

온열요법이 전이부의 표층부 혈류량과 피부 온도에 미치는 영향

강릉대학교 치과대학 구강내과 · 진단학교실

김수범 · 김영준 · 김 철 · 박문수

본 연구는 온열요법이 표층부 혈류량과 피부 온도에 미치는 영향을 평가하기 위해, 건강한 성인 20명(남성: 10명, 여성: 10명)을 대상으로 습열요법과 초음파요법 적용전후의 전이부 표층부 혈류량과 피부 온도를 각각 laser doppler flowmetry와 접촉식온도계를 사용하여 측정함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 습열요법과 초음파요법 모두에서, 표층부 혈류량과 피부 온도는 적용전보다 적용후에 유의하게 증가하였다.
2. 습열요법을 시행한 경우, 초음파요법에 비해 적용직후 표층부 혈류량과 피부 온도의 증가량이 유의하게 더 컸으며, 증가된 상태도 더 오래 유지되었다.
3. 온열요법 적용전 표층부 혈류량과 피부 온도는 남성이 여성에 비해 더 높았다.
4. 온열요법 적용전후 표층부 혈류량과 피부 온도의 변화량은 남녀간의 유의한 차이가 없었다.

주제어 : 습열요법, 온열요법, 전이부, 초음파요법, 표층부 혈류량, 피부 온도

I. 서 론

물리치료는 근골격계 장애 환자의 생리적 기능의 회복과 동통 완화를 목적으로 사용되는 일련의 보조요법으로써, 구강악안면영역에서 접할 수 있는 대표적인 근골격계 장애인 측두하악장애(temporomandibular disorder)의 성공적 치료에 있어서도 중요한 부분을 차지하고 있다. 측두하악장애에 일반적으로 사용되고 있는 물리치료법에는 온열요법(heat therapy), 냉각요법(cryotherapy), 이온삼투요법(iontophoresis), 갈바닉 전기자극치료(electrogalvanic stimulation therapy), 경피성 전기신경자극요법(trans-cutaneous electrical nerve stimulation), 침술(acupuncture) 및 레이저요법(laser therapy) 등이 있다¹⁻³⁾.

여러 가지 물리치료법 중 온열요법은 측두하악장애

에 가장 많이 사용되는 치료법 중 하나로, Barret 등²⁾은 온열요법을 적용 심도에 따라 표층열 요법과 심부열 요법으로 구분하였는데, 대표적인 표층열 요법으로는 습열요법(moist heat therapy)이 있으며, 대표적인 심부열 요법으로는 초음파요법(ultrasound therapy)이 있다. 생체 조직에 열을 가하게 되면 해당 조직의 온도 상승과 함께 교원 조직의 신장성(extensibility) 증가, 혈류량 증가, 세포막 투과성(permeability) 증가 등의 생리적 반응이 나타나며, 관절의 뻣뻣함(stiffness) 감소, 통증 완화, 근경련(muscle spasm) 완화, 염증 감소 등의 효과가 나타난다고 보고 되고 있다⁴⁾.

습열요법은 약 65-75°C 정도의 온습포를 이용하여 환부뿐만 아니라 반대측까지도 넓게 적용시킴으로써 조직의 온도를 상승시키는 치료법으로 1회에 10-15분씩 1일에 3-4회 시행하여 효과를 얻는 손쉬운 치료 방법이다⁵⁾.

초음파요법은 소리의 진동 중에서 귀에 들리지 않는 1 MHz 정도의 고주파 에너지를 사용하는 것으로, 피하 5 cm 깊이의 심부 조직까지 열을 전달시킬 수 있는 장점이 있다⁶⁾.

교신저자: 박문수

강원도 강릉시 지변동 강릉대학교로 120
강릉대학교 치과대학 구강내과 · 진단학교실
E-mail: mpark@kangnung.ac.kr

원고접수일: 2005-09-23

심사완료일: 2005-12-02

온열요법에 관한 다양한 연구 중, 표층열 요법의 효과에 대한 연구들에서, Robert 등⁷⁾은 습열(moist heat)과 건열(dry heat)이 투열 능력면에서 큰 차이가 없음을 보고하였고, Stanley 등⁸⁾은 습열요법이 측두하악장애 환자의 증상 완화에 효과적이라고 보고하였다. 한편, 측두하악장애 환자들을 대상으로 초음파를 이용한 심부열 요법에 대한 많은 연구들이 있었으나, 그 효과에 대해서는 상반된 결과들이 보고 되었다⁹⁾. Lemann 등¹⁰⁾은 대퇴부 전방에서 습열요법과 초음파요법 적용 전후의 피부 온도를 측정 한 결과, 전반적인 피부 온도의 증가를 보였으며, 특히, 골과 근육의 연결부에서 가장 높은 온도 상승을 나타냈다고 하였고, Borrell 등¹¹⁾은 표층열 요법과 초음파요법을 비교한 연구에서 1.2cm 깊이까지는 초음파요법에 비해 표층열 요법이 온도를 증가시키는데 더 효과적이라고 보고하였다.

