

온열 자극에 따른 심혈관계 반응 : 전신욕과 반신욕의 비교

국군 수도병원 순환기내과,¹ 서울대학교 의과대학 분당서울대학병원 심장센터 심장내과학교실²

김중선¹ · 이왕수¹ · 경희두¹ · 장혁재² · 조영석²
연태진² · 정우영² · 채인호² · 최동주²

Cardiovascular Response during Thermal Stress : Comparison with Whole-Body Immersion and Half-Body Immersion

Jung-Sun Kim, MD¹, Wang-Soo Lee, MD¹, Hee-Doo Kyung, MD¹,
Hyuk-Jae Chang, MD², Young-Seok Cho, MD², Tae-Jin Youn, MD²,
Woo-Young Chung, MD², In-Ho Chae, MD² and Dong-Joo Choi, MD²

¹Department of Cardiology, Armed Forces Capital Hospital, Sungnam,

²Division of Cardiology Cardiac Center, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The beneficial effects of systemic thermal therapy such as taking a hot tub or sauna have been described for patients with cardiovascular disease. Despite such positive effects, there is still concern over the safety of these procedures. Half-body immersion has recently been widely used as an alternative to achieve the same benefit, and it is better tolerated than conventional whole-body immersion (WBI). However, there has been no study that has clarified the cardiovascular effect of half-body immersion (HBI). **Subjects and Methods :** We asked 13 healthy men (age : 20 to 27 years) to immerse themselves to the shoulder level on day 1) and to the umbilical level on Day 2 for 20 minutes in a hot tub, respectively (temperature : 39.0 to 41.0°C). Changes of skin (T_{sk}) and esophageal temperature (T_{Eo}), hemodynamic and autonomic responses, and symptom scale were measured during the immersion. **Results :** All the volunteers were compliant and there were no adverse events. During immersion, the T_{Eo} increased continuously with each methods, but 10 minutes after immersion the T_{Eo} for the WBI patients was higher ($p=0.03$). The heart rate (HR) increased and the diastolic blood pressure decreased for both conditions. In contrast to HBI, the ejection fraction (EF) ($p=0.10$), and cardiac output (CO) ($p=0.005$) increased continuously for WHI. Among the HRV parameters, the values for the low-to-high frequency ratio ($p=0.03$) increased significantly with WHI after 10 minutes. The symptom scale during ($p=0.01$) and immediate after immersion in the hot tub ($p=0.005$) was better for HBI. **Conclusion :** Core temperature, echocardiographic systolic parameters and sympathetic activity were increased more slowly for HBI compared to WBI. This suggests that HBI could be a safer alternative for systemic thermal therapy for the patients with cardiovascular disease. (Korean Circulation J 2004;34(12):1202-1209)

KEY WORDS : Baths ; Body temperature ; Cardiovascular physiologic phenomena ; Autonomic nervous system.

논문접수일 : 2004년 8월 17일

수정논문접수일 : 2004년 9월 20일

심사완료일 : 2004년 10월 22일

교신저자 : 장혁재, 463-707 경기도 성남시 분당구 구미동 300 서울대학교 의과대학 분당서울대학병원 심장센터 심장내과학교실
전화 : (031) 787-7024 · 전송 : (031) 787-4051 · E-mail : hjchang@snuh.org

서 론

다양한 질환의 치료에 이용되는 전신 온열 치료(systemic thermal therapy)는 말초 혈관의 확장을 유발하여 혈관 저항을 감소시키고 혈액순환을 원활하게 하며 심장 후부하를 줄여 줌으로써 심장 기능 향상에도 도움을 줄 수 있음이 알려져 있다.¹⁻⁴⁾ 특히 심부전과 같이 심장의 기능저하와 그에 따른 이차적인 말초혈관 수축이 병태생리에 중요한 역할을 하는 질환에 있어서 혈액학적 지표, 증상, 및 내피 세포의 기능을 개선할 뿐 아니라,⁵⁻⁹⁾ 당뇨병, 고혈압, 비만, 고지혈증과 같은 대사성 질환과 흡연에 의한 혈관 내피세포 기능장애에도 효과가 있음이 보고된 바 있다.¹⁰⁾¹¹⁾

이와 같은 전신 온열 치료 방법으로는 전신 온욕, 사우나, 신체 일부에 온-냉욕을 반복하는 방법 등이 고안되어 효과를 보고하고 있으나⁸⁻¹¹⁾ 심혈관계 환자의 대부분이 만성 질환으로 장기간, 반복적인 치료가 필요하다는 점과 안전성 등을 고려할 때 가정에서 쉽고 편리하게 이용하기는 어렵다.¹²⁻¹⁶⁾

최근 매스컴에 소개 후 널리 이용되고 있는 반신욕(half-body immersion)은 특별한 장비 없이 가정에서 쉽게 할 수 있다는 점에서 유용한 온열 치료 방법일 수 있으나 반신욕을 포함한 부분욕에 대한 심혈관계 반응, 안전성 및 그 효과에 연구 결과는 전무한 실정이다. 이에 저자 등은 먼저 정상 성인에서 반신욕시 혈액학적 및 자율신경계의 변화와 안전성을 전신욕과 비교 평가함으로써 반신욕을 심혈관계 환자의 치료에서 적용할 수 있을지 여부를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

대 상

연구는 과거력상 심혈관계 질환이나 증상이 없는 건강한 자원자를 대상으로 하였다. 사전에 혈액, 소변 검사, 심전도, 심초음파를 실시하였고 이상 소견이 있는 경우 대상에서 제외하였다. 최종적으로 13명이 연구에 참여하였으며 성별은 모두 남자로 평균 연령은 21.8±1.7세였다. 모든 피험자에게 연구의 목적 및 과정에 대해 충분히 설명하였으며 자발적인 동의를 얻은 후 연구를 진행하였다(Table 1).

