

## 초음파에 의한 전완 국소 온도와 정중 운동 신경전도 속도의 변화

전차선, 김택연<sup>1)</sup>

아트라스슬링운동센터, OPT 운동처방실<sup>1)</sup>

---

### Abstract

## Alteration of Forearm Local Temperature and Median Nerve Conduction Velocity by Therapeutic Ultrasound in Healthy Adult Subjects

Cha-Sun Jeon, Taek-Yean Kim<sup>1)</sup>

*The Atlas sling exercise Center, OPT Exercise Prescription Center<sup>1)</sup>*

**PURPOSE:** Previous studies have documented the lack of ultrasound's non-thermal effects on nerve conduction using frequencies of 1 MHz and 870 kHz. The purpose of this study was to determine the biophysical effects of continuous ultrasound on median local forearm temperature and motor nerve conduction velocities using frequencies of 3.0 MHz. **SUBJECTS:** Twelve healthy subjects (6 males, 6 females, age 22.30±2.41 yrs, weight 61.33±10.16 kg, height 167.58±8.04 cm) without a history of neurological or musculoskeletal injury to their dominant arm volunteered for this study. **METHODS AND MATERIALS:** Each subject received a total of five treatments, one each at .0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 W/cm<sup>2</sup> of 3 MHz continuous ultrasound on the anterior surface of the middle area of dominant forearm for 10 minutes. Dependent measures for forearm local temperature and median motor nerve conduction velocity (MNCV) were taken pretreatment and immediately post-treatment. One-way ANOVA were used for each dependent measure. **RESULTS:** The posttreatment forearm local temperature were differed significantly ( $p<0.001$ ) between intensities of ultrasound. The posttreatment forearm local temperature of the ultrasound treated with 1.0 w/cm<sup>2</sup>, 1.5 w/cm<sup>2</sup> and 2.0w/cm<sup>2</sup> were significantly higher than 0.5 w/cm<sup>2</sup> and 0.0w/cm<sup>2</sup> of ultrasound ( $p<0.05$ ). The posttreatment median MNCV were differed significantly from the respective pretreatment velocities ( $p<0.001$ ). The MNCV of the ultrasound treated with 0.0 w/cm<sup>2</sup> and 0.5 w/cm<sup>2</sup> were significantly ( $p<0.05$ ) slower than that observed pretreatment, while the three ultrasound intensities produced significantly increased posttreatment MNCV: 1.0 w/cm<sup>2</sup> and 1.5 w/cm<sup>2</sup> and 2.0 W/cm<sup>2</sup>. The posttreatment MNCV at 2.0 w/cm<sup>2</sup> and 1.5 w/cm<sup>2</sup> was significantly faster than that at 0 w/cm<sup>2</sup>, 0.5

w/cm<sup>2</sup> and 1.0 w/cm<sup>2</sup> (p<0.05), the MNCV at 1.0 w/cm<sup>2</sup> was significantly faster than that associated with 0 w/cm<sup>2</sup> and 0.5 w/cm<sup>2</sup> of ultrasound (p<0.05). CONCLUSIONS: The decreased median motor forearm local temperature and MNCV of the ultrasound treated with 0.0 w/cm<sup>2</sup> and 0.5 w/cm<sup>2</sup> were attributed to the cooling effect by ultrasound transmission gel. Local forearm temperature and nerve conduction velocity were directly related to the intensity of ultrasound. Alterations in MNCV from ultrasound on healthy nerves appeared to be related to temperature changes induced by thermal effects of ultrasound.

