

# 자기공명영상을 이용한 찜질 자극에 의한 통증 완화 효과에 대한 혈류 영상학적 고찰

백지원\*, 임영기†

\*가천대학교 뇌과학연구원, †가천대학교 메디컬캠퍼스 방사선학과

2015년 9월 25일 접수 / 2015년 12월 7일 1차 수정 / 2015년 12월 7일 채택

본 연구는 찜질 자극이 국소 통증을 완화시킬 뿐만 아니라 편두통과 같은 만성 질환의 통증 완화에 효과적으로 애용되고 있는 이유에 대한 근거를 혈류 역학적인 측면에서 고찰하고자 한다. 이를 위해 찜질 자극에 의한 자극 부위에서의 국소 혈류 변화가 일어나는 것을 관측하고, 이를 통해 두개 내 외부의 혈액 순환에 어떠한 변화를 야기하는지를 정상인 피험자 (n=8, 평균나이: 32.13 ± 4.61) 를 대상으로 자기공명영상 시스템을 이용하여 관측하였다. 국소 혈류 변화는 찜질 자극에 의한 피부 색깔 및 온도 변화를 통하여 관측하고자 하였고, 두개 내 외부 혈관의 자극에 따른 변화를 자기공명혈관조영술을 통해 관측하고 영상을 분석하여 비교하고자 하였다. 찜질 자극 전 36.4°C에서 자극 15분 후 36.7°C, 그리고 자극 30분 후 37.1°C 로 피부온도가 상승한 것으로 나타났으며, 찜질 자극이 시작되는 시점과 자극 30분 후의 혈관 영상 분석 결과를 살펴보면 두개 내부 혈관에서는 유의한 변화를 보이지 않은 반면, 두개 외부 혈관에서는 찜질 자극 후 상당한 혈류 신호의 변화를 보여주었다(+38.8%). 결과에서 보듯이 찜질 자극 부위의 이러한 국소 온도의 변화와 두개 외의 혈류의 변화를 통하여 찜질 자극이 국소적으로는 근육 통증 및 편두통과 같은 만성질환의 통증을 완화시키는 효과를 발휘하고 더 나아가 혈액 순환을 촉진시키는 작용을 통하여 전신에 미치는 결립 현상 및 통증의 완화에 실질적으로 효과를 보일 수 있게 되는 것으로 사료된다.

중심어: 자기공명영상, 자기공명혈관조영술, 찜질자극, 혈액순환, 두개 내 외부 혈관

## 1. 서론

우리나라 사람들은 문화적 특징상 따뜻한 것을 선호하여 오랫동안 허리, 어깨, 목 등에서의 통증을 완화시키기 위하여 찜질 자극을 이용해 오고 있다. 또한, 두통이나 월경통(menstrual pain) 이 있을 때나 속이 더부룩하거나 체했을 때 찜질 자극을 이용하게 되면 그 증상을 상당히 감소시킬 수 있다는 것이 잘 알려져 있다 [1].

이는 생체 조직에 열을 가하게 되면 해당 조직의 온도 상승과 함께 결합조직(connective tissue)의 신장성(extensibility) 증가, 세포막 투과성(permeability) 증가, 혈류량 증가 등의 생리적 반응이 나타나며, 관절의 뻣뻣함(stiffness) 감소, 통증 완화, 근육 경련 완화, 염증 감소 등의 효과가 나타난다고 보고되고 있다 [2,3]. 이를 반영하듯 가정에서 쉽고 가장 많이 행할 수 있는 효과적인 간호 중재 중 하나가 온-냉 찜질 자극 방법이다. 열과 냉의 생리적 효과는 상반되지만 둘 다 통증을 감소시키는 작용을 하기 때문에 특히 근골격계 질환시 건강관리 기관과 가정에서도 많이 적용되고 있다 [4].

근활성도 저하로 인해 신체활동과 생활이 어려워지는 노년기에는 근의 강화와 통증 치료가 필요한데, 이를 위하여 근골격계 통증을 조절하는 방법으로 온 냉 찜질, 이완요법, 마사지, 전기치료 등이 애용되고 있다[5]. 그 중에서도 찜질 자극을 통한 통증완화가 가장 많이 활용되고 있는 실정이다.