Table 1. Subject characteristics

Age (yr)	21.8 ± 1.7
Height (cm)	172.3 ± 4.4
Weight (kg)	66.8 ± 6.2
BSA (m ²)	1.78 ± 0.09
BMI (kg/m ²)	22.5 ± 2.1

Values are means ± SD. BSA: body surface area, BMI: body mass index

방 법

모든 피험자에서 연구 1일째 전신욕과 2일째 반신욕을 동일한 시간에 각 20분간 시행하였다.

앉은 자세에서 목조의 물의 높이는 전신욕과 반신욕시 각각 어깨 및 배꼽높이로 하였으며 물의 온도는 39~41°C 범위에서 일정하게 유지하였다. 실내온도 및 습도는 각각 26.3±0.7°C, 63.1±6.7%로 유지하였다.

피험자는 연구 시작 전 수영복 착용후 중심 체온계를 식도에 삽입한 상태에서 15분간 안정을 취한뒤 검사를 시행하였다. 안정시 및 입욕중 체온, 혈압, 맥박을 5분마다 측정하였으며 10분 간격으로 45도 정도 경사가 있는 욕조에 기대어 입수한 상태로 심초음파 및 생활 심전도를 시행하였다.

입욕 전과 입욕중 10분마다 증상의 척도를 4단계로 나누어(0 : 증상 없음, 1 : 경도의 불편감, 2 : 중등도의 불편감, 3 : 고도의 불편감) 기술케 하였으며 기타 증상(두통, 흉부 압박감, 현기증, 호흡 곤란 등)의 유무 및 입욕 직 후 피험자를 기립시켜 어지럼증의 정도(경도, 중등도, 실신)를 조사하였다.¹⁷⁾

측정 방법

피부 체온(T_{sk})은 체온계(model 409JG, Yellow Springs Instruments, Ohio)를 4곳에(chest, forearm, thigh, calf) 부착하여 측정후 다음과 같은 공식에 의해 계산하였다: $T_{sk}=0.3(T_{chest}+T_{forearm})+(T_{thigh}+T_{calf})$.¹⁸⁾

중심 체온은 피험자 신장의 1/4 깊이로 식도 중심체온계(model 401JG, Y Yellow Springs Instruments, Ohio)를 삽입한 후 15분간 안정 후 측정하였다.

혈압 및 맥박은 자동 혈압 측정기구(BSM-2301K, Nihon Kohden, Tokyo, Japan)를 통해서 좌측 상완에서 측정하였으며 심초음파(Vivid 7, GE Medical System, Horten, Norway)를 통해 입수 중 10분 간격으

로 좌심방, 좌심실의 크기 및 기능을 측정하였고 좌심실 구혈률(%), 심박출량(L/min) 및 simplified method를 통해 좌심실 부하(wall stress, kPa)를 구하였다: wall stress=(pressure×radius)/(2×wall thickness).¹⁹⁾

생활 심전도(Aria®, Del Mar Medical, Irvine, California)는 중심 체온계의 식도 삽입 후 15분간 안정시킨 후 15분 동안 측정을 시작하였으며 분석 Software (Impresario Holter Analysis system MV8501AQ, Del Mar Medical, Irvine, California)를 이용하여 입욕 전, 입욕중 10분 간격으로 분석하였다. 주파수 영역 분석은 저주파수 영역(low frequency : 0.04~0.15 Hz), 고주파 수 영역(high frequency : 0.15~0.4 Hz)에 대한 스펙트럼 밀도 값(power spectral density, msec²)을 산출하였으며 시간 분석은 mean RR(mean of all coupling intervals between normal beats), SDNN (standard deviation of all normal R-R intervals over 10 minutes), pNN50(percent of differences between adjacent normal RR intervals more than 50 ms during 10 minutes), rMSSD(square root of the mean squared differences of successive NN intervals) 지표를 분석하였다.

통계 분석

모든 결과는 평균±표준편차로 표시하였으며 통계 분석은 SPSS 10.0 for Windows(SPSS, Chicago, IL) 프로그램을 이용하였다. 연속성 자료에 대해서는 Student's 2-tailed *t* test 및 paired *t* test를 시행하였으며 시간에 따른 변화를 알아보기 위해 Repeated mea-

sure를 통한 분산 분석을 이용하였다. *p*값이 0.05 미만을 통계적으로 유의한 것으로 정의 하였다.