**Key Words:** Ultrasound; Motor nerve conduction velocity; Infrared thermography

교신저자: 전차선(아트라스슬링운동센터,063-226-8709, Email: jcs1914@hanmail.net)

## I. 서론

초음파는 관절구축 및 유착, 급성 및 만성 염증성 질환, 창상치유, 통증완화 등의 목적으로 물리치료분야에서 널리 사용하고 있는 도구이다. 치료용 초음파의 종류에는 맥동초음파와 연속초음파가 있다. 맥동초음파는 기계적, 화학적, 전기적인 비열적 효과가 있는데 반해 연속초음파는 열적인 효과가 있다. 치료용 초음파는 보통 주파수를 0.7 MHz-3 MHz 범위를 자주 이용한다. 신경전도속도 연구는 말초신경 병변의 평가를 위해서 자주 이용한다(Hennessey 외, 1994). 말초신경의 신경전도속도는 초음파의 용량에 영향을 받는다고 알려져 있다.

Madsen과 Gersten(1961)은 0.88, 1.28 W/cm<sup>2</sup>의 연속 초음파 5분 동안 적용 후 운동신경전도속도가 감소, 1.92 W/cm<sup>2</sup>의 연속 초음파 5분 적용 후 운동신경전도속도가 증가됨을 보고했다. Farmer(1968)는 1~2 W/cm<sup>2</sup>의 연속 초음파 5분 적용 후 운동신경전도속도가 감소했고, 0.5, 3 W/cm<sup>2</sup>의 연속 초음파 5분 적용 후 운동신경전도속도 증가했다. 그러나 국소 조직 온도는 측정하지 않았다. Currier 등(1978)은 1.5 W/cm<sup>2</sup>의 연속 초음파 5분 적용 후 감각신경전도속도가 유의하게 증가했다고 보고했다. Zankel(1966)은 2 W/cm<sup>2</sup>의 연속 초음파 5분 적용 후 운동신경전도속도 감소했고, 1 W/cm<sup>2</sup> 연속 초음파 10분 적용 후 운동신경전도속도 감소했고, 온 습포 적용 후 측정된 신경전도속도와 비교한 결과 초음파 적용 후 신경전도속도가 약간 빨랐다고 보고했다. 이러한 결과는 초음파에 의한 신경전도속도 변

화는 열 효과 이외의 다른 요인이 작용했기 때문이라고 하였다.

Halle 등(1981)은 1 MHz의 연속 초음파를 1 W/cm<sup>2</sup>의 강도로 적용하여 국소 온도를 증가시키면서 요골신경의 감각신경의 잠복시를 측정된 결과 온도가 증가함에 따라 잠복시가 감소하였다고 보고하였다. Currier 등(1978)은 신경전도속도는 조직의 온도와 선상 상관관계를 가진다고 보고하였다. Halle 등(1981)은 요골신경에 1 MHz 연속초음파를 1 W/cm<sup>2</sup>의 강도로 조직 온도를 1.2℃까지 상승시키면서 적용하고 요골신경의 감각신경의 전도속도를 측정된 결과 잠복시를 측정된 결과 온도가 상승함에 따라 신경전도도가 증가하였다고 보고하였다. 이렇듯 연속초음파를 적용할 때 발생하는 심부열로 인한 국소 조직의 온도상승으로 신경속도가 증가함을 알 수 있다. 각 용량에 따른 국소 부위 연속초음파의 적용은 표면온도의 증가가 아닌 심부의 온도 상승에 따라 신경전도가 상승이 된다는 것에서 연구의 중요성이 있다. 적외선 조사시 표면 열에 따른 국소조직의 온도상승과 각 용량에 따른 연속초음파 적용시 심부열에 따른 국소조직 온도의 상승 차이의 구분은 중요한 의미가 있다. 용량에 따른 치료용 연속초음파 적용 전,후 신경전도속도와 국소 조직의 온도변화의 차이가 있을 것이다(Cosentino 외, 1983). 치료용 초음파의 각 용량에 따른 적용 전,후 신경전도속도와 국소 조직의 온도변화의 차이와 상호 관련성을 정량적인 방법으로 비교하는 것이 필요하다.