일반적으로 따뜻한 찜질 자극이 수축된 근육을 이완시키고 혈액 순환을 촉진하여 통증 완화에 효과가 있다고 알려져 있다. 긴장성 두통의 경우 경부의 근육에 수축이 발생되면 통증 유발점이 생기고 이와 함께 근 섬유 사이에 있는 혈관들과 말초신경들이 압박을 받게 되어 이것을 중추신경계가 통증으로 인식하게 되어 두통이 발생하는 것으로 알려져 있다 [6]. 이러한 두통을 치료하는 방법으로 열치료 등을 이용하여 근육의 긴장을 이완시켜 두통을 상당히 감소시키는 것으로 알려져 있다[7].

하지만 이러한 자극의 생리적인 효과에 대한 과학적 입증은 부족한 상황이며, 특히 찜질 자극이 직접 뇌혈류의 변화를 야기하는지를 규명하고자 하는 연구나 이를 통하여 찜질의 효과가 나타날 수 있다는 것을 규명하여 통증 완화에 대한 상관성을 입증하여 밝히고자 하는 연구는 그리 많지 않다.

책임저자 : 임영기, yklim@gachon.ac.kr  
인천광역시 연수구 연수동 가천대학교 메디컬캠퍼스 방사선학과

최근 피부 표면 혈류량을 측정할 수 있는 방법으로 피부의 색깔이나 피부의 온도 등을 관찰한 후 검사자의 경험적인 지식을 토대로 혈류 상태를 판단하는 주관적 검사 방법이나 정량화된 방법 또는 장치를 이용하는 객관적 검사 방법들이 많이 나와 있다. 또한, 심부나 대뇌 혈류량을 측정하기 위한 방법으로 환자에게 손상이나 불편을 주지 않고 연속적이고 반복적인 측정을 할 수 있는 도플러를 이용한 혈류 측정(laser doppler flowmetry) 과 자기공명영상 기기를 이용한 혈류 측정(magnetic resonance angiography) 이 가장 많이 사용되고 있다 [8].

이에 본 연구에서는 찜질 자극에 의한 국소 영역에서의 피부 온도 변화뿐만 아니라 뇌혈류 변화를 관찰하여 온열 찜질 자극에 의한 생리적인 변화와의 상관성을 알아보고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

자기공명영상 장치 내에서 장시간의 찜질의 효과를 발휘할 수 있는 전기석(tourmaline) 성분을 함유한 밴드를 사용하였다 (Fig. 1). 지속적인 찜질 자극이 유지되는지 확인하기 위하여 적외선 체온계를 사용하여 피부 온도를 측정하였다. 또한, 이 밴드가 자장에 영향을 받는지 확인하기 위하여 금속 감지기로 금속성을 확인하였으며 자기공명영상 장치 내에서 자장의 영향을 살펴보았다.

밴드의 열감에 대한 변화를 확인하는 예비 실험을 통하여 밴드를 착용한 이후 약 10 분 이후부터 피험자들이 열감을 느끼기 시작하였고 30 분 이후에는 모든 피험자들이 찜질 자극에 해당하는 열감을 느끼는 것으로 확인

되었다. 또한, 피험자들의 반응에서도 30 분 이후에는 열감의 변화 없이 일정하게 유지되는 것을 확인 할 수 있었다.

자기공명영상 실험은 3T MRI (Siemens, Verio, Erlangen, Germany) 를 이용하였고, 제조사에서 제공하고 있는 상용 코일인 12 채널 두부 전용 코일을 사용하여 실험을 진행하였다. 건강한 성인 피험자 (n=8, 평균 나이: 32.13 ± 4.61) 를 대상으로 실험을 진행하였다. 참가자들은 MRI 실에 들어가서 뒷목 부분에 찜질 자극이 될 수 있도록 찜질 밴드를 감은 후 영상 촬영 동안 움직이지 않도록 주의를 받았다. 찜질 자극 전 (열감을 느끼기 이전) 과 찜질 자극 이후 30 분 후에 각각 자기공명혈관조영술을 위한 영상 촬영을 실시하였다 (Fig. 1). 혈관 영상 촬영을 위해 사용된 영상 촬영 기법은 시간흐름 (time-of-flight: TOF) 기법이며, 이 기법에서의 촬영 시간은 약 5 분이 소요되었다 (Table 1). 총 자기공명영상 촬영 시간은 약 40 분이 소요되었다 (Fig. 1).