결 과

피부 및 중심 체온의 변화

피부 체온은 양군 모두 입욕직후 급격히 상승한 후 입욕 5분 후부터는 일정하게 유지되었으나 상승 정도는 전신욕 군(33.1±0.8, 39.4±0.9, 39.6±0.7, 39.7±0.7, 39.4±0.8°C at baseline, 5, 10, 15, 20 minutes after immersion)이 반신욕 군(33.4±0.9, 38.1±0.9, 38.3±0.9, 38.2±0.9, 38.2±0.7°C at baseline, 5, 10, 15, 20 minutes after immersion)에 비해 두드러진 양상을 보였다(*p*=0.001). 반면 중심 체온은 입욕 10분 경과 후부터는 전신욕 군(36.3±0.5, 36.7±0.5, 37.4±0.7, 37.8±0.7, 37.9±0.8°C at baseline, 5, 10, 15, 20 minutes after immersion)에서 반신욕 군(36.4±0.3, 36.8±0.5, 37.1±0.5, 37.3±0.6, 37.3±0.5°C at baseline, 5, 10, 15, 20 minutes after immersion)에 비해 급격하게 상승하였다(*p*=0.03) (Fig. 1).

혈역학적 변화

양군 모두에서 입욕 후 시간이 경과함에 수축기 혈압(123.8±9.6 vs 122.5±11.7, 121.2±14.2 vs 119.7±12.8, 121.5±14.6 vs 120.3±11.3, 121.7±13.1 vs 123.3±14.5, 122.8±11.9 vs 120.4±10.9 mmHg at baseline, 5, 10, 15, 20 minutes after immersion)은 큰 변화를 보이지 않은 반면 이완기 혈압(70.0±11.3

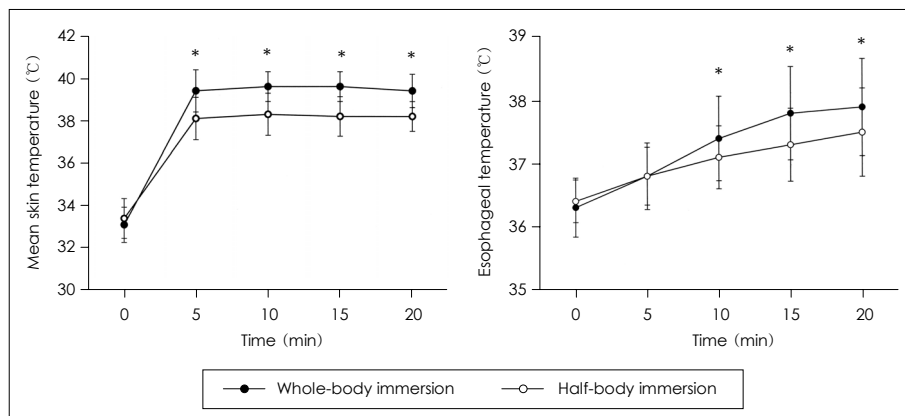


Fig. 1. Temporal changes of skin and esophageal temperature during thermal stress. *: *p*<0.05, between two groups.

vs 70.5 ± 7.5 , 63.8 ± 5.6 vs 61.9 ± 9.3 , 57.8 ± 6.6 vs 57.2 ± 10.4 , 55.9 ± 8.3 vs 54.0 ± 9.8 , 54.0 ± 6.9 vs 53.4 ± 8.7 mmHg at baseline, 5, 10, 15, 20 minutes after immersion)은 통계적으로 유의하지는 않았으나 감소하였다($p=0.76$). 맥박수(71.1 ± 12.6 vs 71.8 ± 14.1 , 90.1 ± 20.1 vs 84.7 ± 18.6 , 101.2 ± 20.6 vs 91.2 ± 20.3 , 104.3 ± 20.2 vs 92.1 ± 17.8 , 109.5 ± 20.4 vs 95.9 ± 18.1 beat/min at baseline, 5, 10, 15, 20

minutes after immersion)는 전신욕 군에서는 지속적으로 상승하는 반면 반신욕 군에서는 초기의 맥박수 상승 정도 입욕 10분 후부터 감소되면서 양 군간의 맥박수 차이가 시간이 지남에 따라 증가하였다($p=0.01$ after 10 minutes) (Fig. 2).

