
온열 및 한랭의 적용시간에 따른 상완이두근의 등척성 수축력과 근활성도 변화

이준희*, 전재근**

Change of isometric contractile force and muscle activity applying ice and hot according to the time on biceps brachii muscle

Joon-Hee Lee*, Jae-Keun Jeon**

요약 본 연구에서는 상완이두근에 온열과 한랭요법을 시간별로 적용한 후 피부온도의 변화와 이에 따른 등척성 수축력과 근활성도의 변화를 알아보고자 하였다. 연구대상은 말초 혈관계 및 근골격계 질환이 없는 20대의 신체 건강한 남녀 20명으로 하였으며, 대상자에게 한랭요법을 5분, 10분, 20분간 적용하였고, 온열요법을 5분, 10분, 20분, 30분간 적용한 후 피부온도, 등척성 수축력과 근활성도를 측정하였다. 그 결과, 피부온도는 온열과 한랭 5분 적용 시 급격히 변화하였고, 적용 시간이 증가함에 따라 변화폭은 줄어들었다($p < .001$). 등척성 수축력은 통계적으로 유의하지는 않았지만 온열 5분 적용 시 가장 높았으며, 온열 30분 적용 시 가장 낮았다($p < .001$). 근활성도와 중앙주파수는 온열 5분 적용 시 가장 높았다($p < .05$)($p < .01$). 본 연구를 통하여 온열과 한랭요법의 적용시간에 따라 근육의 등척성 수축력과 근활성도가 달라짐을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구의 결과를 토대로 임상에서 온열과 한랭의 적용시간에 따른 근수축의 변화에 대한 근거자료로 사용될 수 있으리라 사료된다.

주제어 : 온열요법, 한랭요법, 근활성도, 중앙주파수

Abstract This study has investigated the effect of isometric contractile force and muscle activity applying ice and hot according to the time from the biceps brachii muscle.

In this study, 20 university students participants without musculoskeletal and neurological disorders. By applying a hot pack 5 min, 10 min, 20 min and 30 min respectively and ice pack for 5 min, 10 min, and 20 min respectively. After that measurement are skin temperature, contractile force and muscle activity. Skin temperature of the hot and cold 5 min applied that rapidly changing. Increasing the time it takes to apply a variance has been reduced($p < .001$). Isometric contractile force was not statistically significant but highest when applying the hot pack 5 minutes and lowest when applying the hot pack 30 minutes($p < .001$). Muscle activity and median frequency was highest when applying the hot pack 5 minutes. To analyze the above results, it was found that isometric contractile force and muscle activity changed according to the applying time. These result lead us to the conclusion that this study will be more evidence for changes in muscle contraction to apply hot pack and ice pack on clinic.

Key Words : Hot Pack, Ice Pack, Isometric Contraction, Muscle Activity

1. 서론

환자의 재활이나 스포츠의학에서 온열요법과 한랭요법의 다양한 방법이 사용되고 있다[1]. 온열요법은 적용

깊이에 따라 표재열(온열, 적외선, 초음파, 유액치료, 와류욕)치료와 심부열(초음파, 단파, 극초단파)치료로 구분되며, 한랭요법에는 냉동요법(cryotherapy), 냉찜질, 얼음

*세한대학교 물리치료학과 교수

**한려대학교 물리치료학과 교수(교신저자)

논문접수: 2012년 10월 26일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2012년 11월 14일

마사지 등이 있다[2]. 그 외 온열과 한랭을 혼합하여 적용하는 교대욕이 있으며, 혈관의 팽팽작용을 통한 혈액 순환의 증진은 운동 선수의 회복을 더욱 촉진시킬 수 있다[3]. 특히, 교차성 열효과(contralateral heating effects)를 혈류량 증가 목적으로 사용할 경우에는 온열욕보다 교대욕이 더 효과적이라고 하였다[4]. 그리고 온열과 한랭요법은 비침습적이고 안전하며 비용면에서도 저렴하여 쉽게 적용할 수 있다. 일반적으로 급성 및 아급성 손상 시에는 한랭요법을 사용하고 만성 손상 시에는 온열요법을 사용한다[5].