본 연구는 임상시험심사위원회 (Institutional Review Board) 의 승인을 받은 후 진행하였다. 대상자에게 이 연구의 목적과 절차에 대해서 충분히 설명한 후 개인 동의를 받은 상태에서 실험을 진행하였다. 찜질 자극 전후의 혈관의 변화를 비교하기 위하여 통계프로그램 (SPSS, ver. 21.0) 을 이용하여 혈관 변화 차이를 대응표본 T 검정 (paired t-test) 을 이용하여 검증하였고,  $p < 0.05$  이 하일 때 유의한 차이를 나타내는 것으로 간주하였다.

자극에 의한 뇌혈관의 변화의 정도를 측정하기 위하여 먼저 혈관 영상 신호를 분할하고자 하였다. 영상 신호의 경계치를 선정하여 조직이나 외부 잡음 신호를 제거하였으며, 비교하고자 하는 관심 영역에서 혈관이 차지하는 비율을 구하였다 [9]. 의료영상처리프로그램 (ImageJ, National Institutes of Health, USA) 을 이용하였고, 두부 내부 혈관과 두부 외부 혈관을 각각 나누어서 혈관 신호의 차이를 비교하였다. 두부 내부 혈관은 내경동맥(internal carotid artery) 과 추골동맥(vertebral

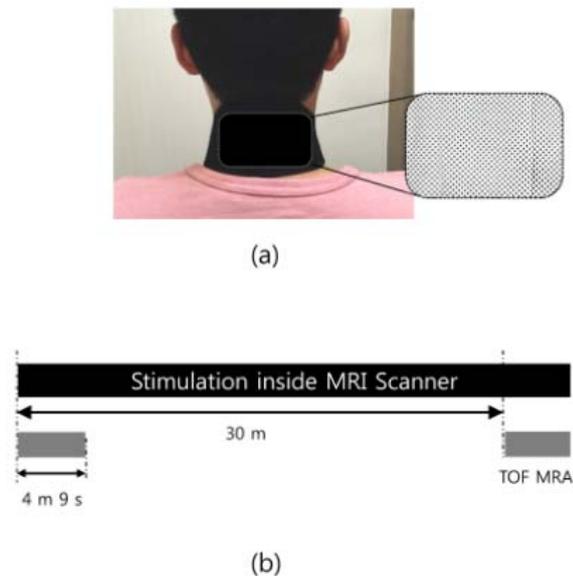


Fig. 1. Experimental protocols of hot compress and MRA imaging. (a) Compress stimulation on the neck. (b) Magnetic resonance artery imaging protocol.

Table 1. Magnetic Resonance Artery Parameters.

Parameters	Time-of-flight magnetic resonance artery
TR / TE (ms)	20 / 3.3
Flip angle (°)	20
FOV (mm)	200×200
Number of slabs	5
Number of partitions	44
Matrix size	320×320
Voxel size (mm)	0.63×0.63×0.63
Elliptical scanning	Yes
TONE pulse	Slow
Partial Fourier	6/8
Overlap between slabs (%)	16
Pixel bandwidth (Hz)	100
TA (m:s)	4:09

ms: milliseconds, m:s: minutes :seconds

artery) 및 이들의 자식혈관등을 포함하였고, 두부 외부 혈관은 외경동맥(external carotid artery) 및 이들의 자식 혈관등을 포함하였다.

### 3. 결과 및 논의

실제로 피부 온도를 측정한 결과 밴드 착용 전의 피부 온도 ( $36.4 \pm 0.11^\circ\text{C}$ )에 비해 착용 30 분이 경과한 이후 피부 온도 ( $37.1 \pm 0.32^\circ\text{C}$ )가 증가한 것을 관측하였다(Fig. 2).