심장 용적 및 좌심실 기능의 변화

입욕 전후 체중의 변화는 전신욕(66.8 ± 6.2 , $66.7 \pm$

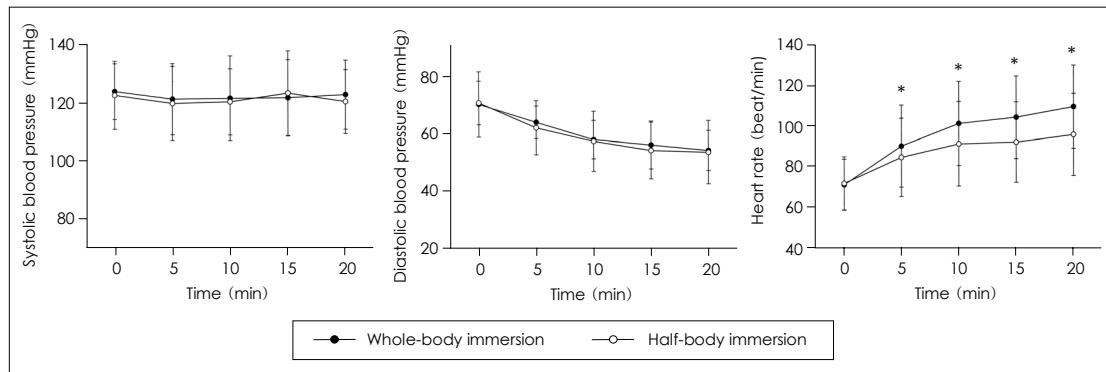


Fig. 2. Comparison of hemodynamic changes during thermal stress. *: $p < 0.05$, between two groups.

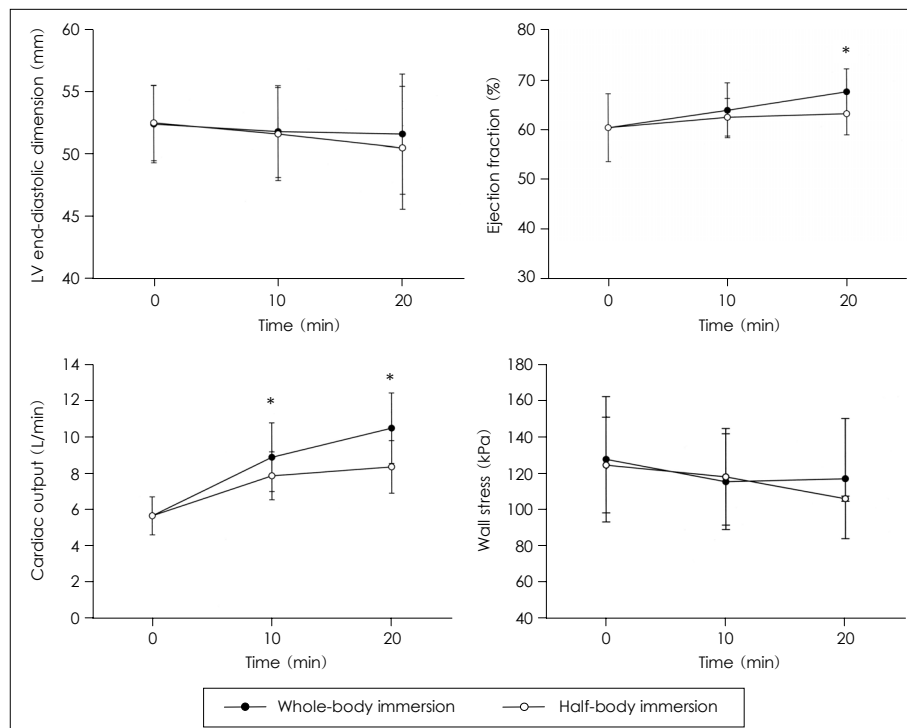


Fig. 3. Changes of echocardiographic parameters during thermal stress. *: $p < 0.05$, between two groups.

6.3 kg)과 반신욕(66.8±6.2, 66.5±6.3 kg) 양군간에 차이는 없었다(p=0.19).

심초음파를 통해 측정된 좌심실 벽의 두께(16.3±1.8 vs 16.3±1.8, 16.5±1.7 vs 16.4±1.4, 16.2±2.4 vs 17.1±1.9 mm at baseline, 10, 20 after immersion, p=0.67), 이완기 말 좌심실 용적(52.5±3.1 vs 52.5±3.0, 51.8±3.7 vs 51.6±3.9, 51.6±4.8 vs 50.5±5.2 mm at baseline, 10, 20 after immersion, p=0.76) 및 좌심방의 크기(34.4±3.5 vs 34.4±3.4, 35.0±3.6 vs 33.3±4.1, 35.6±3.5 vs 34.8±3.3 mm at baseline, 10, 20 after immersion, p=0.48)은 양군 모두에서 입욕 중 변화를 보이지 않았다. 좌심실 구혈률(p=0.10)과 분당 심박출량(p=0.005)은 양군 모두 입욕 후 시간이 경과함에 따라 증가하였고 10분 후부터 두군 사이에 차이를 보였다. 반신욕시 좌심실 벽 부하는 전신욕과 달리 입욕시간이 경과함에 따라 오히려 감소되었으나 통계적인 유의성은 없었다(p=0.64) (Fig. 3).

증상 척도의 변화

주관적 증상은 입욕 5분 이후부터 두군간에 차이를 보이기 시작하였으며 시간이 지남에 따라 증가하였다

(p=0.01) (Fig. 4). 입욕 종료후 기립시 양군에서 모두 실신한 예는 없었으나 중등도 이상의 현기증이 전신욕군의 6예(46.1%)에서 있었던 반면 반신욕군에서는 가벼운 현기증 4예(30.7%)만이 관찰되었다(p=0.005).