온열요법의 적용은 주로 통증과 근육경련(muscle spasm) 감소를 위해 사용된다. 온열요법은 조직온도를 상승시키고, 국소 적용부위의 혈관확장을 통하여 혈류량을 증가시키며, 교원조직의 물리적 변화와 대사활동 증가, 근육경련 감소, 신경반응 변화, 근골격계 활동의 변화를 야기한다[1][6][7]. 특히, 근골격계에서는 근력과 지구력이 감소하게 되며[8] 결합조직의 점탄성이 증가한다[9]. 또한 온열 자극은 신경반응을 변화시켜 통증 역치를 상승시키고, 신경전도속도를 변화시키며 근방추 발화율에도 영향을 준다. 선행연구에 따르면 만성요통환자에게 2시간 동안 온열요법을 적용한 결과 척추기립근의 근활성도와 통증을 감소시킨 것으로 나타났다[10].

한랭의 적용은 주로 통증경감, 열 감소, 지혈, 그리고 염증과 부종 감소를 위하여 사용되며[11] 신경계에서는 온도와 전도속도를 감소시키고[12] 근육에서는 근방추 속의 구심성 섬유 민감성을 떨어뜨려 근경련(spasm)을 감소시킬 수 있다[13]. 선행연구에 따르면 30대 성인에게 지연성 근육통을 유발한 후 냉동 요법(-110°C, 3분)과 적외선 요법(45°C, 30분) 적용한 결과 최대 수의적 수축력(maximal voluntary contractions, MVC)이 냉동요법을 적용한 군에서 더 향상된 것으로 나타났다[14]. 또한 20대 건강한 성인의 견관절에 한랭요법을 적용한 결과 고유수용감각(proprioception)과 투척정확도(throw accuracy)가 감소한 것으로 나타났다[15].

선행 연구를 보면 통증감소와 근긴장 완화를 위한 온열과 한랭요법을 적용하고 있으나, 온열과 한랭의 적용 시간에 따른 피부온도, 등척성 수축력 그리고 근활성도 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상완이두근에 온열과 한랭요법을 시간별로 적용한 후 피부온도의 변화와 이에 따른 등척성 수축력과 근활성도의 변화를 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

연구대상은 말초 혈관계 및 근골격계 질환이 없는 신체 건강한 20대 남녀로 모두 20명이었으며, 연구기간은 2012년 5월 11일부터 5월 18일까지 실시하였다. 실험을 수행하기 전에 연구의 목적과 방법에 대하여 대상자에게 상세히 설명하였고, 대상자들로부터 본 연구참여의 자발적인 동의를 얻었다. 모든 대상자들은 동일한 측정실에서 실험을 진행하였고, 측정 전 최소 10분간의 적응 시간을 가졌다. 측정실의 실내습도는 50~60%, 실내온도는 24~27°C로 유지되었다.

2.2 온열 및 한랭의 적용

인체에 접촉하는 온도가 65°C로 유지되는 전기하폭을 상완부에 등글게 말아 균일하게 밀착시켜 5분, 10분, 20분, 30분간 적용하였다. 아이스팩의 적용 온도는 -5°C로 설정하였고 일정한 온도를 유지하기 위해 매 5분마다 새 것으로 교체하였고 5분, 10분, 20분간 적용하였고 30분을 적용하는 것은 냉감각으로 인한 통증을 유발할 수 있으므로 본 연구에서는 배제하였다. 우레탄 아이스팩을 타월 2겹으로 말아서 상완부에 균일하게 밀착시켜 적용하였다.

2.3 측정도구 및 방법

2.3.1 피부 온도 측정

피부 온도 측정을 위해 digital thermometer와 wire sensor(Center-306, thermolog., Korea)를 사용하였다. 피부 온도 측정 장치인 wire sensor와 digital thermometer는 측정시간 1초 단위로 온도 기록 및 분석이 가능한 themolog computer linking program이 내장된 PC에 연결하여 사용하였다. 측정은 측정부위에 열 감지센서인 wire sensor의 끝이 상완이두근의 중앙부위에 위치하도록 하여 측정하였다[16].