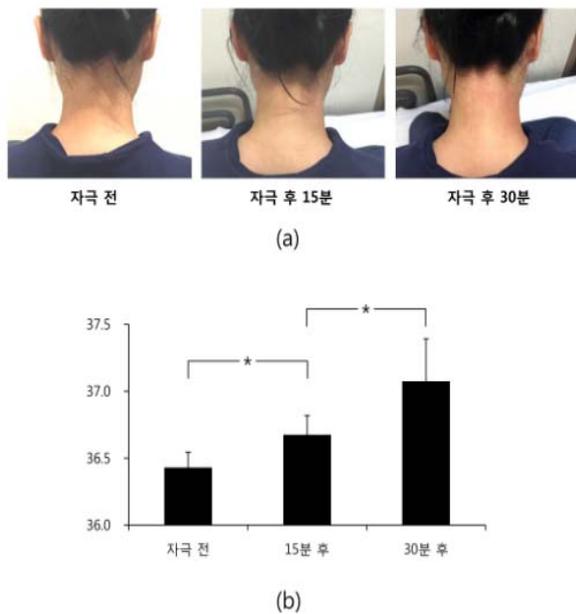


Fig. 2. Measurement of skin temperature change. (a) Change in skin color. (b) Change in skin temperature.

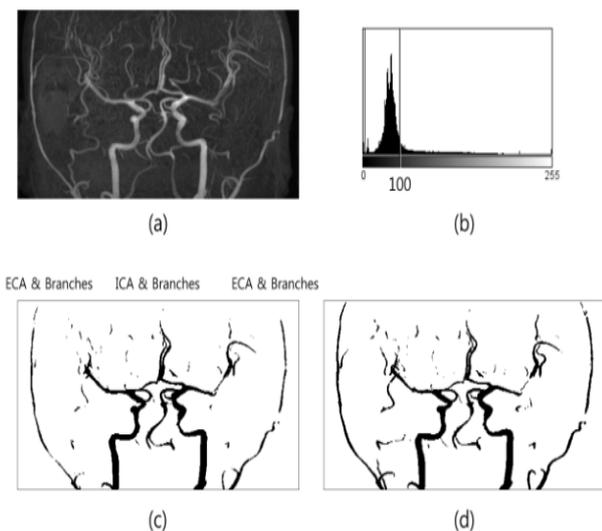


Fig. 3. Measuring procedures of blood vessel changes (volunteer #1). (a) Coronal maximum intensity projection image. (b) Histogram of vessel intensity with a threshold value of 100 (vertical line). (c) Vascular signal density of pre stimulation. (d) Vascular signal density of post stimulation.

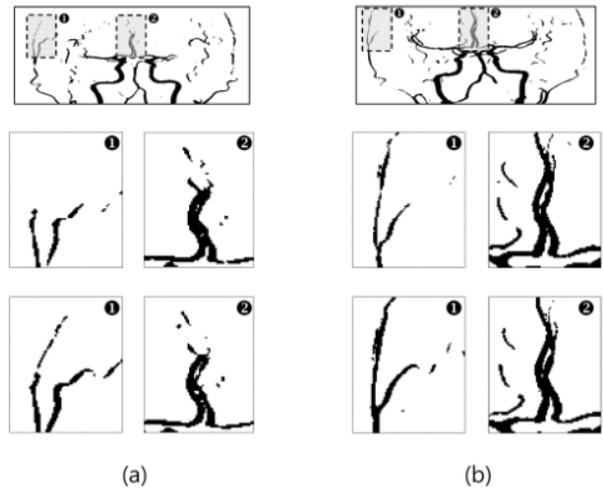


Fig. 4. Changes in intra and extra cranial vessels. (a) Vascular changes at pre and post stimulations, upper and lower panels, respectively, in a volunteer #2. (b) Vascular changes at pre and post stimulations in the volunteer #3. ●

찜질 자극 15분 후에는 피부온도가 평균 36.7 로 약간 상승하는 것을 확인할 수 있었고, 피부의 색깔은 자극 이후 15 분에는 특이한 변화를 관측할 수 없었으나 30 분에는 피부가 붉게 변해있는 것을 확인할 수 있었다 (Fig. 2).