자율 신경계의 변화

시간 분석상 양군 모두에서 교감신경계의 항진 소견이 관찰되었으나 평균 맥박수(p=0.01) 및 평균 R-R

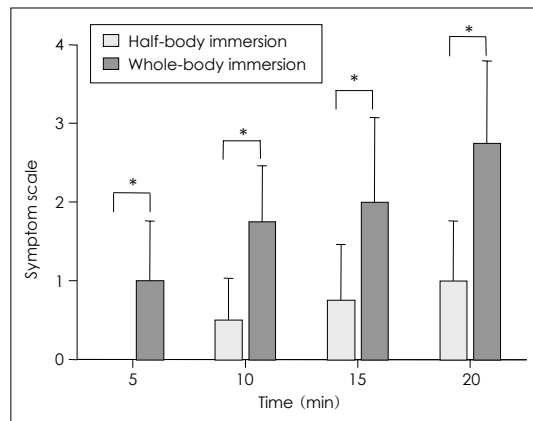


Fig. 4. Comparison of subjective symptom scales during thermal stress. *: p<0.05, between two groups.

Table 2. Comparison of autonomic response during thermal stress

	Condition	Baseline	10 min	20 min
Mean HR	WBI	75.0± 16.9	84.5± 20.5	102.6± 20.2*
	HBI	75.6± 13.4	79.9± 17.1	92.1± 19.6
Mean RR	WBI	841.5±177.1	757.8±173.5*	610.0±118.5*
	HBI	819.9±120.7	783.9±131.3	677.2±118.2
SDNN	WBI	72.6± 26.5	89.3± 24.7	43.1± 29.4
	HBI	72.3± 27.8	90.5± 21.3	48.2± 21.3
rMSSD	WBI	50.1± 19.5	41.7± 16.4	30.8± 23.0
	HBI	44.5± 15.9	40.7± 16.8	27.4± 10.3
pNN50	WBI	25.9± 16.4	17.8± 14.3	6.5± 8.9
	HBI	18.5± 13.2	16.4± 14.3	6.3± 5.7
Ln LF	WBI	6.8± 1.1	7.1± 0.9	6.0± 1.7
	HBI	7.2± 0.9	6.8± 0.7	5.9± 1.5
Ln HF	WBI	6.5± 1.3	6.1± 0.8	4.7± 1.5
	HBI	6.5± 1.1	5.9± 0.9	4.7± 1.6
Ln HF/LF	WBI	0.3± 0.6	0.9± 0.4	1.3± 0.7*
	HBI	0.9± 0.7	0.9± 0.6	1.2± 0.7

Values are means±SD. *: p<0.05, between two groups. WBI: whole body immersion, HBI: half-body immersion, Mean HR: mean heart rate, Mean RR: mean of all coupling intervals between normal beats, SDNN: standard deviation of all normal R-R intervals over 10 minutes, rMSSD: square root of the mean squared differences of successive NN intervals, pNN50: percent of differences between adjacent normal RR intervals more than 50 ms during 10 minutes, Ln: natural logarithm, HF: the power spectrum of high frequency, LF: the power spectrum of low frequency

간격($p=0.01$) 만이 양 군간의 차이를 보였다. 주파수 분석상에서는 저주파수에 대한 고주파수의 비가 입욕 10분 이후 양군간에 의미 있는 차이를 보였다($p=0.03$) (Table 2).

고 찰

전신 온열 치료(systemic thermal therapy) 또는 수 치료(Hydrotherapy)는 과거부터 근육이나 관절의 재활 치료 등 다양한 질환의 치료에 널리 이용되고 있으며 심혈관계 환자에 있어서도 사우나, 신체 일부에 온-냉욕을 반복하는 방법 등이 고안되어 그 효과를 보고하고 있다.⁸⁻¹¹⁾

사우나나 온욕 등의 온열 요법은 또한 심부전과 같은 심장의 기능저하와 그에 따른 이차적인 말초혈관 수축이 병태생리에 중요한 역할을 하는 질환에서 말초 혈관을 확장시켜 전부하 및 후부하의 감소와 심구혈력의 향상을 통한 심박출량의 증가를 통해 혈액학적 지표 및 증상을 호전시켜 준다고 알려져 있다.⁵⁻⁹⁾ 그 외에도 혈관 내피세포 기능장애에 연관되어 동맥 경화가 유발되는 당뇨병, 고혈압, 비만, 고지혈증과 같은 대사성 질환과 흡연에 있어서도 내피 세포의 기능 향상을 통해 동맥 경화의 진행을 막을 수 있는 방법으로 제시된 바 있다.¹⁰⁾¹¹⁾

이러한 효과는 온열 치료 후 혈관 확장을 통한 shear stress가 증가되고 이로 인해 endothelial nitric oxide synthase 단백질 및 mRNA가 발현 증가되는 양상을 보이는 점으로 보아 Nitric oxide의 증가가 중요한 역할을 할 것으로 추정되나 아직 정확한 기전은 불분명하다.²⁰⁻²³⁾