이에 본 연구는 초음파 용량에 따른 심부열에 따른 국소부위 온도변화와 신경전도속도의 상관성을 알아보기 위해서 조사하였다. 3.0 MHz연속

초음파를 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2 W/cm<sup>2</sup>의 용량을 오른 쪽 상지 전완에 적용하여 적용 전·후 정중신경의 국소 부위의 온도와 운동신경 전도속도변화의 정량적으로 알아보기 위해서 건강한 남녀 12명을 대상으로 실행하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구대상은 원광보건대학 재학생 중 본 연구에 자원한 건강한 학생 12명(남자 6명, 여자 6명)으로 하였다. 모든 대상자는 말초신경질환, 심혈관질환, 당뇨병, 급성 감염성 질환의 병력, 상지의 운동 및 감각 이상이 없었다. 모든 대상자에게 실험 전 1시간 전부터 실험이 끝날 때까지 술, 담배, 식사, 운동을 금하도록 하였다. 모든 대상자는 1일 간격으로 위약군, 0.5W/cm<sup>2</sup>, 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 2.0 W/cm<sup>2</sup>군에 배치하였다.

### 2. 초음파치료

모든 대상자를 편안하게 앉도록 한 후 오른쪽 전완 전면의 피부와 직경 2.5 cm의 초음파 변환기에 초음파표(Sonigel, Parker Laboratories, Inc., Oranges, NJ 07050, USA)을 충분히 바르고 초음파변환기를 피부와 직각을 유지하여 2.5 cm/s의 속도로 변환기 접촉면이 50%씩 겹치도록 접촉 회전 이동하였다. 3 MHz 연속초음파를 사용하여 각각 0 W/cm<sup>2</sup>, 0.5W/cm<sup>2</sup>, 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 2 W/cm<sup>2</sup>의 강도로 5cm<sup>2</sup> 부위를 10분간 적용하였다. 초음파는 Sonoplus 434 (Enraf-Nonius, 2600 AV Delft, Netherlands)를 사용하였다.

### 3. 국소 조직온도 측정

모든 대상자는 실험 직전 30분간 실험실 의자에 편안히 앉아 안정을 취하도록 하였으며 온도에 영향을 미치는 차가운 것과 뜨거운 것을 먹거나 만지지 않도록 하였으며, 실내온도는 23 °C로 유지하였다. 대상자를 해부학적 자세로 서게 한 다음 적외선 감지 카메라로 상지의 영상을 촬영하여 개인용 컴퓨터에 저장하였다. 저장된 영상은

분석프로그램의 영상조절 기능을 이용하여 temperature window level을 설정하고 초음파 처치한 전완 전면과 반대측 전완 전면의 동일 부위에서 온도를 측정하였다. 온도측정은 3회 반복 측정하였으며 평균온도를 산출하였다. 적외선 영상 측정기는 IRIS-5000(Medicore, Seoul, Core)을 사용하였으며 처치 직전 및 직후에 측정하였다.

### 4. 운동신경전도속도 측정

모든 대상자는 초음파 처치 직전 및 직후에 침대에 편안히 눕게 한 다음 전극부착부위를 알코올로 닦은 후 표면 기록전극(recording electrode)을 단모지의전근(abductor pollicis brevis)의 복부 위에 부착하고 기준전극(reference electrode)은 근육 정지부의 전 위에 부착하였으며 접지전극은 손목에 부착하였다. 자극전극을 각각 손목 부위 및 팔굽 부위에서 위치시킨 다음 정중신경을 찾아 활동전위의 진폭이 증가되지 않는 최대자극을 구한 다음 최대자극보다 25% 높은 초최대강도(supramaximal intensity)로 자극하였다. 운동신경전도속도 측정은 Neuropack 2(Nihon Koden, Tokyo, Japan)를 사용하였으며 고필터(high filter)는 10 kHz, 저필터(low filter)는 50 Hz, 예민도(sensitivity)는 2-5 mV/division, 진행속도(sweep speed)는 2-5 ms/division, 자극시간은 0.2 ms, 자극빈도는 1 Hz로 하였다. 손목 부위의 자극전극의 음극 지점과 팔굽 부위의 자극전극의 음극 지점을 줄자로 재서 거리를 측정하고 손목 부위에서 20회 측정된 활동전위의 평균 잠복시와 팔굽 부위에서 20회 측정된 활동전위의 평균 잠복시의 차이를 얻었다. 정중신경의 운동신경전도속도는 근위부와 원위부 자극전극의 거리를 잠복시의 차이로 나누어 산출하였다.