2.3.2 등척성 수축력 측정

최대 수의적 등척성 수축력 측정은 MP150 (BIOPAC System Inc. CA, USA)시스템과 mechanomyography amplifier와 동력계(TSD121C, BIOPAC System Inc. CA, USA)를 이용하였고, 고정된 로프에 손목 커프가 연결되어 있다. 장치에서 나오는 아날로그 신호는 MP150시스

템에 의해 디지털데이터로 전환된다. 동력계(TSD121C)의 표본추출률(sampling rate)은 125Hz, low pass 필터에 대한 cut-off frequency는 5Hz로 설정하였다. 측정 자세는 체간부를 바르게 하여 실험 의자에 앉게 하고 우세손인 우측 상완이두근 대상으로 실시하였으며, 상완을 체간에 밀착시킨 상태에서 주관절 90°굴곡과 전완의 회외 상태를 유지한 자세에서 동력계(TSD121C)에 연결된 커프를 위로 당기게 하였다[17].

2.3.3 근전도 신호의 측정 및 분석

상완이두근의 근활성도를 측정하기 위해 표면 근전도(Bagnoli EMG system, Delsys Inc., USA)를 사용하였으며, 기록 전극은 상완이두근 근복(muscle belly)에 부착하였으며, 접지전극(ground electrode)은 운동에 방해가 되지 않는 가까운 부위에 부착하였다. 근육의 활성도를 측정하기 전 대상자가 최대한으로 편안함을 느끼는 정도가 되면 상완이두근의 도수근력검사 자세를 기본으로 하여 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 유도한 후, 5초 동안 자료값을 선형 필터한 후 초기와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균값을 측정하였다. 신호의 표본추출률(sampling rate)은 1024Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭은 Bagnoli EMG system의 측정 주파수 대역 필터인 20~450Hz와 60Hz의 노치 필터(notch filter)를 사용하였다. 수집된 근전도 신호의 저장과 분석은 Acquisition and Analysis Software(Delsys, USA) 프로그램을 이용하여 실효치 진폭(root mean square; RMS)을 분석하였다[18].

중앙주파수(median frequency; MDF) 분석은 저장된 근전도 신호의 1초 동안 1,000개의 신호를 대상으로 주파수 스펙트럼을 얻은 후 window length 1초, window overlap 0.5초로 하여 FFT(fast fourier transformation)을 반복하여 분석하였다.

2.4 통계 분석

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS/Window 18.0 프로그램을 사용하였다. 실험결과는 모든 측정치의 평균과 표준편차를 구하였고 각 측정 변수에 대하여 온열과 한랭 요법의 적용 전 평균값을 기준값(base line)으로 설정하였으며, 각 측정 항목에 따라 온열과 한랭의 적용 시간 별로 paired t-test를 실시하여 통계적 유의성을 살펴 보았다. 통계적 유의값 수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성 비교

본 연구에 참여한 연구대상자는 총 20명으로 평균연령은 22.10±1.21세이었고 평균신장은 167.76±5.16cm이었으며 평균체중은 65.12±7.3kg이었다<표 1>.

<표 1> 대상자들의 일반적 특성

구분	평균±표준편차
나이(세)	22.10±1.21
신장(cm)	167.76±5.16
체중(kg)	65.12±7.23

3.2 온열과 한랭 적용 시간에 따른 피부온도 변화

피부온도는 기준값 33.38±0.70°C와 비교하여, 한랭 5분 적용 시 16.72±0.87°C, 한랭 10분 적용 시 13.67±0.79°C, 한랭 20분 적용 시 11.62±0.64°C로 적용시간에 따라 피부 온도가 낮아졌고, 온열 5분 적용 시 36.90±0.46°C, 온열 10분 적용 시 38.24±0.49°C, 온열 20분 적용 시 38.63±0.30°C, 온열 30분 적용 시 39.15±0.63°C로 피부온도가 증가하였다. 기준값(base line)과 비교하여 모든 적용방법에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.001$)<표 2>.