온열 치료의 여러 잇점에도 불구하고 심혈관 질환자에서 전신 온욕시 안전성에 대한 우려가 남아있으며 이에 심혈관계 변화와 이에 따른 안전성에 대한 연구는 여러 차례 보고된 바 있다.²⁴⁾ 고혈압 환자를 대상으로 한 연구에서 입욕시간이 10분 정도 까지는 안전하며, 관상동맥 질환 환자에서의 연구에서도 40°C에서 15분 정도는 안전한 것이라고 보고된 바 있다. 또 다른 연구에서는 40°C 이하의 온욕은 심혈관계에 부작용이 적을 것으로 보고하였다.¹⁴⁾¹⁵⁾²⁵⁾ 하지만 이들 연구에서 또한 공통적으로 온욕 후 기립성 저혈압은 주의해야할 문제로 언급하고 있다.¹⁴⁾²⁵⁾

안전성과 접근성에 대한 제한점을 극복할 수 있다는 점에서 최근 메스컴등에 소개된 후 각광받고 있는 전신

온열 치료 방법 중 반신욕(half-body immersion)은 일본인 의사인 신도 요시하루가 하반신의 부분 온욕이 여러 질병치료에 효과적이라 주장한데 근거한 것으로 특별한 장비 없이 가정에서 쉽게 할 수 있다는 점과 심장 후부하를 줄여 줄 수 있어 전신욕과 같은 효과를 기대할 수 있다는 점에서 유용한 온열 치료 방법일 수는 있다. 기존의 연구 결과에서도 전신욕은 반신욕이나 사우나에 비해 혈압의 변화나 심근 산소 소모량이 크다고 알려져 있고 특히 심근 경색 환자를 대상으로 한 연구에서는 오히려 사우나에서 다른 방법에 비해 심근 허혈의 빈도가 증가될 수 있음을 보고하였다.¹³⁾²⁶⁾ 하지만 반신욕에 대한 심혈관계 반응, 안전성 및 그 효과에 연구 결과는 사실상 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 전신욕과 비교하여 반신욕의 안전성에 대해 알아보 고자 하였다.

본 연구 결과에서 보면 전신욕시 중심체온 및 맥박수, 좌심실 구혈률과 심박출량은 입욕 경과시간에 따라 지속적으로 증가되었으며 이완기 혈압은 감소하는 양상을 보였다. 반면 반신욕의 경우 입욕 10분이 경과후 부터는 상승의 폭이 둔화되고 비교적 일정하게 유지 되는 양상을 보였으며 심실 벽 부하는 전신욕과 달리 반신욕에서 오히려 감소하는 양상을 보였다. 입욕 전후 두 군간의 체중 변화 및 이완기 말 좌심실 용적은 차이가 없었고 이는 입욕 후 체액의 손실은 두 군간에 차이가 없었다는 것을 나타내주는 지표로 두 방법에서 땀배출로 인한 수분 손실은 비슷하였음을 간접적으로 보여 준다 하겠다.

양 군간의 차이는 전신욕에서의 흉곽에 대한 직접적인 수압으로 인해 혈류의 재분포가 이루어짐으로써 우심방 압의 증가 및 전 부하 증가가 심 박출량의 지속적인 상승을 야기했을 가능성이 있고¹³⁾²⁷⁾ 이로 인해 심장에 과부하가 초래될 수 있어 특히 심혈관계 환자등에 적용시 수위의 조절은 중요한 문제로 생각된다.

온열 치료 중에는 단순한 혈액학적 변화뿐 아니라 교감 신경계의 항진, norepinephrine, renin 뿐 아니라 갑상선 호르몬과 성장호르몬의 분비가 증가됨이 보고된 바 있다.²⁰⁻²²⁾²⁸⁾ 본 연구에서도 자율 신경계의 변화를 알아 보고자 입욕 중 생활심전도를 통해 시간 및 주파수 분석을 실시한 결과 시간 분석상 양 군 모두에서 교감 신경계의 활성화되는 양상을 보였으나 양군간 의미 있는 차이는 없었다. 주파수 분석에 있어서는 Nagasawa 등²⁹⁾의 전신욕을 시행한 연구에 의하면 젊은

군에서 부교감신경 향진의 지표인 고주파수의 빈도는 입수 후 지속적으로 감소하고 교감 신경 향진의 지표인 저주파수에 대한 고주파수의 비율은 증가한다고 알려져 있다. 본 연구에서도 전신욕의 경우 기존의 연구와 비슷하였으며 저주파수에 대한 고주파수의 비율이 전신욕 군에서 기저치에 비해 입욕 10분 경과 후부터 반신욕 군에 비해 유의하게 상승되는 소견을 보였다. 이는 전신욕 시 반신욕에 비해 부교감 신경에 대한 교감 신경계의 상대적인 활성화 정도가 심하다는 것을 시사한다 하겠다.

본 연구에서 모든 지원자들은 연구를 끝까지 수행하였으며 저혈압, 부정맥, 탈진 등의 주요한 부작용은 나타나지 않았다. 입욕 중에는 전신욕의 경우 10분 이상 경과되면서 흉부 압박감, 현기증 등 불편감이 증가되었고 반면 반신욕의 경우는 증상의 빈도가 유의하게 낮았으며 대체로 편안한 상태로 20분 동안 입욕이 가능하였다. 20분간의 입욕종료후 갑작스러운 자세 변화시에도 중등도 이상의 현기증이 전신욕 군의 6예(46.1%)에서 있었던 반면 반신욕 군에서는 가벼운 현기증 4예(30.7%)만이 관찰되었고 심 박동수의 증가도 전신욕군에서 135.5 ± 20.5 /분으로 반신욕 군 127 ± 13.9 /분보다 크게 나타났다. 이러한 소견으로 보아 전신욕과 반신욕의 차이는 수위와 관련이 있으며 또한 교감 신경계의 향진 정도가 관여할 것으로 판단된다.

