cuypers, P. W., Bollen, E. C., van Houtte, H. P. (1995). Transaxillary first rib resection for thoracic outlet syndrome. *Acta Chir Belg*, 95, 119-122.
- Cyriax, J. (1978). *Textbook of Orthopedic Medicine: Diagnosis of Soft tissue Leisions*. 7th ed. Vol 1, London: Baliere Tindally.
- DiFiore, J. W., Reid, J. R., Drummond-Webb, J. (2002). Thoracic outlet syndrome in a child-transaxillary resection of anomalous first rib. *J Pedia Surg*, 37(8), 1220-1222.
- Dobrusin, R. (1989). An osteopathic approach to conservative management of thoracic outlet syndrome. *J Am Osteopath Assoc*, 89, 1053-1057.
- Durham, J. R., Yao, J. S. T., Pearce, W. H, et al. (1995). Arterial injuries in the thoracic outlet syndrome. *J Vasc Surg*, 21, 57-70.
- Fechter, J. D., Kuschner, S. H. (1993). The thoracic outlet syndrome. *Orthopedics*, 16, 1243-1251.
- Gockel, M., Lindholm, H., Vastamaki, M. et al. (1995). Cardiovascular functional disorder and distress among patients with thoracic outlet syndrome. *J Hand Surg[Br]*, 20, 29-33.
- Hempel, G. K., Shutze, W. P., Anderson, J. F. et al. (1996). 770 consecutive supraclavicular first rib resections for thoracic outlet syndrome. *Ann Vasc Surg*, 10, 456-463.
- Hood, D. B., Kuehne, J., Yellin, A. E, et al. (1997). Vascular complications of thoracic outlet syndrome. *Am Surg*, 63, 913-917.
- Ingesson, E. E. U., Ribbe, E. B., Norgren, L. E. H. (1986). Thoracic outlet

- syndrome—evaluation of a physiotherapeutic method. *Manual Med*, 2, 86–88.
- Karas, S. E. (1990). Thoracic outlet syndrome. *Clin Sports Med*, 89, 1053–1057.
- Katoka, Y. (1994). Pathogenesis of thoracic outlet syndrome: Diagnosis with neurography of the brachial plexus. *J Jap Orthop Assoc*, 68, 357–366.
- Kaymak, B., Özçakar, L., Oğuz, A. K. et al. (2004). A novel finding in thoracic outlet syndrome: tachycardia. *Joint Bone Spine*, 71, 430–432.
- Kelly, J. R. (1979). Thoracic outlet syndrome. *Ann Surg*, 190, 657–662.
- Kenny, R. A., Traynor, G. B., Withington, D. et al. (1993). Thoracic outlet syndrome: a useful exercise treatment option. *Am J Surg*, 165, 282–284.
- Kralios, F. A., Millar, C. K. (1981). Sympathetic neural effects on regional atrial recovery properties and cardiac rhythm. *Am J Physiol*, 240, H590–596.
- Lawton, R. (1991). Thoracic outlet syndrome: a socio-cultural refutation. *Iowa Med*, 81, 486–488.
- Lederman, R. J. (1987). Thoracic outlet compression syndrome; review of the controversies and a report of 17 instrumental musicians. *Med Probl Perfor Art*, 2, 87–91.
- Leffert, R. D. (1992). Thoracic outlet syndromes. *Hand Clin*, 8(2), 285–297.
- Leffert, R. D. (1994). Thoracic outlet syndrome. *J Am Acad Orthop Surg*, 2, 317–325.
- Lepäntalo, M., Lindgren, K-A., Leino, E. et al. (1989). Long-term outcome after resection of the first rib for thoracic outlet syndrome. *Br J Surg*, 76, 1255–1256.
- Lindgren, K-A. (1993). Thoracic outlet syndrome with special reference to the first rib. *Ann Chir Gynaecol*, 82, 218–230
- Lindgren, K-A. (1997). Conservative treatment of thoracic outlet syndrome: A 2-year follow-up. *Arch Phys Med Rehabil*, 78, 373–378.
- Lindgren, S. H., Ribbe, E. B., Norgren, L. E. H. et al. (1989). Two year follow-up of patients operated on for thoracic outlet syndrome. Effects on sick-leave incidence. *Eur J Vasc Surg*, 3, 411–415.
- Machleder, H. I. (1995). Editorial comment. *Am J Surg*, 170–137.
