

한냉과 온열의 적용 시간과 전달 방식이 장딴지근의 근 활성도에 미치는 영향

이영신 · 배세현[†]

신세계신경외과 물리치료실, ¹동신대학교 물리치료학과

The Effect of Transfer Modality, Temperature, and Application Time on Gastrocnemius Muscle Activation in Healthy People

Young-Sin Lee, PT, PhD · Sea-Hyun Bae, PT, PhD[†]

Dept. of Physical Therapy, Sinsaeg neurosurgery

¹Dept. of Physical Therapy, Dongsin University

Received: September 12, 2016 / Revised: September 12, 2016 / Accepted: September 30, 2016

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was investigate the changes of gastrocnemius (GCM) muscle activity by applying different hot and cold therapeutic modalities.

METHODS: A total of 20 healthy subjects were enrolled into the study. We selected transfer modalities that are frequently used in clinical settings: conduction, radiation, and convection. We performed hot pack, ice pack, and infrared therapy for 10, 20, and 30 minutes. After each application, a break was taken between each day. In addition, we performed cryotherapy for 3 min (airflow rate = -6~-20°C). We measured muscle activity changes in the GCM muscle.

RESULTS: For the conduction method, muscle activity significantly increased after ice pack therapy for 10 min and

20 min but decreased after hot pack therapy for 10 min and 20 min. For the radiation method, muscle activity significantly decreased after infrared therapy for 10 min and 20 min. For the convection method, muscle activity significantly increased after cryotherapy for 3 min and 10 min. There were no differences in the change of muscle activity in the conduction and radiation transfer method using heat. However, there were differences in the change of muscle activity in the conduction and convection transfer method with cold application.

CONCLUSION: For a reduction in muscle activity, regardless of the transfer type, thermal application for 20 min would be effective. For an increase in muscle activity, cold pack application or cryotherapy for 20 min would be effective. This study could contribute toward therapeutic modality application in changing muscle activity.

[†]Corresponding Author : qbseadp@daum.net

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Key Words: Cryotherapy, Electromyogram, Gastrocnemius, Hot pack, Ice pack, Infrared

I. 서론

한랭 및 열 적용은 질병 치료와 건강 증진을 위한 방법으로, 엔돌핀 분비 증가와 더불어 물질대사, 혈류량, 모세혈관의 압력을 감소시키는 한랭 적용의 생리학적 변화를 통해 근 경련, 염증성 반응, 관절 부종을 감소시키기 위한 국소적 치료로 많이 이용되며, 피부 혈관 확장을 통해 피부온도, 국소적 혈류 순환을 증가시키는 열 적용의 효과는 통증과 근 경련 감소, 유연성 증가를 위해 많이 이용된다(Lee와 Jeon, 2012; Ro 등, 2009; Choi 등, 2007; Nam 등, 2007; Kim 등, 1996).

임상에서 자주 사용하는 온습포, 파라핀 욕, 냉습포, 적외선, 극저온치료 등은 한랭과 열을 이용한 치료 방법이며 전달 방식에 따라 전도(conduction), 복사(radiation), 대류(convection)로 나뉜다(Nadler 등, 2004). 전도 전달 방식의 온습포는 약 65~75°C의 열을 이용하여 환부와 그 반대 측까지도 넓게 적용시킴으로써 조직의 온도를 상승시켜 통증과 근육경련(muscle spasm)을 감소시키고, 냉습포는 냉수 혹은 얼음물에 천을 적셔서 인체의 이마나 목 부위, 심장부 등에 적용시켜 혈관 수축과 부종이나 외상의 통증 완화에 효과가 있다(Herman 등, 1952). 복사 전달 방식의 적외선요법은 광자가 조직 속을 투과하여 흡수된 에너지가 열로 전환되는 전달 방식으로, 모세혈관을 확장시킴으로써 혈액순환을 촉진하여 신진대사를 활성화시킨다(Hong 등, 2006; Lee 등, 2003). 대류 전달 방식의 극저온치료(cryotherapy)는 공기를 흡수하여 대기 중의 질소를 영하로 급속 냉각시켜 분출하는 방식으로 수 분 이내에 효과를 볼 수 있어 치료 시간 절약에 큰 도움을 줄 수 있다(Lee 등, 1999; Hong 등, 1999).