결론적으로 반신욕은 전신욕에 비해 혈액동학적 변화가 완만하며 교감신경계의 향진 정도가 낮아 심혈관계 부하가 적은 방법이었으며 심혈관계 질환의 재활 치료에 도움이 된다고 알려져 있는 온열 치료 중 하나로 보다 안전한 방법으로 생각된다.

Study limitation

본 연구는 대다수의 심혈관계 환자에 비해 상대적으로 젊고 건강한 성인을 대상으로 하였으며 따라서 다양한 약제를 복용하고 있는 고령환자의 경우에도 동일한 심혈관계 반응과 안전성을 보이는지 여부에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 사료된다.

요 약

배경 및 목적:

심장 질환 환자에서의 온열 치료는 혈액학적 지표, 임

상적인 증상, 심장 및 혈관 내피세포 기능을 향상시킬 수 있다고 알려져 있다. 이러한 잇점에도 불구하고 환자에서의 적용은 안전성에 대한 우려가 있는 상태로, 최근 반신욕의 경우는 전신욕과 비슷한 효과를 가지면서 보다 안전하고 편안하게 이용할 수 있는 방법으로 생각되고 있다. 하지만 현재까지 반신욕의 혈액학적 및 심장 기능에 변화에 대한 연구는 없었고 이에 본 저자들은 반신욕과 전신욕의 심장 기능 및 자율 신경계의 변화를 살펴 봄으로써 반신욕의 유용성과 안전성에 대해 알아 보고자 하였다.

방 법:

대상군은 13명의 지원자(age range, 20 to 27 years; mean BSA 1.7 m^2 , mean BMI 22.5 kg/m^2)였고, 전신욕은 어깨 높이로 반신욕은 배꼽 높이로 시행하였다. 검사 중 물의 온도는 $39 \sim 41^\circ\text{C}$ 로 유지하였고 20분 입수 시간 동안 피부 및 식도 중심 온도, 혈액학적인 변화, 심초음파를 통한 심장 기능의 변화, 증상의 변화 및 자율 신경계의 변화를 5~10분 간격으로 측정하였다.

결 과:

식도 중심 체온은 두 군 모두 지속적으로 상승하는 양상이었으며 전신욕 군의 경우 10분 이후 급격한 양상으로 증가되었다. 입수 동안 심 박동수는 증가되었으며 이완기 혈압은 감소되었다. 증상은 전신욕 군의 경우가 반신욕 군에 비하여 심하게 나타났으며 $p=0.01$) 입수 직후 기립시 증상도 전신욕 군에서 많이 나타났으며($p=0.005$). 심초음파를 통한 수축기능의 변화에서는 반신욕 군의 경우 심구혈율($p=0.10$), 심박출량($p=0.005$)이 10분까지 증가되다가 10분 이후 유지되었지만 전신욕 군은 지속적으로 상승하였다. 자율 신경 기능 평가를 위한 심박동 변이 분석상 저주파수에 대한 고주파수의 빈도의 비율이 전신욕 군에서 높았다($p=0.03$).

결 론:

결론적으로 반신욕은 전신욕에 비해 혈액동학적 변화가 완만하며 교감신경계의 향진 정도가 낮아 심혈관계 부하가 적은 방법이었으며 심혈관계 질환의 재활 치료에 도움이 된다고 알려져 있는 온열 치료 중 하나로 보다 안전한 방법으로 생각된다.

중심 단어: 온욕; 체온; 심혈관계의 변화; 자율 신경 기능.