<표 2> 온열과 한랭 적용시간에 따른 피부온도 변화

구분(n=20)	피부온도(°C)
Base line	33.38±0.70
Ice pack (5분)	16.72±0.87***
Ice pack (10분)	13.67±0.79***
Ice pack (20분)	11.62±0.64***
Hot pack (5분)	36.90±0.46***
Hot pack (10분)	38.24±0.49***
Hot pack (20분)	38.63±0.30***
Hot pack (30분)	39.15±0.63***

Values are mean±SD, *** $p<.001$

3.3 온열과 한랭 적용시간에 따른 등척성 수축력 변화

등척성 수축력은 기준값 45.27±9.44kg과 비교하여, 한랭 5분 적용 시 44.31±9.59kg, 한랭 10분 적용 시 43.27±9.37kg, 한랭 20분 적용 시 41.31±7.83kg 으로 감소하였고, 온열 5분 적용 시에는 46.65±9.49kg으로 증가한 반면, 온열 10분

적용 시 44.78±11.03kg, 온열 20분 적용 시 43.79±11.12kg, 온열 30분 적용 시 40.50±9.38kg으로 감소하였다. 기준값과 비교한 결과, 한랭은 한랭 10분(p<.05), 한랭 20분(p<.001)에서, 온열은 온열 30분 (p<.001)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다<표 3>.

<표 3> 온열과 한랭 적용시간에 따른 등척성 수축력 변화

구분(n=20)	등척성 수축력(kg)	t
Base line	45.27±9.44	
Ice pack (5분)	44.31±9.59	1.044
Ice pack (10분)	43.27±9.37	2.175*
Ice pack (20분)	41.31±7.83	4.195***
Hot pack (5분)	46.65±9.49	-2.005
Hot pack (10분)	44.78±11.03	.519
Hot pack (20분)	43.79±11.12	1.477
Hot pack (30분)	40.50±9.38	7.221***

Values are mean±SD, *p< .05, ***p< .001

3.4 온열과 한랭 적용시간에 따른 근활성도 변화

근활성도는 기준값 0.54±0.10mV와 비교하여, 한랭 5분 적용 시 0.53±0.09mV, 한랭 10분 적용 시 0.49±0.07mV, 한랭 20분 적용 시 0.49±0.07mV로 감소하였고, 온열 5분 적용 시에는 0.57±0.10mV로 증가한 반면, 온열 10분 적용 시 0.50±0.10mV, 온열 20분 적용 시 0.49±0.09mV, 온열 30분 적용 시 0.47±0.09mV로 감소하였다. 기준값과 비교한 결과, 한랭은 한랭 10분과 한랭 20분(p<.05)에서, 온열은 온열 5분, 온열 10분 적용(p<.05), 온열 20분(p<.01) 그리고 온열 30분(p<.001)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다<표 4>.

<표 4> 온열과 한랭 적용시간에 따른 근활성도 변화

구분(n=20)	활성도(mV)	t
Base line	0.54±0.10	
Ice pack (5분)	0.53±0.09	0.746
Ice pack (10분)	0.49±0.07	2.376*
Ice pack (20분)	0.49±0.07	2.545*
Hot pack (5분)	0.57±0.10	-2.193*
Hot pack (10분)	0.50±0.10	2.291*
Hot pack (20분)	0.49±0.09	3.804**
Hot pack (30분)	0.47±0.09	5.860***

Values are mean±SD, *p< .05, **p< .01, ***p< .001

3.5 온열과 한랭 적용시간에 따른 중앙주파수 변화

중앙주파수는 기준값 66.53±5.76Hz와 비교하여, 한랭 5

분 적용 시 65.07±5.16Hz, 한랭 10분 적용 시 63.32±5.95 Hz, 한랭 20분 적용시 62.08±4.94Hz로 적용시간에 따라 중앙주파수는 감소하였으며, 온열 5분 적용 시에는 72.89±8.64Hz로 증가하였으나 온열 10분 적용 시 64.58±4.54Hz, 온열 20분 적용 시 60.71±5.22Hz, 온열 30분 적용 시 60.85±3.97Hz로 점차 감소한 것으로 나타났다. 기준값과 비교한 결과, 한랭은 한랭 5분(p<.05), 한랭 10분(p<.01), 한랭 20분(p<.001)에서, 온열은 온열 5분(p<.01), 온열 20분(p<.01), 온열 30분(p<.01)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다<표5>.