- Mackinon, S. E. (1992). Double and multiple "crush" syndromes. *Hand Clinics*, 8(2), 369–390.
- Martin, G. T. (1993). First rib resection for the thoracic outlet syndrome. *Br J Neurosurg*, 7, 35–38.
- Maxey, T. S., Brett Reece, T., Ellman, P. I. et al. (2003). Safety and efficacy of the supraclavicular approach to thoracic outlet decompression. *Ann Thorac Surg*, 76, 396–400.
- Melliere, D., Becquemin, J-P., Etienne, G. et al. (1991). Severe injuries resulting from operation for thoracic outlet syndrome: Can they be avoided? *J Cardiovasc Surg*, 32, 599–603.
- Nehler, M. R., Taylor, L. M., Moneta, GL, et al. (1997). Upper extremity ischemia from subclavian artery aneurysm caused by bony abnormalities of the thoracic outlet. *Arch Surg*, 132, 527–532.

- Novak, C. B., Collins, E. D., Mackinnon, S. E. (1995). Output following conservative management of thoracic outlet syndrome. *J Hand Surg*, 20A, 542-548.
- Novak, C. B., Mackinnon, S. E. (1996). Thoracic outlet syndrome. *Orthop Clin North Am*, 27(2), 747-761.
- Ombregt, L., Bisschop, P., ter Veer, H. J. et al. (1995). *A System of Orthopaedic Medicine*. London: WB Saunders Co, Ltd.
- Peet, R. M., Henriksen, J. D., Anderson, T. P. et al. (1956). Thoracic outlet syndrome: evaluation of a therapeutic exercise program. *Proc Mayo Clin*, 31, 281-287.
- Plewa, M. C., Delinger, M. (1998). The false-positive rate of thoracic outlet syndrome shoulder maneuvers in healthy subjects. *Acad Emerg Med*, 5, 337-342.
- Pollak, E. W. (1986). *Thoracic Outlet Syndrome: Diagnosis and Treatment*. New York: Futura.
- Porter, J. M., Rivers, S. P., Coull, B. M. et al. (1982). Thoracic outlet syndrome: a conservative approach. *Vasc Diagn Ther*, 3, 35-42.
- Ribbe, E., Lindgren, S. H., Norgren, L. (1986). Clinical diagnosis of thoracic outlet syndrome-evaluation of patients with cervicobrachial symptoms. *Manual Med*, 2, 82-85.
- Robert, J., Stephen, L. (1996). *Rehabilitation issues in plexopathies*. In: Braddom, R. L, editor. Physical medicine and rehabilitation. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 990-1001.
- Roos, D. B. (1971). Experience with first rib resection for thoracic outlet syndrome. *Ann Surg*, 173, 429-442.
- Roos, D. B. (1976). Congenital anomalies associated with thoracic outlet syndrome: anatomy, symptoms, diagnosis and treatment. *Am J Surg*, 132, 771-778.
- Sanders, R. J. (1996). Results of the surgical treatment for thoracic outlet syndrome. *Sem Thorac and Cardiovasc Surg*, 8, 221-228.
- Sanders, R. J., Haug, C. (1991). Review of arterial thoracic outlet syndrome with report of five new instances. *Surg Gynecol Obstet*, 173, 415-423.
- Sanders, R. J., Monsour, J. W., Gerber, W. F. et al. (1979). Scalenotomy versus first rib resection for treatment of the thoracic outlet syndrome. *Surgery*, 85, 109-121.
- Stallworth, J. M., Horne, J. B. (1984). Diagnosis and management of thoracic outlet syndrome. *Arch Surg*, 19, 1149-1151.
- Thompson, J. F., Webster, J. F. (1990). First rib resection for vascular complications of thoracic outlet syndrome. *Br J Surg*, 77, 555-557.
- Winkle, D., Matthijs, O., Phelps, V. et al. (1997). *Diagnosis and Treatment of the Upper Extremities: Nonoperative Orthopaedic Medicine and Manual Therapy*. Gaithersburg, MD: Aspen Pub Inc.
- Yanowitz, F., Preston, J. B., Abilskov, J. A. (1966). Functional distribution of right and left stellate innervation to the ventricles, *Circ Res*, 18, 416-428.
- Yoshikawa, H., Ueno, Y., Nakamura, N. et al. (1998). Hands up for angina. *Lancet*, 29(352), 702.