Fig. 3과 4에서는 찜질 자극 전 후의 두부 혈관들의 신호의 차이를 보여주고 있다. 두부 외부 혈관들에서는 찜질 자극 전 후에 상당한 차이를 보여주고 있으나, 내부 혈관에서는 변화를 찾아 볼 수 없었다 (Fig. 3 및 4). 관심영역에서 두부 내부 혈관이 차지하는 비율은 15.69%에서 14.80%로 변화하였고, 외부혈관은 3.80%

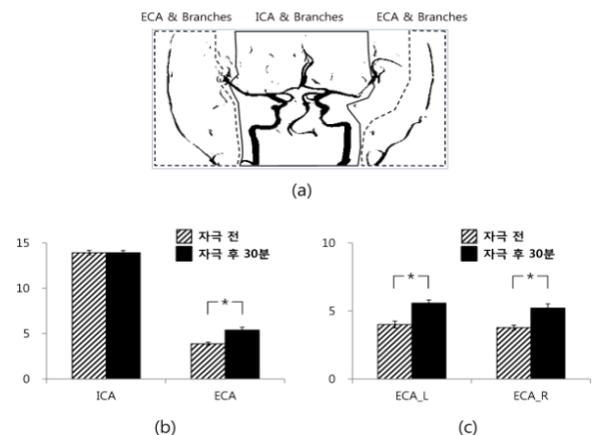


Fig. 5. Vessel regions of interest for analysis and the results of vessel intensity change before and after hot compress stimulations. (a) Regions of interest for vascular density measurement. The region of interest was defined as the same area for extra- and intracranial vascular intensity change. (b) The vascular density comparison of extracranial vs. intracranial vessels between pre and post stimulations. \* $p < 0.015$ . (c) The vascular density comparison of the left and right extracranial vessels between pre and post stimulations. \* $p < 0.015$ . \*\* $p < 0.018$

에서 4.17%로 변화하였다. 또한 Fig. 4에서 보는 바와 같이 부 혈관이 차지하는 비율은 15.69%에서 14.80%로 변화하였고, 외부 혈관은 3.80%에서 4.17%로 변화하였다. 또한, Fig. 4에서 보는 바와 같이, 두부 내부 혈관은 두 피험자에서 각각 15.03%와 14.92%에서 16.06%와 13.60% 변한 반면, 두부 외부 혈관은 4.27%와 3.75%에서 6.80%와 5.75%로 각각 변화하였다.

단위 면적당 혈관이 차지하는 밀도를 측정 한 결과, 두부 내부 혈관은 혈관이 차지하는 밀도가 자극 전 (13.9 0.25%)에 비해서 자극 후 (13.9 0.23%)에도 변화가 거의 나타나지 않았다. 하지만, 두부 외부 혈관들에서는 혈관이 차지하는 밀도가 자극 전 (3.89 0.17%)에 비해서 자극 후 (5.40 0.31%)에는 많은 변화가 있는 것으로 나타났다. 또한, 두부 외부 혈관들에서는 찜질 자극 전 후에 좌우의 변화가 유사한 것으로 나타났다 (Fig. 5).

#### 4. 고찰 및 결론

찜질 자극은 근육을 풀어주고 혈관을 확장시켜 주기 때문에 혈액 순환을 촉진시킨다고 알려져 있다. 찜질 자극의 방법에 따라 그 작용 기전이 다르기도 하다. 열에 의한 자극은 주로 혈액순환을 증가시키고 프로스타글란딘(prostaglandin), 브라디키닌(bradykinin), 히스타민(histamine) 등과 같은 염증성 대사산물을 신속히 제거함으로써 통증을 완화하며 관절 주위 조직의 신장성을 증진하기 위해 사용되며, 차가운 자극은 통증을 완화하고 혈액순환을 감소시켜 염증 반응을 감소시키기 위하여 이용된다. 이와 같이 열 자극과 냉 자극은 흔히 같은 상황의 문제 해결을 위해 둘 다 사용되지만 열과 냉의 생리적 기전은 상반되기도 한다 [4,10].