<표 5> 온열과 한랭 적용시간에 따른 중앙주파수 변화

구분(n=20)	중앙주파수(Hz)	t
Base line	66.53±5.76	
Ice pack (5분)	65.07±5.16	2.835*
Ice pack (10분)	63.32±5.95	3.548**
Ice pack (20분)	62.08±4.94	4.324***
Hot pack (5분)	72.89±8.64	-3.442**
Hot pack (10분)	64.58±4.54	1.472
Hot pack (20분)	60.71±5.22	3.508**
Hot pack (30분)	60.85±3.97	3.805**

Values are mean±SD, *p< .05, **p< .01, ***p< .001

4. 고 찰

본 연구에서 상완이두근에 온열과 한랭요법을 시간별로 적용하여 피부온도의 변화와 이에 따른 근활성도의 변화를 알아보았다. 연구 결과, 피부온도는 기준값 33.38±0.70℃와 비교하여, 한랭 5분 적용 시 16.72±0.87℃, 한랭 10분 적용 시 13.67±0.79℃, 한랭 20분 적용 시 11.62±0.64℃로 적용시간에 따라 피부 온도가 낮아졌고, 온열 5분 적용 시 36.90±0.46℃, 온열 10분 적용 시 38.24±0.49℃, 온열 20분 적용 시 38.63±0.30℃, 온열 30분 적용 시 39.15±0.63℃로 피부온도가 증가하였다. Fetofsky 등[19]의 연구에 따르면 49℃의 핫팩을 타월 4겹으로 싸서 30분 동안 피부에 적용한 결과 조직 온도는 33℃에서 39℃로 증가하였다. 또한 Myrer 등[20]은 온열포 적용에 따라 실제 심부 근육 온도를 측정하였고 1cm와 3cm 깊이의 상완삼두근 온도가 34~36℃에서 15분간의 온열포 적용 후 37~38℃로 증가한 것으로 보고하였고, 아이스팩을 5분 적용하였을 때 피하층 기준온도(base line)와 비교하여, 11℃ 감소하였고 10분 적용하였을 경우 14℃ 감소하여, 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

본 연구에서 등척성 수축력은 기준값 $45.27 \pm 9.44 \text{kg}$ 과 비교하여, 한랭 5분 적용 시 $44.31 \pm 9.59 \text{kg}$, 한랭 10분 적용 시 $43.27 \pm 9.37 \text{kg}$, 한랭 20분 적용 시 $41.31 \pm 7.83 \text{kg}$ 으로 감소하였고, 온열 5분 적용 시에는 $46.65 \pm 9.49 \text{kg}$ 으로 증가한 반면, 온열 10분 적용 시 $44.78 \pm 11.03 \text{kg}$, 온열 20분 적용 시 $43.79 \pm 11.12 \text{kg}$, 온열 30분 적용 시 $40.50 \pm 9.38 \text{kg}$ 으로 감소하였다. 기준값과 비교한 결과, 한랭은 한랭 10분과 한랭 20분($p < .05$)에서, 온열은 온열 5분, 온열 10분 적용($p < .05$), 온열 20분($p < .01$) 그리고 온열 30분($p < .001$)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. Lewis 등[21]의 연구에서 만성 요통 환자의 척추기립근에 40°C 로 유지되는 온열 팩을 2시간 동안 적용한 결과 대조군과 비교하여 근활성도는 유의하게 증가하였지만 최대 수의적 등척성 수축력 수치의 감소는 있었으나 통계적으로는 유의하지 않았다. Chia 등[22]의 연구에 의하면 전완부 피부온도가 16.7°C 이었을 때 근활성도 값은 0.22mV 이고 등척성 수축력은 36.1kg 으로 나타났으며, 본 연구와 유사한 결과를 보여주고 있다.