선행 연구들은 한랭 및 열 적용 시 온도 변화(Kim 등, 2013), 통증 변화(Kim 등, 1996)에 대한 연구가 대부분이다. 하지만 물리치료사들은 과운동성(hypermobility)

과 근육의 경직(spasticity)에 대한 중재 시 물리적 인자 치료인 한랭과 온열을 사용하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 하지의 근육 중 보행과 균형에 관련이 있는 장딴지근(Gastrocnemius)을 대상으로 한랭, 온열을 전달 방식과 시간대 별로 적용하여 근 활성도의 변화를 알아보고 근 활성도 조절에 대한 근거를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 연구 기간

본 연구의 대상자는 피부 질환이 없고, 말초신경계 질환이 없는 자, 한랭과 열 적용 부위에 정형외과적 문제가 없는 건강한 20대 성인 20명을 대상으로 24~26°C로 일정하게 유지된 실험실에서 온습포(hot pack), 근적외선(infrared), 냉습포(ice pack), 극저온치료(cryotherapy)를 적용하였다. 대상자들은 실험에 대한 충분한 설명을 통해 동의를 얻은 자들로 일반적 특징은 Table 1과 같다.

2. 근 활성도 측정

본 연구에서는 한랭과 열 전달 방식에 따른 근 활성도를 측정하기 위해 Free EMG (Free EMG, BTS Engineering, Italy)를 사용하였다. Ag-AgCl 타입의 유착성 전극을 부착하여 표본 수집율(sampling rate)을 1000 Hz로 설정하여 측정된 근전도 신호를 MYOLAB Software (MYOLAB Software, BTS Engineering, Italy)에서 원 자료(raw data)를 데이터 처리하였다. 모든 대상자는 전극 부착 부위인 왼쪽 장딴지 안쪽 갈래근(Gastrocnemius medial head)에 털을 제거하고 알코올 솜을 이용하여 피부의 저항을 최소화 하였다. 표면 전극은 종아리 안쪽 근육 다리 오금선(popliteal crease) 10cm 아래 부분에 부착하여 RMS (Root mean square)의 값을 구하

Table 1. Characteristics of study participants

Parameters	Gender (male/female)	Age (years)	Weight (kg)	Height (cm)
	11/9	21.80±4.13	57.43±11.81	168.76±8.92

All data are expressed as means with standard deviation (M±SD)

였다(Cho와 Shin, 2014; Yang와 Jeong, 2013). 측정 자세는 오른발을 들고 왼쪽 발뒤꿈치를 바닥에서 떼어 서 있는 자세로 무릎은 편 뒤 바닥에서 발뒤꿈치를 충분히 들어 올려 발바닥 굽힘을 실시하였다. 모든 자세는 10초 유지, 10초 휴식으로 총 20회 반복하였으며, 처음과 뒤의 2초를 뺀 6초의 데이터를 사용하였다. 결과 값의 오차를 최소화하기 위해 측정 간 충분한 휴식을 취하도록 하였으며, 동일한 검사자가 측정을 실시하였다.

3. 실험 도구 및 방법

1) 전도 방식의 온습포와 냉습포 적용

약 80°C의 온습포를 한 겹 수건으로 감싸 왼쪽 장딴지 안쪽 갈래근(Gastrocnemius medial head)에 10분 적용 후 근 활성도를 측정하고 하루의 휴식을 가진 후 20분 적용 후 측정하고 하루 휴식 후 30분 적용 후 측정하였다. 5°C의 냉습포 또한 온습포와 동일한 방법으로 적용하였다. 또한, 대류 방식과 전도 방식의 한랭 전달 방식을 비교 하기 위해 안쪽 갈래근에 냉습포를 20분 동안 적용 후 즉시, 10분 후, 20분 후, 30분 후 4단계로 근 활성도를 측정하였다(Fig. 1).



Fig. 1. Hot pack and ice pack modalities

2) 복사 방식의 근적외선 적용

근적외선(IR-770 Infrared Therapy, International Technology Corporation, Korea)을 사용하여 왼쪽 장딴지 안쪽 갈래근에 직각으로 30cm를 떨어트려 2/3 정도의 강도(intensity)로 조사를 하였다(Kim 등, 2013). 10분 적용 후 근 활성도를 측정하고 하루의 휴식을 가진 후, 다음날 20분 적용 후 측정하고 하루 휴식 후, 다음날 30분 적용 후 측정하였다(Fig. 2).