또한 찜질은 긴장성 두통이나 스트레스성 증상에 효과가 있다고 한다. 따뜻한 물을 이용하여 족욕을 하거나 반식욕을 하는 것은 전신의 혈액 순환 개선에 도움이 되어 두통을 완화시키거나 없애는 방법으로 활용되기도 하고 있다. 머리에 열이 오르고 심한 두통이 있을 때는 차가운 찜질을 통하여 혈관을 수축시켜 주는 것이 좋다고 한다.

하지만, 이러한 온열 찜질 자극의 장점들은 객관적으로 뇌혈류 변화에 어떻게 작용하는지에 대한 연구가 부족한 것이 사실이다. 이전 연구들에서는 온열 요법 적용 후 피부온도가 33-34℃에서 35-36℃ 정도로 상승하였을 때 혈류량이 4배 정도 증가하는 것을 관측하였고 [3], 관절에 온열 요법을 적용했을 때 관절온도가 35.2℃에서 36.4℃까지 상승된다고 보고하였는데 본 연구에서도 온열 찜질 요법 적용 후 피부온도가 유의하게 증가하여 일치된 결과를 보였다 [11]. 또한 원적외선 방사체를 가열하여 42-45℃의 비교적 균일한 온도로 하복부에 적용한 온열 요법이 월경통과 월경곤란증 완화에 효과적인 것으로 나왔다 [1].

이들 기존의 연구들은 국소 혈류의 변화를 관측한다든지 자극의 효과가 임상적으로 어떻게 나타나는지에 대

한 간접적인 결과를 제시하고 있을 뿐이고 직접적인 대뇌의 혈류에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 미비한 상태이다.

본 실험의 결과에서 나타난 것과 같이 두부 외부 혈류는 증가 한 반면에 두부 내부 혈류는 거의 변화가 없는 것으로 나타난 것은 대뇌 혈관을 조절하는 작용 기전이 다르기 때문이다. 두부 외부 혈류는 주로 교감 신경 전달에 의해 조절되는 반면, 두부 내부의 혈류는 혈관 주위의 신경 활동에 의해 혈관과의 직접적인 작용에 의해 조절되기 때문이다 [12,13].

카페인과 같은 혈관 내 아데노신 수용체에 직접 작용하여 혈관의 수축을 야기하는 것이나 혈관의 압력을 조절하는 칼슘 채널 차단제나 이노제와 같은 약물은 직접적으로 대뇌 혈관의 말단 소혈관들에 작용하여 혈류의 변화를 야기시킬 수 있으나 찜질 자극과 같은 외부에서 주어지는 자극에 의해서는 전신의 혈류량을 증가시킬 수는 있으나 두부 내부 혈관에 큰 영향을 주지는 못하는 것으로 보인다.

하지만 이러한 두부 외부 혈관에서의 큰 변화를 통하여 알 수 있는 것은 온열 찜질 자극이 국소적으로 모세혈관을 확장시켜 피부 혈류량을 증가시키는 작용을 하고, 이를 통하여 보상적인 혈류의 흐름이 작용함으로써 전신의 혈류 흐름을 원활하게 하는 역할을 할 수 있는 것으로 생각된다. 이는 결국 신진대사를 촉진시키고 노폐물을 배출시키는 역할을 하게 되고, 근육조직을 부드럽게 해주어 근육통이나 어깨 결림 등의 통증을 완화시켜 주는 역할을 하는 것으로 보인다 [14-18].

본 연구에서는 자장환경 내에서 일정한 온도를 유지하며 온열 찜질 자극을 제공 할 수 있는 기기가 필요하였고, 토르마린은 이러한 요구를 충족시켜 줄 수 있는 재료로 판단되었다. 토르마린은 원적외선 발생량이 경이적으로 높아 강력한 열 효과와 높은 침투력으로 인체에 혈액 순환촉진 및 혈전 용해 효과가 큰 것으로 알려져 있다. 토르마린 결정은 미약한 전류를 계속 발생시키기 때문에 수분 (H<sub>2</sub>O) 이 닿으면 순간적으로 물을 전기 분해한다. 이 때의 전기분해는 물리작용에 의한 것으로 지속적으로 발생하게 된다. 토르마린을 인체의 피부 표면에 밀착하게 되면 피부 표면에 굳어진 유분과 반응하여 일정양의 열을 지속적으로 발생시키게 된다 [19]. 이를 이용한 온열 찜질 용품들이 일반인들에게 많이 애용되고 있다.