근활성도는 기준값 $0.54 \pm 0.10 \text{mV}$ 와 비교하여, 한랭 5분 적용 시 $0.53 \pm 0.09 \text{mV}$, 한랭 10분 적용 시 $0.49 \pm 0.07 \text{mV}$, 한랭 20분 적용 시 $0.49 \pm 0.07 \text{mV}$ 로 감소하였고, 온열 5분 적용 시에는 $0.57 \pm 0.10 \text{mV}$ 로 증가한 반면, 온열 10분 적용 시 $0.50 \pm 0.10 \text{mV}$, 온열 20분 적용 시 $0.49 \pm 0.09 \text{mV}$, 온열 30분 적용 시 $0.47 \pm 0.09 \text{mV}$ 로 감소하였다. 기준값과 비교한 결과, 한랭은 한랭 10분과 한랭 20분($p < .05$)에서, 온열은 온열 5분, 온열 10분 적용($p < .05$), 온열 20분($p < .01$) 그리고 온열 30분($p < .001$)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 조원학 등[23]의 연구에 따르면 공기를 통해 피부온도를 29°C 에서 27°C 로 2°C 낮추었을 때, 근력과 근활성도가 초기 9분 동안은 증가하였으나, 12분 후부터는 점차적으로 감소하였다. Chia 등[22]의 연구에 의하면 한랭수(11°C) 침수 시간의 증가에 따라 근력과 근활성도가 점차 감소하였으며, 34°C 미온수의 침수기간에 따라 근력과 근활성도가 증가되었다고 하였다. 본 연구와 유사한 결과가 나타내었으며, 위와 같은 연구 결과의 기전은 다음과 같이 설명할 수 있다. Ferretti 등[24]은 근육온도의 증가가 기질 사용을 증가시키고 신선 대사 산물을 증가시킨다고 하였다. 그래서 ATP 가수분해가 활성화되어 대사산물 농도가 증가한 것과 함께, ATP 사용량과 요구의 증가는 가열된 근육에서 피로를 더 일찍 일으킨다[8]. 냉각된 근육에서는 정반대로 힘의

산출을 위해 필요한 자극 빈도의 감소는 ATP 사용과 대사산물의 농도를 감소시키고, 따라서 피로에 대한 시간을 증가시킨다. 그러나 근육의 계속적인 냉각은 운동 단위의 회복과 속도 진도를 방해함으로써 생산할 수 있는 최대 회진력을 감소시키고 피로를 더 빨리 일으킨다[8]. 따라서 Ball 등[25]은 피로에 대한 시간을 강화할 수 있는 최적의 근육 온도는 26°C 정도이고 더 냉각되면 감소한다고 하였다. 또한 Holewijn 등[26]은 피로에 대응할 수 있는 시간은 피부 온도와 큰 음의 상관관계를 나타내며 열을 가하면 피로가 더 일찍 일어난다고 주장하였다.

Pereira [27] 등의 연구에 따르면 상완이두근에 극초단파를 16분 동안 적용한 결과 대조군과 비교하여 상완이두근의 등척성 수축력과 근활성도는 감소하였고, 중앙주파수값은 증가한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 근육의 온도가 증가하면 혈관 확장이 일어나고[28], 근육에 혈류와 영양 공급이 증가되며, 그로 인하여 근수축에 대한 운동단위의 발화율이 증가하여 보다 효율적으로 근수축이 일어나기 때문일 것이다[29]. 본 연구에서 근육 중앙주파수는 기준값 $66.53 \pm 5.76 \text{Hz}$ 와 비교하여, 한랭 5분 적용 시 $65.07 \pm 5.16 \text{Hz}$, 한랭 10분 적용 시 $63.32 \pm 5.95 \text{Hz}$, 한랭 20분 적용 시 $62.08 \pm 4.94 \text{Hz}$ 로 적용시간에 따라 중앙주파수는 감소하였으며, 온열 5분 적용 시에는 $72.89 \pm 8.64 \text{Hz}$ 로 증가하였으나 온열 10분 적용 시 $64.58 \pm 4.54 \text{Hz}$, 온열 20분 적용 시 $60.71 \pm 5.22 \text{Hz}$ 로 점차 감소하였고, 온열 30분 적용 시 $60.85 \pm 3.97 \text{Hz}$ 로 다시 증가한 것으로 나타났다. 기준값과 비교한 결과, 한랭은 한랭 5분($p < .05$), 한랭 10분($p < .01$), 한랭 20분($p < .001$)에서, 온열은 온열 5분($p < .01$), 온열 20분($p < .01$), 온열 30분($p < .01$)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다.

본 연구를 토대로 선행 연구의 이론은 어느 정도 확인할 수 있었으나 다양한 환자를 대상으로 온열 및 한랭요법의 적용시간에 따른 효과에 대한 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것으로 판단되며 향후 온열과 한랭 및 교대욕을 비롯한 다양한 방식이 개발되어 이에 대해 연구가 진행되어지고 임상에서 적용될 수 있기를 바란다.