### 5. 자료 분석

초음파 처치 전 후 측정된 전완의 온도와 운동신경전도속도의 차이를 산출하고 초음파 강도에 따른 전완 온도 및 정중신경전도속도의 차이를 비교하기 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA)하였으며, 구간 유의한 차이가 있을 경

우 Duncan 다중순위검정으로 사후검정을 하였다. 유의수준은 0.05로 하였으며 통계분석은 SPSSWIN 10을 사용하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 일반적 특성

연구대상의 일반적 특성은 표 1과 같았다.

표 1. 연구대상의 일반적 특성

characteristics	frequency(%)
Sex	Male 6 (50.00)
	Female 6 (50.00)
Age (yrs)	20-24 9 (75.00)
	25-29 3 (25.00)
	150-159 1 (8.30)
Height (cm)	160-169 6 (50.00)
	170-179 4 (33.30)
	180-189 1 (8.30)
Weight (kg)	40-49 2 (16.70)
	50-59 3 (25.00)
	60-69 3 (25.00)
	70-79 4 (33.30)

#### 2. 체열

초음파 처치 전후 전완 전면에서 측정된 체열은 표 2와 같았다. 초음파의 강도에 따른 전완의 체열 차이를 일원 분산분석한 결과 표3과 같이 초음파 처치기간 유의한 차이를 보였으며(p<0.001), 이를 Duncan 다중순위검정으로 사후 검정한 결과 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 2W/cm<sup>2</sup>에서의 온도가 0.5 W/cm<sup>2</sup> 및 0.0 W/cm<sup>2</sup>에서의 온도보다 유의하게 높았으며(p<0.05), 0.5 W/cm<sup>2</sup>는 0.0W/cm<sup>2</sup>보다 유의하게 높았다(p<0.05).

#### 3. 운동신경전도속도

초음파 처치 전 후 측정된 정중신경의 운동신경전도속도는 표 4과 같았다. 정중신경의 운동신경전도속도를 일원 분산분석한 결과 표5와 같이 운동신경전도속도는 초음파 처치기간 유의한 차이를 보였으며 (p<0.001), 이를 Duncan 다중순위

검정으로 사후 검정한 결과 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 2W/cm<sup>2</sup>에서의 운동신경전도속도가 0.5 W/cm<sup>2</sup> 및 0.0 W/cm<sup>2</sup>에서의 운동신경전도속도보다 유의하게 높았으며(p<0.05), 0.5 W/cm<sup>2</sup>는 0.0W/cm<sup>2</sup>보다 유의하게 높았다(p<0.05).

표 2. 전완 굴곡근의 처치 전. 후 표면온도변화

W/cm <sup>2</sup> \ °C	Pre-treat Mean±SD	Post-treat Mean±SD
0.0 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	33.52±1.52	29.46±1.69
0.5 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	33.40±1.31	31.29±1.47
1.0 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	32.53±1.47	36.67±1.57
1.5 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	33.59±1.59	38.06±1.25
2.0 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	33.80±1.60	38.52±1.24

Pretreat: Before ultrasound application.

Posttreat: After ultrasound application.

표 3. 전완 굴곡근 온도변화의 One-way ANOVA 분석

Sources	SS	df	MS	F	p
Between Group	758.81	4	189.70	104.70	0
Within Group	99.66	55	1.81		
Total	858.47	59	191.51	104.70	0

SS: Sum of Square, df: degree of freedom, MS: Mean of Square.

표 4. 전완 굴곡근의 처치 전. 후 신경전도속도 변화

W/cm <sup>2</sup> \ m/sec	Pre-treat Mean±SD	Post-treat Mean±SD
0.0 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	57.08±3.76	58.63±2.33
0.5 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	59.38±4.09	58.77±2.33
1.0 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	60.96±2.19	58.27±2.71
1.5 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	63.81±4.76	58.94±3.69
2.0 W/cm <sup>2</sup> (n=12)	63.18±3.85	58.03±4.33

Pretreat: Before ultrasound application.