그러나 이전의 많은 연구들은 연구 방법상의 여러 문제점들을 가지고 있었는데, 환자들을 대상으로 한 경우 온열요법의 효과를 평가함에 있어, 질환별 진단 기준이 불명확하여 서로 상반된 결과들을 보고 하였으며, 주된 평가 방법으로 사용된 Visual analogue scale(VAS)이나 설문 등은¹¹⁾, 대상자들의 주관적인 답변에 의지한다는 면에서 그 결과의 객관성이 부족하다는 문제점을 가지고 있었다. 이를 보완하기 위해 사용된 압통계(algometer)¹²⁾도 결국은 환자의 주관적인 반응에 의해 좌우된다는 면에서 객관적인 방법으로는 미흡하다고 할 수 있다.

온열요법을 적용하게 되면, 열원에서 발생하는 열의 양과 적용 시간에 비례하여 온도가 증가하게 되고, 증가된 온도는 혈관 확장과 혈액순환을 증가시키고 난 뒤 열이 분산되면서 감소하게 된다¹³⁾. 온열요법의 동통 완화 효과는 이러한 일련의 과정 중에서 증가된 조직의 혈류량에 의해 나타나므로¹⁴⁾, 온열요법의 효과에 대한 객관적인 평가를 위해서는 적용 부위의 피부 온도 변화뿐만 아니라, 혈류량 변화 양상의 관찰이 동반되어야 할 것이다.

본 연구에서는 전이부에 습열요법과 초음파요법을 적용한 뒤, 피부 온도 변화와 함께 표층부 혈류량을 측정함으로써, 온열요법이 전이부의 표층부 혈류량과 피부 온도에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

강릉대학교 치과병원 직원 및 치과대학 학생들 중, 최근 6개월 이내에 측두하악장애 증상이 없었던, 남녀 각 10명씩, 총 20명을 대상으로 하였고, 연령은 만 21세부터 만 34세(평균 27.4 ± 2.84세)까지였다. 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 순환기 장애나 체온에 영향을 줄 수 있는 전신 질환을 가진 사람은 대상에서 제외하였다.

모든 대상자들은 동일한 측정실에서 반상와위(semi-supine position)를 유지하며 실험을 진행하였고, 측정전 15분간의 적응시간을 가졌다.

측정실의 실내 습도는 30-60%, 실내 온도는 24-26℃로 유지하였다.

2. 연구 방법

1) 온열요법의 적용

온열요법은 현재 강릉대학교 치과병원 구강내과에서 측두하악장애 환자에게 통상적으로 적용되는 방법을 사용하였다.

습열요법은 75℃의 물에 1시간 이상 유지된 온습포(Hot Pack Unit, Sam Woo Tr. Co., Seoul, Korea)를 수건으로 감싸고 전이부에 밀착시켜 10분간 시행하였다. 초음파요법은 초음파치료기(Sonodylator 834, SIEMENS, Grasellenbach, Germany)를 사용하여 0.875 MHz의 주파수와 0.8 W/cm²의 강도로 전이부에 10분간 밀착 회전시켜 시행하였다. 초음파 전도매체로 전도 겔(Progel, Da yo Medical Co., Seoul, Korea)을 사용하였다.

각 온열요법은 양측 전이부에 시행하였으며, 두 가지 온열요법 중 한 가지 요법을 적용한 후 하루 이상의 충분한 시간 간격을 가지고 난 뒤 나머지 요법을 적용하여 두 온열요법간의 영향이 없도록 하였다.