4. 결론

본 연구에서는 상완이두근에 온열과 한랭요법을 시간별로 적용한 후 피부온도의 변화를 알아보고 이에 따른

등척성 수축력과 근활성도의 변화를 알아보고자 하였다. 피부온도 변화는 온열과 한랭 5분 적용 시 급격히 변화하였고, 적용 시간이 증가함에 따라 변화폭은 줄어들었다($p<.001$). 등척성 수축력 변화에서 통계적으로 유의하지는 않았지만 온열 5분 적용 시 가장 높았으며, 온열 30분 적용 시 등척성 수축력이 가장 낮았다($p<.001$). 근활성도 변화에서 온열 5분 적용 시 가장 높았으며($p<.05$), 온열 30분 적용 시 근활성도가 가장 낮은 것으로 나타났다($p<.001$). 중앙 주파수 변화에서 온열 5분 적용 시 가장 높았으며($p<.01$), 온열 20분 적용 시 중앙주파수 값이 가장 낮은 것으로 나타났다($p<.01$).

본 연구 결과를 토대로 근력 강화를 위한 온열요법은 5분간 적용하는 것이 가장 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 하지만 건강한 성인을 대상으로 하였기에 추후 연구에는 다양한 환자를 대상으로 한 연구가 필요할 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

[1] Prentice W. E. (1999). *Therapeutic Modalities in Sports Medicine*. fourthed. WCB/McGraw-Hill. Boston. USA.

[2] Perret C., Poiraudou S., Fermanian J. (2001). Validity, reliability and responsiveness of the finger tip-to-floor test. *Arch Phys Med Rehabil*. 82:1566-1570.

[3] Derryl Cochrane J. (2004). Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport*. 15:26-32.

[4] 김영만 · 박소연 · 최홍식 · 권오윤(1996). 대조육과 온열욕의 교차성 열효과. *한국전문물리치료학회지*. 3(2):49-55.

[5] Grana W. A. (1993). Physical agents in musculoskeletal problem: heat and cold therapy modalities. *Instr Course Lect*. 42:439-442.

[6] Brukner P., Khan K. (2001). *Clinical Review of Sports Medicine*, (second ed.), McGraw-Hill, Roseville, NSW.

[7] Zuluaga M., Briggs C., Carlisle J., McDonald V., McMeeken J., Nickson W., Oddy P., Wilson D. (1995). (Eds.), *Sports Physiotherapy: Applied*

Science and Practice. Churchill Livingstone, Melbourne.

[8] Edwards R. H. T., Harris R. C., Hultman E., Kaijser L., Koh D., Nordesjo L. O. (1972). Effect of temperature on muscle energy metabolism and endurance during successive isometric contraction, sustained to fatigue of the quadriceps muscle in man. *J Physiol*. 220:335-352.

[9] Pernot E. S., Tanter M. (2011). The link between tissue elasticity and thermal dose in vivo. *Brosses Phys Med Biol*. 56(24):7755-7765.

[10] Lewis S. E., Holmes P. S., Woby S. R., Hindle J., Fowler N. E. (2012). Short-term effect of superficial heat treatment on paraspinal muscle activity, stature recovery, and psychological factors in patients with chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 93(2):367-372.

[11] 백승호 (2006). 요통환자의 물리치료 적용 시 표층 한랭, 온열치료가 요부 안정화에 미치는 단기 영향 비교. 포천중문 의과대학교 보건복지대학원 석사학위 논문.

[12] Nadler S. F., Weingand K., Kruse R. J. (2004). The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician*. 7(3):395-399.

[13] Newton M. J., Lehmkuhl D. (1965). Muscle spindle response to body heating and localized muscle cooling; implications for relief of spasticity. *J Am Phys Ther Assoc*. 4(91).

[14] Christophe Hausswirth, Julien Louis, Francois Bieuzen, Herve´ Pournot, Jean Fournier, Jean Robert Filliard, Jeanick Brisswalter (2011). Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PLoS ONE*. 6(12):27749.