Posttreat: After ultrasound application.

표 5. 전완 굴곡근 신경전도속도의 One-way ANOVA 분석

Sources	SS	df	MS	F	p
Between Group	456.81	4	114.20	81.9	0
Within Group	767.34	55	13.95		
Total	1224.25	59	128.15	81.9	0

SS: Sum of Square, df: degree of freedom,

MS: Mean of Square.

#### 4. 운동신경전도속도와 국소조직온도의 상관관계

초음파 처치 전 후 측정된 정중신경의 초음파 처치 후 좌우 전완 전면에서 측정된 체열 와 운동신경전도속도 차이 차이를 Pearson 상관분석을 한 결과 유의한 상관관계를 나타냈다( $r=0.49$ ,  $p<0.001$ ).

### IV. 고 찰

본 연구에서 전완 전면 중간부위의 5cm<sup>2</sup> 면적에 3 MHz 연속초음파를 여러 강도로 10분간 적용한 결과 0.0 W/cm<sup>2</sup>와 0.5 W/cm<sup>2</sup>에서는 전완 국소 온도가 유의하게 감소하였다. 0.0 W/cm<sup>2</sup>와 0.5 W/cm<sup>2</sup>에서 온도가 감소한 이유는 전파매개물질 (ultrasound transmission gel)과 변환기 표면에 의한 cooling 효과 때문인 것으로 보인다. 반면 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup> 및 2.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 온도의 증가를 보였다 이는 초음파의 소밀파가 조직내에서 분자의 진폭변위를 일으켜 분자의 요동과 마찰이 일어나 열이 발생되어 국소 온도가 증가한 것으로 사료된다.

1.5 W/cm<sup>2</sup>적용 시 1.0 W/cm<sup>2</sup>보다 0.99~1.67℃ 상승효과가 있었고 2.0 W/cm<sup>2</sup> 적용 시 1.5 W/cm<sup>2</sup>보다 0.14~0.36℃ 높은 온도 변화를 보였다. 1.5W/cm<sup>2</sup>와 2.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.0W/cm<sup>2</sup>, 0.5W/cm<sup>2</sup>, 1.0 W/cm<sup>2</sup> 보다 온도가 증가하는 변화를 볼 수 있었다. 또한 1.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.0W/cm<sup>2</sup>, 0.5W/cm<sup>2</sup>를 비교하여 차이가 높은 온도 변화를 볼 수 있었다. 일원 분산분석 결과  $p<0.05$ 를 보여 처치 군간의 유의한 차이를 보였다. 정중 운동 신경전도속도 전후의 변화는 0.0 W/cm<sup>2</sup> 일 때

-5.58~-2.48m/s였고, 0.5W/cm<sup>2</sup>일 때 -2.64~3.86 m/s였고, 1.0 W/cm<sup>2</sup>일 때 0.15~4.59 m/s였고, 1.5 W/cm<sup>2</sup>일 때 1.26~6.92 m/s, 2.0 W/cm<sup>2</sup>일 때 1.44~6m/s였다. 1.0 W/cm<sup>2</sup> 적용 시 정중 운동 신경전도속도는 0.0 W/cm<sup>2</sup> 보다 5.73~7.07 m/s, 0.5 W/cm<sup>2</sup> 보다 0.73~2.79 m/s, 1.5 W/cm<sup>2</sup> 적용 시 1.0 W/cm<sup>2</sup>보다 0.61~2.33 m/s 빨랐고, 2.0 W/cm<sup>2</sup> 적용 시 1.5 W/cm<sup>2</sup>보다 -0.92~0.18m/s의 차이를 보였다. 0.0 W/cm<sup>2</sup>와 0.5 W/cm<sup>2</sup>는 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 2.0 W/cm<sup>2</sup> 보다 느린 속도의 변화를 보였고, 1.5W/cm<sup>2</sup>와 2.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.0 W/cm<sup>2</sup>, 0.5 W/cm<sup>2</sup>, 1.0 W/cm<sup>2</sup> 보다 빠른 정중 운동 신경전도속도를 보였다. 일원 분산분석결과 처치 군 간의 유의한 차이를 보였다. 연속 초음파의 용량이 증가할수록 국소부위의 온도 상승 와 정중 운동 신경전도속도 증가를 볼 수 있었다.