Fig. 2. Infrared (IR-770) and Cryotherapy (AM-L08G1) modalities

3) 대류 방식의 극저온치료 적용

극저온치료기(AM-L08G1, Century Corporation, Korea)를 사용하여 왼쪽 장딴지 안쪽 갈래근에서 10cm 떨어진 위치에 풍량 2, 적용 온도는 약 -6~-20°C로 설정된 극저온치료기를 3분 간 적용한 후 전도 방식의 한랭 전달 방식과 비교 하기 위해 근 활성도 변화를 즉시, 10분 후, 20분 후, 30분 후 4단계로 측정하였다(Fig. 2). 극저온치료기는 5분 이상 시행할 경우 치료 부위에 심한 통증 및 동상을 유발할 수 있으므로 3분을 설정하였다(Hong 등, 1999).

모든 실험은 근 활성도 측정 오류를 줄이기 위해 실험실에서 한 명씩만 실험 중재를 적용한 후 근 활성도 측정을 실시하였다. 냉습포와 극저온치료 적용 후 4단

계로 근 활성화도 측정 시 측정을 기다리는 시간은 침대에 편하게 누운 자세로 휴식을 취하였다.

4. 통계방법

통계 분석은 SPSS for Windows (ver. 18.0) 통계프로그램을 사용하였다. 데이터에 대한 정규성 검정을 한 결과, 모든 변수는 정규 분포하는 것으로 나타났다. 시간에 따른 변화 분석은 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 실시하였으며, 개체 내 요인 수준 간 검증은 대비검증을 사용하였다. 각 처치의 시간에 따른 비교는 독립표본 T 검정을 실시하였고, 모든 자료의 통계학적 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 열과 한랭의 적용 시간에 따른 근 활성화도 변화 비교
온습포 적용 전과 10분 적용 후($p < .01$), 적용 전과

20분 적용 후($p < .001$)는 통계적으로 유의한 감소가 나타났다, 10분 적용 후와 30분 적용 후($p < .05$), 20분 적용 후와 30분 적용 후($p < .01$)는 통계학적으로 유의한 증가를 나타냈다. 냉습포 적용 전과 10분 적용 후, 적용 전과 20분 적용 후는 유의한 증가를($p < .001$), 적용 전과 30분 적용 후($p < .05$), 10분 적용 후와 30분 적용 후, 20분 적용 후와 30분 적용 후가 유의한 감소를 나타냈다($p < .01$). 시간에 따른 전달 방식 비교 시 10분, 20분 적용에서 유의한 차이가 나타났다($p < .001$)(Table 2).

2. 열의 전달 방식에 따른 근 활성화도 변화 비교

온습포와 근적외선은 적용 전과 10분 적용 후, 적용 전과 20분 적용 후 통계학적으로 유의한 감소가 나타났고($p < .01$), 10분 적용 후와 30분 적용 후, 20분 적용 후와 30분 적용 후는 통계학적으로 유의한 증가를 나타냈다($p < .05$). 시간에 따른 전달 방식 비교 시 유의한 차이는 없었다($p > .05$)(Table 3).

Table 2. Change of muscle activation after applying heat and cold (μV)

Parameters	Pre	Post 10min	Post 20min	Post 30min
Hot ⁺⁺⁺	47.57±12.74	40.65±8.93 ^{1)**}	40.54±10.82 ^{2)***}	46.60±13.73 ^{3)*,4)**}
Ice [†]	47.57±12.74	55.03±14.77 ^{5)***}	57.40±18.89 ^{6)***}	45.32±14.34 ^{7)*,8)**,9)**}
t	.000	5.409 ^{###}	6.241 ^{###}	1.552

All data are expressed as means with standard deviation (M±SD)

Tasted by Independent t-test ([†]; $p < .05$)([#]; $p < .01$)(^{###}; $p < .001$)