REFERENCES

- 1) Tei C, Horikiri Y, Park JC, Jeong JC, Chang KS, Toyama Y, Tanaka N. *Acute hemodynamic improvement by thermal vasodilation in congestive heart failure. Circulation* 1995; 91:2582-90.
- 2) Biro S, Masuda A, Kihara T, Tei C. *Clinical implications of thermal therapy in lifestyle-related diseases. Exp Biol Med* 2003;228:1245-9.
- 3) Miwa C, Matsukawa T, Iwase S, Sugiyama Y, Mano T, Sugenoya J, Yamaguchi H, Kirsch KA. *Human cardiovascular responses to a 60-min bath at 40 degrees C. Environ Med* 1994;38:77-80.
- 4) Kirsch KA, Rocker L, von Ameln H, Hrynyschyn K. *The cardiac filling pressures following exercise and thermal stress. Yale J Biol Med* 1986;59:257-65.
- 5) Kaiser L, Spickard RC, Olivier NB. *Heart failure depresses endothelium-dependent responses in canine femoral artery. AM J Physiol* 1989;256:H962-7.
- 6) Kubo SH, Rector TS, Bank AJ, Williams RE, Heifetz SM. *Endothelium-dependent vasodilation is attenuated in patients with heart failure. Circulation* 1991;84:1589-96.
- 7) Tei C, Tanaka N. *Thermal vasodilation as a treatment of congestive heart failure: a novel approach. J Cardiol* 1996; 27:29-30.
- 8) Michalsen A, Ludtke R, Buhning M, Spahn G, Langhorst J, Dobos GJ. *Thermal hydrotherapy improved quality of life and hemodynamic function in patients with chronic heart failure. Am Heart J* 2003;146:E11.
- 9) Kihara T, Biro S, Imamura M, Yoshifuku S, Takasaki K, Ikeda Y, Otuji Y, Minagoe S, Toyama Y, Tei C. *Repeated sauna treatment improves vascular endothelial and cardiac function in patients with chronic heart failure. J Am Coll Cardiol* 2002;39:754-9.
- 10) Hooper PL. *Hot-tub therapy for type 2 diabetes mellitus. N Eng J Med* 1999;341:924-5.
- 11) Imamura M, Biro S, Kihara T, Yoshifuku S, Takasaki K, Otuji Y, Minagoe S, Toyama Y, Tei C. *Repeated sauna treatment improves vascular endothelial and cardiac function in coronary risk factors. J Am Coll Cardiol* 2001;38:1083-8.
- 12) Luurila OJ. *Cardiac arrhythmias, sudden death and the Finnish sauna bath. Adv Cardiol* 1978;25:73-81.
- 13) Johnston BL, Watt EW, Fletcher GF. *Oxygen consumption and hemodynamic and electrocardiographic responses to bathing in recent post-myocardial infarction patients. Heart Lung* 1981;10:666-71.
- 14) Allison TG, Reger WE. *Comparison of responses of men to immersion in circulation water at 40.0 and 41.5°C. Aviat Space Environ Med* 1998;69:845-50.
- 15) Shin TW, Wilson M, Wilson TW. *Are hot tubs safe for people with treated hypertension? CMAJ* 2003;169:1265-8.
- 16) Hannuksela ML, Ellahham S. *Benefits and risks of sauna bathing. Am J Med* 2001;110:118-26.
- 17) Hashiguchi N, Ni F, Tochihara Y. *Effects of room temperature on physiological and subjective responses during whole-body bathing, half-body bathing and showering. J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2002;21:277-82.
- 18) Ramanathan NL. *A new weighting system for mean surface temperature of the human body. J Appl Physiol* 1964;19: 531-3.
- 19) Fifer MA, Grossman W. *Measurement of ventricular volumes, ejection fraction, mass, wall stress, and regional wall motion. In: Baim D, Grossman W, editor. Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention. 5th ed. Baltimore; Williams & Wilkins;1996. p.315-31.*
- 20) Leppaluoto J, Tuominen A, Vaananen A, Karpakka J, Vuori J. *Some cardiovascular and metabolic effects of repeated sauna bathing. Acta Physiol Scand* 1986;128:77-81.
- 21) Kukkonen-Harjula K, Oja P, Lausyiola K, Vuori I, Jolkkonen J, Siitonen S, Vapaatalo H. *Haemodynamic and hormone responses to heat exposure in a Finnish sauna bath. Eur J Applied Physiol* 1989;58:534-50.
- 22) Masuda A, Niyata M, Kihara T, Minagoe S, Tei C. *Repeated sauna therapy reduces urinary 8-epi-prostaglandin F_{2α}. Jpn Heart J* 2004;45:297-303.
- 23) Iketa Y, Biro S, Kamogawa Y, Yoshifuku S, Eto H, Orihara K, Kihara T, Tei C. *Repeated thermal therapy upregulates arterial endothelial nitric oxide synthase expression in Syrian golden hamsters. Jpn Circ J* 2001;65:434-8.
- 24) Turner B, Pennefather J, Edmonds C. *Cardiovascular effects of hot water immersion (suicide soup). Med J Aust* 1980;2: 39-40.
- 25) Allison T, Miller TD, Squires RW, Gau GT. *Cardiovascular responses to immersion in a hot tub in comparison with exercise in male subjects with coronary artery disease. Mayo Clin Proc* 1993;68:19-25.
- 26) Echt M, Lange L, Gauer OH. *Changes of peripheral venous tone and central transmural venous pressure during immersion in a thermo-neutral bath. Pflugers Arch* 1974;352:211-7.
- 27) Arborelius M Jr, Ballidin UI, Lilja B, Lungren CE. *Hemodynamic changes in man during immersion with head out above water. Aerosp Med* 1972;43:592-8.
- 28) Koska J, Rovensky J, Zimanova T, Vigas M. *Growth hormone and prolactin responses during partial and whole body warm-water immersions. Acta Physiol Scand* 2003;178:19-23.
- 29) Nagasawa Y, Komori S, Sato M, Tsuboi Y, Umetani K, Watanabe Y, Tamura K. *Effects of hot bath immersion on autonomic activity and hemodynamics: comparison of the elderly patient and the healthy young. Jpn Circ J* 2001;65:587-92.