본 연구에서는 표면 피부 온도를 측정하기 위하여 적외선 온도계를 사용하였으나 자기공명영상장치 내부에서 시간에 따른 찜질 자극 동안의 피부 온도를 측정하지는 못하였다. 피부 온도는 예비 실험을 통하여 실내온도에서 휴식을 취하는 동안 측정되었으며 자극 30분 후에 측정된 수치와 자기공명혈관조영술 촬영을 끝마친 시간 (자극 시작 약 35분 이후) 에 측정된 수치에 약간의 차이가 났다 [20]. 이는 인체가 일정한 체온을 유지하는 항온체로서 환경 변화에 맞추어 산열, 발한, 혈관의 수축과 이완 등을 통해 체내 온도를 유지하는 특성 때문에 나타난 현상으로 사료되며 이와 같은 환경이 본 연구에서 측

정된 피부 온도 차이에 영향을 준 것으로 보인다 [21]. 자기공명영상장치 실내 온도는 12℃이고 예비 실험을 수행한 공간의 실내 온도는 약 25℃였다. 또한, 본 연구에서는 온열 찜질 자극에 의한 혈관 반응에 대해서만 관측하였으나, 냉 찜질 자극에 의한 혈관의 반응에 대한 연구를 통하여 냉 온 찜질 자극이 혈류에 미치는 영향을 비교하여 고찰할 필요가 있다. 더불어 찜질을 필요로 하는 환자들의 통증 완화와 기능 회복에 대한 주관적인 평가가 동반된 연구가 필요할 것으로 보인다.

하지만, 본 연구에서는 피험자들이 건강한 젊은 정상인으로 구성되었고 이들에 대한 찜질 자극의 변화에 국한되었다는 한계를 가지고 있으며, 연구 참여 인원수가 부족하여 통계적으로 유의한 결과를 도출하는데 다소 한계점을 내포하고 있기 때문에 결과의 검증에 위해 보다 더 다양한 비교군과 많은 피험자에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 보여진다.

결론적으로 본 연구는 대중적으로 애용되고 있는 온열 찜질 자극의 효과가 혈관에 미치는 영향을 자기공명 혈관조영술을 이용하여 관측하였고, 찜질 자극이 두부 내부 혈류의 변화에는 직접적인 영향을 확인할 수 없었으나, 온열 찜질 자극을 통하여 국소 영역에서의 혈류의 변화를 관측할 수 있었으며, 두부 외부 혈류를 상당히 많이 증가시키는 것을 관측할 수 있었다. 그러므로 이러한 국소 자극을 통하여 국소 통증 완화뿐만 아니라 전신의 혈류 개선 효과에도 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