Time-variation was tested by repeated measure ANOVA ([†]; $p < .05$)(⁺⁺⁺; $p < .01$)(⁺⁺⁺; $p < .001$) and Post-hoc was contrast test Hot pack ¹⁾; pre-post 10min.(^{**}; $p < .01$), ²⁾; pre-post 20min.(^{***}; $p < .001$), ³⁾; post 10min.-post 30min.(^{*}; $p < .05$), ⁴⁾; post 20min.-post 30min.(^{**}; $p < .01$)

Ice pack ⁵⁾; pre-post 10min.(^{***}; $p < .001$), ⁶⁾; pre-post 20min.(^{***}; $p < .001$), ⁷⁾; pre-post 30min.(^{**}; $p < .05$), ⁸⁾; post 10min-post 30min.(^{**}; $p < .01$), ⁹⁾; post 20min-post 30min.(^{**}; $p < .01$)

Table 3. Comparison of muscle activity according to type of heat (μV)

Parameters	Pre	Post 10min	Post 20min	Post 30min
Hot ⁺⁺⁺	47.57±12.74	40.65±8.93 ^{1)**}	40.54±10.82 ^{2)***}	46.60±13.73 ^{3)*,4)**}
IR ⁺⁺⁺	47.57±12.74	42.45±10.24 ^{5)***}	41.74±17.27 ^{6)***}	45.47±14.41 ^{7)*,8)**}
t	.000	-.158	.474	.023

All data are expressed as means with standard deviation (M±SD)

Time-variation was tested by repeated measure ANOVA ([†]; $p < .05$)(⁺⁺⁺; $p < .01$)(⁺⁺⁺; $p < .001$) and Post-hoc was contrast test Hot pack ¹⁾; pre-post 10min.(^{**}; $p < .01$), ²⁾; pre-post 20min.(^{***}; $p < .001$), ³⁾; post 10min.-post 30min.(^{*}; $p < .05$), ⁴⁾; post 20min.-post 30min.(^{**}; $p < .01$)

Infrared ⁵⁾; pre-post 10min.(^{***}; $p < .001$), ⁶⁾; pre-post 20min.(^{***}; $p < .001$), ⁷⁾; post 10-post 30min.(^{**}; $p < .01$), ⁸⁾; post 20min.-post 30min.(^{**}; $p < .01$)

Table 4. Comparison of muscle activity according to type of cold (μV)

Parameters	Pre	Immediately	Post 10min	Post 20min
Ice 20min [†]	47.57±12.74	57.40±18.86 ^{1)***}	52.93±16.42 ^{2)***}	50.87±15.47 ^{3)***}
Cryo 3min [†]	47.57±12.74	63.51±13.47 ^{5)***}	53.57±22.17 ^{6)***}	48.47±15.11 ^{7)***}
t	.000	2.175 [#]	.506	.822

All data are expressed as means with standard deviation (M±SD)

Tasted by Independent t-test ([#]; p<.05)

Time-variation was tested by repeated measure ANOVA([†]; p<.05) (^{††}; p<.01) (^{†††}; p<.001) and Post-hoc was contrast test Ice 20¹⁾; pre-immediately(^{**}; p<.01), ²⁾; immediately-after 10min.(^{**}; p<.01), ³⁾; immediately-after 20min.(^{**}; p<.01), ⁴⁾; immediately-after 30min.(^{**}; p<.01)

Cryo ⁵⁾; pre-immediately(^{***}; p<.001), ⁶⁾; immediately-after 10min.(^{**}; p<.01), ⁷⁾; immediately-after 20min.(^{**}; p<.01), ⁸⁾; immediately-after 30min.(^{**}; p<.01)

3. 한랭의 전달 방식에 따른 근 활성도 변화 비교
냉습포 적용 전과 20분 적용 즉시는 유의한 증가를 나타냈고(p<.01), 20분 적용 즉시와 적용 10분 후, 20분 후, 30분 후는 유의한 감소를 나타냈다(p<.01). 극저온 치료 적용 전과 3분 적용 즉시는 유의한 증가를 나타냈고(p<.001), 3분 적용 즉시와 적용 10분 후, 20분 후, 30분 후는 유의한 감소를 나타냈다(p<.01). 시간에 따른 전달 방식 비교 시 적용 즉시에서 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(Table 4).