Kramer(1985)는 초음파를 척골신경 전도속도 전후 검사에서 변화는 0.0 W/cm<sup>2</sup>(placebo)에서 -2.81 m/s였고, 1.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 3.15 m/s였고, 1.5 W/cm<sup>2</sup>에서 3.15 m/s였고, 2.0W/cm<sup>2</sup> 4.47 m/s의 신경전도속도의 변화를 보였다. 이것은 본 연구 결과 즉, 0.0W/cm<sup>2</sup>일 때 -5.58~-2.48 m/s, 1.0 W/cm<sup>2</sup>일 때 0.15~4.59 m/s, 1.5 w/cm<sup>2</sup>일 때 1.26~6.92 m/s, 2.0 W/cm<sup>2</sup>일 때 1.44~6m/s 범주에 속한다.

Draper 등 (1995)은 1 MHz와 3 MHz 연속초음파를 신체에 적용한 결과 3 MHz에서는 1 MHz보다 더 높은 열 효과가 있다고 보고하였다. 1 MHz에서는 0.5 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.04℃/min상승, 1.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.16℃/min, 1.50 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.33℃/min, 2.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.38℃상승했고, 3 MHz연속초음파를 신체에 적용한 결과 0.5W/cm<sup>2</sup>에서는 0.3℃/min, 1.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.58℃/min, 1.5 W/cm<sup>2</sup>에서는 0.89℃/min, 2.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 1.4℃/min 상승한다고 보고했다. 여기에서 실험한 3 MHz 연속초음파를 직경과 분별 비율 계산을 다시 하면 0.5W/cm<sup>2</sup>에서는 1.5℃, 1.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 2.9℃, 1.5 W/cm<sup>2</sup>에서 4.45℃, 2.0 W/cm<sup>2</sup> 7℃ 상승 한다고 하였다. 이는 본 연구결과 즉, 0.0 W/cm<sup>2</sup>적용 시 -5.36~-2.76℃였고, 0.5 W/cm<sup>2</sup>적용 시 -3.46~-0.76℃였고, 1.0 W/cm<sup>2</sup>적용 시 1.53~4.75℃였고, 1.5 W/cm<sup>2</sup>적용 시 3.08~5.86℃였고, 2.0 W/cm<sup>2</sup> 적용 시 3.44~6℃였던 본 실

험 결과 보다 높은 온도를 변화를 볼 수 있었다. 동물 실험연구 에서는 가마토끼를 1 MHz대상으로 대퇴근 부위 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 2.0 W/cm<sup>2</sup>, 3.0 W/cm<sup>2</sup>의 4 가지 강도로 15분 적용한 결과 1.0 W/cm<sup>2</sup>, 1.5 W/cm<sup>2</sup>에서 심부 조직에는 온도 변화가 없었고, 피부에서만 온도 증가가 있었고 2.0 W/cm<sup>2</sup>에서는 심부 에서는 변화가 없었고, 피하조직에서 변화를 보였으며, 3.0 W/cm<sup>2</sup> 적용 시 7.5분에 심부의 온열효과 있다고 하였다(신희석, 1991). 이것은 강도를 증가할수록 표면보다 피하조직이나 심부에서 열이 발생됨을 보여준다. 그러나 국소온도 변화에 따른 신경전도속도의 차이는 설명하지는 않았다.