[15] Craig A., Wassinger M. S., Joseph, B., Myers, Joseph M. Gatti. M. S., Kevin M., Conley, Scott M., Lephart (2007). Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. *Journal of Athletic Training*. 42(1):84-89.

[16] Kim T. Y., Jung, D. I., Kim Y. I., Yang J. H., Shin S. C. (2007). Anesthetic effects of lidocaine hydrochloride gel using low frequency ultrasound of 0.5 MHz. *J Pharm Pharm Sci.* 10(1):1-8.

[17] Shin H. K., Cho S. H., Lee Y. H., Kwon O. Y. (2006). Quantitative EMG changes during 12-week DeLorme's axiom strength training. *Yonsei Medical Journal.* 47(1):93-104.

[18] 정우식 · 정재영 · 김찬규 · 정대인 · 김경운 (2011). PNF의 Sprinter Pattern을 통한 하지의 근활성도가 균형 능력에 미치는 영향. *한국콘텐츠학회지.* 11(3):281-292.

[19] Petrofsky J., Batt J., Bollinger J. N., Jensen M. C., Maru E. H., Al-Nakhli H. H. (2011). Comparison of different heat modalities for treating delayed-onset muscle soreness in people with diabetes. *Diabetes Technol Ther.* 13(6):645-655.

[20] Myrer J. W., Measom G., Durrant E., Fellingham G. W. (1977). Cold and hot pack contrast therapy: subcutaneous and intramuscular temperature change. *J Athl Train.* 33: 238-241.

[21] Sandra Lewis E., Paul Holmes S., Steve Woby R, Jackie Hindle, Neil Fowler E. (2012). Short-term effect of superficial heat treatment on paraspinal muscle activity, stature recovery, and psychological factors in patients with chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 93:367-72.

[22] Chia-Fen Chi, Yuh-Chuan Shih, Wen-Lin Chen (2012). Effect of cold immersion on grip force, EMG and thermal discomfort. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 42(1):113-121.

[23] 조원학 · 이우용 · 최현기 (2009). 인체 피부온도 변화에 따른 근육의 수축패턴 해석. *바이오공학부문 춘계학술대회.*

[24] Ferretti G., Ishii M., Moia C., Cerretelli P. (1992). Effects of temperature on the maximal instantaneous muscle power of humans. *Eur J Appl Physiol* 64:112-116.

[25] Ball D., Burrows C., Sargeant A. J. (1999). Human power output during repeated sprint cycle exercise: the influence of thermal stress. *Eur J Appl Physiol.* 79:360-366.

[26] Holewijn M., Heus R. (1992). Effects of temperature on electromyogram and muscle function. *Eur J Appl Physiol.* 65:541-545.

[27] Wagner Menna Pereira, Luiz Alfredo Braun Ferreira, Luciano Pavan Rossi, Ivo Ilvan Kerpers, Luanda Andre' Collange Grecco St, Alderico Rodrigues de Paula Jr, Claudia Santos Oliveira (2011). Influence of heat on fatigue and electromyographic activity of the biceps brachii muscle. *Journal of Bodywork & Movement Therapies.* 15:478-484.

[28] Okada K., Yamaguchi T., Minowa K., Inoue N. (2005). The influence of hot pack therapy on the blood flow in masseter muscle. *J Oral Rehabil.* 32:480-486.

[29] Thompson L. V. (1985). Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys Ther.* 74:71-81.

이 준 희



- 2000년 2월: 용인대학교 물리치료학과(이학사)
- 2003년 2월: 용인대학교 대학원 물리치료학과(이학석사)
- 2007년 2월: 건국대학교 일반대학원 수의학과(수의학박사)
- 2007년 9월~: 세한대학교 물리치료학과 교수

- 관심분야: 해부생리학, 전기치료학
- E-Mail: pieta2000@hanmail.net

전 재 근



- 2008년 8월: 청암대학교 물리치료학과 심화과정 수료(학사)
- 2010년 8월: 한려대학교 대학원 물리치료학과(보건학석사)
- 2011년 2월~: 세한대학교 일반대학원 물리치료학과(박사과정 중)
- 2010년 9월~: 한려대학교 물리치료학과 교수

- 관심분야: 소아물리치료, 신경계 물리치료
- E-Mail: zombiejeon@hanmail.net