IV. 고 찰

임상에서 사용하는 보편적인 물리적 인자 치료는 전도를 이용한 온습포와 냉습포, 복사를 이용한 근적외선치료, 대류를 이용한 극저온치료로 전달 방식에 따라 구분할 수 있다(Kim 등, 2013). 온습포는 임상에서 사용하는 대표적인 습열 치료로 규산 겔이 들어있는 온습포를 약 75°C의 뜨거운 물에 담가 사용하며(Nam 등, 2007), 냉습포는 냉수 혹은 얼음 물에 적신 천이나 얼린 겔을 이용하며(Lee와 Jeon, 2012), 근적외선치료기는 7,700~15,000 Å의 전자기파를 이용한 건열 치료로 광자가 5~10mm의 피부 깊이로 투과된다(Lee 등, 2003; Hong 등, 2006). 또한, 대류를 이용하는 극저온치료는 공기를 흡수하여 대기 중 질소를 급속 냉각 후 분출하여 수분 이내에 한랭 치료의 효과를 볼 수 있다(Lee 등, 1999; Hong 등, 1999; Lee와 Jeon, 2012). 이러한 치료방

법은 물리치료 방법 중 널리 사용하는 방법이며 열과 한냉은 신체에 적용 시 체온의 변화, 통증과 부종의 감소, 유연성 증가를 가져온다고 하였다(Kim 등, 2013; Ro 등, 2009; Lee 등, 1999; Hong 등, 1999; Lee와 Jeon, 2012).

또한, 열과 한냉을 적용 시 근육의 긴장도를 변화 시키므로(de Félício 등, 2007; Mustalampi 등, 2012) 이러한 열과 한냉의 적용이 근 활성도의 변화에도 영향을 미치는지 알아보기 위하여 본 연구는 성인 남녀 20명을 대상으로 온습포와 냉습포, 근적외선치료기, 극저온치료를 적용 방식과 시간대 별로 적용하여 장딴지근의 근 활성도의 변화를 비교 분석하고자 하였다.

온습포 적용 후 20분까지 근 활성도가 낮아졌으며, 30분 적용은 후 근 활성도에 미치는 영향은 미비함을 확인할 수 있었다. Lee와 Jeon (2012)은 65°C 온습포를 10분, 20분, 30분 적용 후 근 활성도가 점차 감소한다고 하였으며, Sandra 등(2012)은 만성 요통 환자의 척추세움근에 40°C로 유지되는 온열 랩을 2시간 동안 적용한 결과 근 활성도가 감소되었다고 보고하였다. 선행연구와 본 연구의 결과를 바탕으로 온도가 유지되는 온습포는 근 활성도를 지속적으로 감소시킬 수 있으며, 온도가 유지 되지 않는 온습포는 10~20분 적용이 근 활성도의 감소에 영향을 미치고, 30분 적용은 그 영향이 미비하였는데 그 이유는 30분 적용 시 온습포의 온도가 공기 중에 열을 방출 하는 시간이 길어 온도가 낮아져 나타난 현상으로 생각된다.

냉습포는 적용시간이 10~20분까지는 근 활성도가

증가하고, 30분 적용 후는 근 활성도의 감소가 나타났다. Choi 등(2007)도 대퇴부 근육에 냉습포를 적용하여 근 활성도가 상승 하다 시간이 지날수록 감소 한다고 보고하여 본 연구와 유사하였지만, Lee와 Jeon (2012)은 상완이두근에 냉습포 적용 시 근 활성도가 감소한다고 하였다. 이는 본 연구와 상반된 결과를 나타냈으며, 그 이유는 적용 부위의 차이와 -5°C 를 유지하기 위해 5분마다 냉습포를 교체 한 적용 방법의 차이로 생각된다. 그러므로 근 활성도의 증가를 위해서는 20분 동안 적용 하는 것이 효과적이며, 감소를 위해서는 -5°C 온도를 유지하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

온도 전달 방식에 따른 근 활성도의 변화를 알아본 결과, 복사 방식의 근적외선 치료는 전도 방식을 사용하는 온습포와 마찬가지로 20분 적용까지는 근 활성도가 낮아지며 30분 적용은 근 활성도 변화에 영향이 미비함을 알 수 있었다. 즉, 본 연구에서 온열은 전달 방식에 따른 차이가 없음을 알 수 있었다. 그러므로 대상자의 환부에 압박을 피하며 근 활성도를 감소 시키기 위해서는 복사 방식의 근적외선 적용이 유용할 것으로 생각된다. 하지만, 복사 방식은 일정한 강도로 열을 전달 하지만 지속적인 근 활성도의 감소를 나타내지 못하였다. 이러한 이유는 전도 방식과 다르게 복사 방식은 주위 온도, 대상자의 움직임, 적용 부위의 열 손실 등의 차이로 생각된다.