## REFERENCES

- Hong YR. Effects of Heat Therapy Using a Far Infrared Rays Heating Element for Dysmenorrhea in High School Girls. *J Korean Acad Nurs*. 2011;41(1):141-148.
- Kottke FJ, Stillwell GK, Lehmann JF. *Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia; W.B. Saunders Co. 1982:359-365.
- Kim SB, Kim YJ, Kim C, Park MS. The Effect of Heat Therapy on Cutaneous Blood Flow and Skin Temperature at Pre-auricular Region. *Korean Journal of Oral Medicine*. 2005;30(4):401-410.
- Kang HS. Comparative Study on the Effectiveness of Symptom Control between Heat and Cold therapy in Patient with Arthritis. *The journal of rheumatology health*. 1995;2(2):147-159.
- Shin W. Impacts of Various Treatment Methods of Pantalgia in Old Age on Muscle Activity Korea *Journal of Sports Science*. 2014;23(5):1287-1295.
- Lee YH. The effects of ICT and applying acupressure to meridian points with respect to headache reduction and the cerebral blood flow of tension-type headache patients. Graduate Thesis (2009), Yong-In University.
- Hong CZ, Simons DG. Pathophysiologic and electrophysiologic mechanisms of myofascial trigger points. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1998;79(7):863-872.
- Holloway GA, Watkins DW. Laser doppler measurement of cutaneous blood flow. *J Invest Derma*. 1991;69:306-309.
- Moody DM, Thore CR, Anstrom JA, Challa VR, Langefeld CD, Brown WR. Quantification of Afferent Vessels Shows Reduced Brain Vascular Density in Subjects with Leukoaraiosis 1. *Radiology*. 2004;233(3):883-890.
- HAYES KW. Heat and cold in the management of rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatism*. 1993;6(3):156-166.
- Weinberger A, Fadilah R, Lev A, Pinkhas J. Intra-articular temperature measurements after superficial heating. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 1988;21(1): 55-57.
- Hamel E. Perivascular nerves and the regulation of cerebrovascular tone. *Journal of Applied Physiology*. 2006;100(3):1059-1064.
- Kang CK, Oh ST, Chung RK, Lee H, Park, CA, Kim YB, Cho ZH. Effect of stellate ganglion block on the cerebrovascular system: magnetic resonance angiography study. *Anesthesiology*. 2010; 113(4):936-944.
- Ernst E. Sauna-a hobby or for health?. *Journal of Royal Society of Medicine*. 1989;82(11):639.
- Lehmann JF, Warren C G, Scham SM. Therapeutic heat and cold. *Clin Orthop Relat R*. 1974;99: 207-245.
- Orenberg EK, Noodleman FR, Koperski JA, Pounds D, Farber EM. Comparison of heat delivery systems for hyperthermia treatment of psoriasis. *International journal of hyperthermia*. 1986;2(3):231-241.
- Okada K, Yamaguchi T, Minowa K, Inoue N. The influence of hot pack therapy on the blood flow in masseter muscles. *Journal of oral rehabilitation*. 2005;32(7):480-486.
- Shirakura T. Effect of hot spring bathing on immunological parameters. *Jpn J Biometer*. 1985; 22(2):67-71.
- Kim WG, Kim SS, You H, Kil IH, Lee KN. A Study of Influences Caused by Far Infrared and Anion on Human Body. *Journal of Society of Preventive Korean Medicine*. Professional Graduate School of Oriental Medicine, Wonkwang University.
- Baek JW, Cho JH, and Kim SC. Changes in Cerebral Blood Flow Caused by Thermo-

- Stimulation as Visualized by MRA. Applied Magn Reson. 2015;46(7):771-780.
21. Park JH, Yoo SJ. Effects of Thermal Stimulation Using Environmental Temperature on Hemodynamic and Thermoregulatory Responses. J. Korean Soc. Living Environ. Sys. 2015;22(2):176-188.

## The Study of Vascular Dynamics for the Effect of a Compress Pack on Pain Relief using Magnetic Resonance Angiography

Ji-Won Baek and Young-Khi Lim  
Gachon University

**Abstract** - This study was to investigate the effects of the hot compress pack on alleviating local muscular discomfort, stiffness in limbs as well as the chronic pains such as migraine in terms of hemodynamics. In this study, the hot compress band was put on the neck and the local physiological change on the stimulation site and the cranial blood circulation change were examined. We recruited healthy volunteers (n=8, mean age: 32.13 (4.61)), who participated in the magnetic resonance imaging (MRI) study. Local skin color and temperature were measured for the local effect of the hot compress band and the changes of intra-cranial and extra-cranial blood vessels were examined with MR angiography (MRA) images. The skin temperature increased from 36.4 °C at the rest condition to 36.7 °C and 37.1 °C after 15 min and 30 min stimulation, respectively. The change of the extra-cranial blood vessels between pre-stimulation and post-stimulation of 30 min was significantly increased (+38.8%), while the change of the intra-cranial blood vessels was negligible. In this study, we demonstrated that the hot compress band on the neck yielded the increase of local skin temperature on the stimulation site and it made an effect on the extracranial circulation. In conclusion, the stimulation with a hot compress could facilitate the blood circulation, causing to relieve the muscular discomfort, stiffness in limbs as well as the chronic pains such as migraine.

**Keywords** : Magnetic resonance imaging (MRI); MR angiography (MRA), Hot compress; Blood circulation; Intra- and extra-cranial vessels.