본 실험에서 사용한 체열 진단기는 인체에 발산한 열을 적외선 카메라로 영상을 얻어 측정하였기 때문에 심부와 표면열의 변화를 선택적으로 지정하여 온도의 차이를 알아보는 방식이다. 선행 된 동물실험 초음파 온도측정 시 근육에 Thermister needle나 국소적 적외선 피부 Scanner를 이용한 방식과 다르다. 심부에서의 Thermister needle을 인체에 적용 시 불쾌감과 통증을 유발하며 심부와 표면의 정확성이 있는 반면 국소적 적외선 피부측정방식은 측정하기에 편리하나 심부조직의 온도측정에 대한 정확도에 대한 문제는 의심 할 수 있다.

신경전도 속도검사의 표준에서는 같은 검사자가 같은 방법으로 한 환자에서 검사하더라도 검사 할 때 마다 전도속도가 약 1.6-4.4 m/s 정도 달라 질 수 있다고 보고 하였다(Halar, 1983). 또한 신경전도 표준을 판정 할 때 기계, 기술적인 문제가 해결되어 되어야 함이 필수적이지만 더욱 어려운 것이 판정기준을 결정하는 통계적 처리 과정에서 쉽게 반영되지 않는 피부 온도, 신장, 연령, 성별 등 여러 가지 생리학적 인자에 의한 영향이다(한송이 외, 1999).

본 연구에서는 정상인을 대상으로 초음파 적용에 따른 온도 변화, 신장, 온도, 연령, 성별 조사했기 때문에 피부온도 변화는 용량에 따라 신경전도 속도의 증가를 보였고, 실내온도는 23 ℃ 유지했고, 성별에서는 영향을 주지 못하였다. 정상인에서 3 MHz 연속초음파를 각 용량 별 상지의 전완 적용은 연속 초음파의 특성인 열 효과로 인한 표면과 심부의 정중 운동신경에 국소적

온도변화와 신경전도속도에서 변화를 알아 볼 수 있었다. 초음파 적용 전후의 정중 운동신경의 국소부위의 온도변화와 신경전도속도는 용량이 상승 할수록 그 변화는 더 커짐을 알 수 있었다. 또한 초음파 적용 전의 정중신경 주위의 온도와 후의 온도변화는 피부 보다 깊은 피하조직이나 심부조직에서 초음파의 열 효과에 의해서 가능하다고 볼 수 있으며, 정중 운동신경의 강도에 따른 변화에서 초음파를 적용 전후에도 용량이 증가할수록 정중 운동신경전도 속도의 상승함을 알 수 있었다. 정상인을 대상으로 한 각 용량에 따른 정중 운동신경의 온도 와 신경의 전도 속도의 변화는 같은 선상에 상승하고 있음을 알 수 있었다. 정상인을 대상으로 한 용량의 차이에 관한 초음파의 정중 운동신경 연구에서는 초음파 적용 시 피부, 피하, 심부 에서는 온도, 신경전도속도의 변화는 초음파 적용 시 발생하는 열의 효과라 할 수 있다.

본 연구는 3 MHz 연속초음파의 특성인 열 효과를 정상인을 대상으로 정중운동 신경의 국소적 온도와 신경전도속도의 변화를 정량적인 방법으로 알아보는데 의의가 있고, 그에 따른 상관관계가 용량이 증가하면 할수록 같은 선상에서 증가함을 알 수 있었다. 즉 3 MHz 연속초음파를 적용 시 용량이 증가함에 따라 초음파에 열이 발생하여 온도가 상승하고 따라서 신경전도 속도도 함께 증가함을 알 수 있었다. 본 실험에서는 연속초음파에서 발생하는 열이 피부, 피하, 심부에 작용하여 국소부위의 온도상승과 정중 운동 신경전도속도를 증가시켰지만, 연속초음파의 전도매체의 Cooling 효과로 인한 온도저하는 실험에 변수로 작용하였다. 본 연구는 정상적인 사람으로 연속초음파를 적용하였지만 정중신경의 장애가 있는 수근관절환자의 연속초음파의 적용한 신경전도속도와 국소부위의 온도 변화의 정량적인 연구도 필요하다고 사료된다.