전도 방식의 냉습포(20분 적용)와 대류 방식의 극저온치료(3분)의 비교는 적용 즉시에서 근 활성도의 상승이 가장 높게 나타났으며, 시간이 지날수록 적용 전의 값으로 회복하였다. Choi 등(2007)도 대퇴부에 냉습포 적용 즉시 근 활성도가 상승하며, 그 후 점점 감소되었다고 하였다. 극저온치료 3분 적용 후와 냉습포 20분 적용 후 비교 시 극저온치료 3분 적용 후 근 활성도가 냉습포 보다 높다는 본 연구의 결과를 통해 짧은 시간 내 근 활성도를 증가시키기 위해서는 대류 방식을 이용하는 극저온치료를 활용 하는 것이 효과적으로 생각된다. 하지만, 이 결과는 전도 방식의 차이 보다는 적용 온도와 시간의 차이 때문에 발생할 수 있으므로 일반화 하기는 어려운 것으로 생각된다.

근육에 열을 적용하면 신진대사 산물이 증가하게

되고(Ferretti 등, 1992) 이로 인하여 ATP 가수 분해가 활성화되고 대사산물 농도가 증가하여 근육피로를 더 빨리 발생시킨다(Edwards 등, 1972). Holewijn와 Heus (1992)도 열을 가하면 피로 발생이 더 빠르게 나타난다고 하였다. 이러한 기전으로 인하여 열을 적용하면 근 활성도가 감소되는 것으로 생각된다. 한랭의 적용은 대사 산물의 농도와 ATP 사용의 감소를 발생시켜 근피로의 역치 값을 상승시켜(Edwards 등, 1972), 근 활성도의 상승을 가져온 것으로 생각된다. 하지만 30분 동안 한랭의 적용은 운동단위 속도 전위를 방해하여 근육의 피로를 빠르게 발생시켜(Edwards 등, 1972) 근 활성도의 감소를 가져온 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 신체에 적용 하는 온도를 일정하게 할 수 없었다는 것과 조직 과사의 위험으로 극저온치료를 냉습포 적용 방법과 같은 시간으로 적용하지 못한 것, 대상자가 20대 성인으로 한정되어 일반화 하기 어렵다는 점이다. 차후에 진행되는 연구에는 근 활성도의 조절이 필요한 환자를 대상으로 다양한 근육에 적용 하며, 근육 온도를 객관적으로 측정하여 온도에 따른 근 활성도와 근 피로도의 변화를 확인하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 물리적 인자 치료로 임상에서 널리 쓰이는 온열과 한랭 치료를 장딴지 안쪽 갈래근에 시간과 전달 방식에 따라 적용 후 근 활성도의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 열 적용은 10분, 20분 동안 적용 시 근 활성도를 감소시켰으며, 한랭은 적용 초기에는 근 활성도를 상승 시키지만 30분 적용 후는 근 활성도의 감소를 통해 적용 시간에 따른 근 활성도의 차이를 알 수 있었다. 또한, 온열의 전도 방식인 온습포, 복사 방식인 근적외선을 안쪽 갈래근에 적용 시 시간에 따른 근 활성도 감소 변화 수치가 유사하여 온열 에서는 두 가지 전달 방식에 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 하지만, 20분 동안 적용한 전도 방식의 냉습포, 3분 동안 적용한 대류 방식의 극저온치료에서는 대류 방식이 전도

방식 보다 근 활성도 증가 효과가 적용 즉시에서 크게 나타나 전달 방식에 따른 차이를 확인 할 수 있었다. 하지만 한랭의 결과는 온도와 적용 시간이 서로 달라 전달 방식만의 차이라고 일반화하기는 어려울 것이다. 차후 이 문제를 해결하는 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

References

- Cho GH, Shin HS. The Effect of Virtual Reality Training on Lower Extremity Muscle Activation in Elderly. *J Korean Soc Phys Med.* 2014;9(1):55-62.
- Choi SJ, Lim SW, Kim SH, et al. Changes of Surface Temperature and Electromyography Activities by Local Heat and Cold. *J Kor Acad Clin Elec.* 2007; 5(2):61-72.
- de Félício CM, Freitas RL, Bataglion C. The effects of orofacial myofunctional therapy combined with an occlusal splint on signs and symptoms in a man with TMD-hypermobility: case study. *Int J Orofacial Myology.* 2007;33:21-9.
- Edwards RH, Harris RC, Hultman E, et al. Effect of temperature on muscle energy metabolism and endurance during successive isometric contractions, sustained to fatigue, of the quadriceps muscle in man. *Physiol.* 1972; 220(2):335-52.
- Ferretti G, Ishii M, Moia C, et al. Effects of temperature on the maximal instantaneous muscle power of humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;64(2):112-6.
- Herman P, Schwan HD, Carstensen EL, et al. Advantages and limitations of ultrasonics in medicine. *JAMA.* 1952;149(2):121-5.
- Holewijn M, Heus R. Effects of temperature on electromyogram and muscle function. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;65(6):541-5.
- Hong DJ, Choi KS, Park SB, et al. Changes in the Pressure Threshold of Myofascial Trigger Points Following Freezing Cold Air Application. *J Korean Acad Rehab Med.* 1999;23(1):134-9.
- Hong YJ, Kim C, Park MS, et al. Changes of Pre-Auricular Cutaneous Blood Flow and Skin Temperature after Dry Heat Therapy and Moist Heat Therapy. *J Oral Med Pain.* 2006;31(1):47-57.
- Kim SY, Ryu IH, Park EH, et al. The Changes in the Electrical Stimulation Induced Pain Threshold and Skin Temperatures According to Methods of Cold Application. *The journal of Korean academy of physical therapist.* 1996;3(3):25-34.
- Kim YJ, Shin KM, Kim EJ, et al. A Comparative Study on Heat Transfer Characteristics in Tissue Model with Application of Heating or Cooling Therapeutic Modalities. *The Acupuncture.* 2013;30(4):125-38.
- Lee HK, Kang SG, Lee CK, et al. Physiological Influences caused by Warming Effect of Far-infrared Radiation in Body temperature. *The Transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers.* 2003;7:21-3.
- Lee JG, Kim MJ, Park SB, et al. Changes in the Visual Analogue Scale Score Following Freezing Cold Air Application in Knee Joint Pain. *J Korean Acad Rehab Med.* 1999;23(1):124-8.
- Lee JH, Jeon JK. Change of isometric contractile force and muscle activity applying ice and hot according to the time on biceps brachii muscle. *Journal of digital Convergence.* 2012;10(11):459-65.
- Mustalampi S, Ylinen J, Kautiainen H, et al. Acute effects of cold pack on mechanical properties of the quadriceps muscle in healthy subjects. *Phys Ther Sport.* 2012; 13(4):265-9.
- Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician.* 2004;7(3):395-9.
- Nam KS, Han KJ, Lee IH, et al. The Effect of Cold Air Therapy in Release of Inflammation on Rheumatoid

- Arthritis. *J Kor Acad Clin Elec.* 2007;5(2):85-93.
- Ro HL, Lee DH, Kang DY. Application of a Heat Pack and Soft Tissue Mobilization on Hamstring Muscle of Flexibility in Subjects with Cerebral Palsy. *J Korean Soc Phys Med.* 2009;4(3):149-56.
- Lewis SE, Holmes PS, Woby SR, et al. Short-term effect of superficial heat treatment on paraspinal muscle activity, stature recovery, and psychological factors in patients with chronic low back pain. *ArchPhys Med Rehabil.* 2012;93:367-72.
- Yang DJ, Jeong YS. The Acute Effects of Dynamic and Static Stretching on Jump Height and Muscle Activity. *Journal of Digital Convergence.* 2013;11(8):265-72.