## V. 결 론

정상인 남녀 12명을 대상으로 주파수 3 MHz 이고 적용면적 5cm<sup>2</sup>으로 한 초음파와 초음파 매질 사용하여 10분을 정중 운동 신경에 적용한

결과는 다음과 같았다.

1. 0.0 W/cm<sup>2</sup>, 0.5 W/cm<sup>2</sup>일 때 정중 운동 신경의 전도속도의 감소와 국소부위 온도 저하를 유의하게 보였다.
2. 1.0 W/cm<sup>2</sup> 일 때 0.0 W/cm<sup>2</sup>, 0.5 W/cm<sup>2</sup>보다 정중 운동 신경의 전도속도증가와 국소부위의 온도 상승이 유의하게 나타났다.
3. 1.5 W/cm<sup>2</sup> 일 때 1.0 W/cm<sup>2</sup> 보다 비교적 높은 정중 운동 신경의 전도속도증가와 국소부위의 온도 상승이 유의하게 나타났다.
4. 2.0 W/cm<sup>2</sup> 일 때 1.5 W/cm<sup>2</sup> 보다 조금 높은 정중 운동 신경의 전도속도증가와 국소부위의 온도 상승이 유의하게 나타났다.
5. 0.0 W/cm<sup>2</sup>와 0.5 W/cm<sup>2</sup>에서는 초음파의 매질의 Cooling효과로 국소부위의 온도 저하와 정중운동신경의 전도속도의 감소를 보였지만 용량이 증가될수록 연속초음파의 열 효과로 인하여 정중 운동 신경의 신경전도속도상승과 국소부위 온도 상승효과는 같은 선상에서 증가됨을 알 수 있었다.

이러한 결과는 임상적용에서도 초음파 적용시 용량과 시간을 목적에 따라 결정 할 수 있는 지침이 될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 신희석. 초음파 치료의 온도효과에 관한 실험적 연구. 서울대학교 석사학위논문, 27-31,1991.
- 한송이, 김대성, 박규현. 신경전도검사의 정상치에 관한 연구. 대한임상신경생리 학회지 1999;1(2):118-125.
- Cosentino AB, Cross DL, Harrington RJ, Soderberg GL. Ultrasound effects on electroneuro myographic measures in sensory fibers of the median nerve.

- Phys Ther. 1983;63(11):1788-1792.
- Currier DP, Greathouse D, Swift T. Sensory nerve conduction Effect of ultrasound. Arch Phys Rehabil. 1978;59:181-185.
- Draper DO, Castel JC, Castel D. Rate of temperature increase in human muscle during 1 MHz and 3 MHz continuous ultrasound. J Orthop Sports Phys Ther. 1995Oct;22(4):142-150.
- Halar EM, DeLisa JA, Soine TL. Nerve conduction studies in upper extremities: skin temperature corrections. Arch Phys Med Rehabil. 1983;64(9):412-416.
- Hall JS, Scoville CR, Greathouse DG. Ultrasound's effect on the conduction latency of the superficial radial nerve in man. phys Ther. 1981;61:345-350.
- Hennessey WJ, Falco FJ, Braddom RL. Median and ulnar nerve conduction studies normative data for young adults. Arch Phys Med Rehabil. 1994;75(3):259-264.
- Kramer JF. Effect of therapeutic ultrasound intensity on subcutaneous tissue temperature and ulnar nerve conduction velocity. Am J Phys Med. 1985;64(1):1-9.
- Kimura IF, Gulick DT, Shelly J, et al. Effects of two ultrasound devices and angles of application on the temperature of tissue phantom. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;27(1):27-31.
- Madssen PW Gersten JW. Effect of ultrasound on conduction velocity of peripheral nerve. Arch Phys Med Rehabil 1961;42:645-649.
- Zakel HT: Effect of Physical agent on motor conduction velocity of the ulnar nerve. Arch Phys Med Rehabil 1966;47:787-792.