2) 전이부 표층부 혈류량과 피부 온도의 측정

전이부 표층부 혈류량의 측정에는 Laser Doppler Flowmetry(LDF; Laser Doppler monitor DRT4, Moor Instruments Inc., Wilmington, USA)를 사용하였고, 전이부 피부 온도의 측정에는 접촉식 온도계(thermocouple; Digital Thermometer Mini LTK, Eurotron Co., Seoul, Korea)를 사용하였는데, 측정

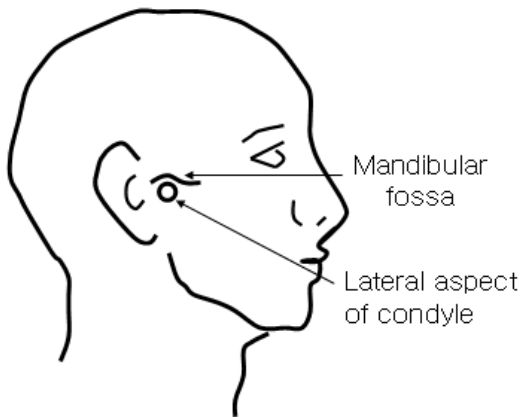


Fig. 1. Recording site for cutaneous blood flow and skin temperature: lateral aspect of condyle

부위는 하악와(mandibular fossa) 하방의 하악 과두 외측면(lateral aspect of condyle)을 촉진하여 결정하였다(Fig. 1).

LDF와 온도계의 탐침(probe)을 외과용 테이프로 측정 부위에 고정하고, 각 온열요법 적용 전과 직후, 그 후 4분 간격으로 60분후까지 표층부 혈류량과 피부 온도를 측정하였고, 각 측정값은 8초 동안의 평균 값을 기록하였다.

3. 통계 분석

온열요법 적용 전, 후의 측정값들과 두 가지 온열요법들의 측정값을 대응표본 T 검정(Paired-Samples *t*-test)을 사용하여 검토하였고, 남녀간의 비교는 독립표본 T 검정(Independent-Samples *t*-test)을 사용하였다. 모든 통계처리는 SPSS 통계 프로그램을 이용하였다.

III. 연구결과

표층부 혈류량과 피부 온도는 두 가지 온열요법 모두, 적용 직후에 최대 증가를 보였으며, 이후 점차 감소하는 경향을 보였고(Fig. 2, 3), 표층부 혈류량의 경우, 습열요법에서는 적용후 44분까지, 초음파요법에서는 적용후 36분까지 유의성있는 증가를 유지하였으며(Table 1), 피부 온도의 경우, 습열요법에서는 적용후 56분까지, 초음파요법에서는 적용후 52분까지 유의성있는 증가를 유지하였다(Table 2).

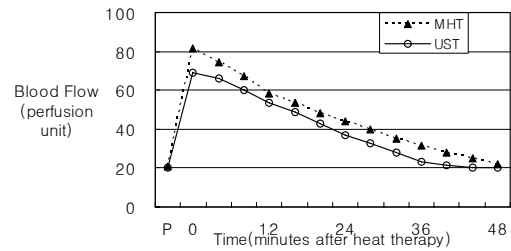


Fig. 2. Change of mean cutaneous blood flow after heat therapy
MHT: moist heat therapy,
UST: ultrasound therapy
P: pre-heat therapy

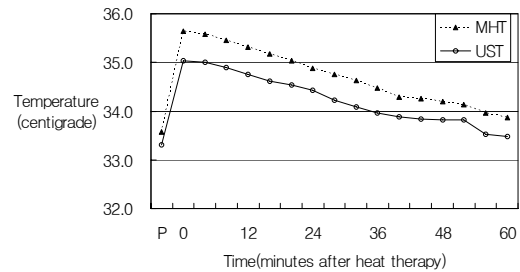


Fig. 3. Change of mean skin temperature after heat therapy
MHT: moist heat therapy,
UST: ultrasound therapy
P: pre-heat therapy

각 온열요법 적용 직후의 표층부 혈류량 변화량과 피부 온도 변화량들을, 온열요법들 간에 비교하였을 때, 습열요법 적용시의 표층부 혈류량 변화량과 피부 온도 변화량이 유의성있게 더 높았다(Table 3).

온열요법 적용전후 남녀간의 표층부 혈류량과 피부 온도를 비교해 보면, 온열요법 적용전 표층부 혈류량과 피부 온도가 남성에서 높게 나타났지만, 온열요법 적용전후의 표층부 혈류량과 피부 온도의 변화량은, 습열요법 적용 직후부터 12분후까지 피부 온도 증가량이 남성에 비해 여성에서 더 컸던 것을 제외하고, 남녀간의 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 4-7, Table 4, 5).

Table 1. Delta values[†] of cutaneous blood flow after heat therapy (unit: perfusion unit)

	MHT		UST	
	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.
IAHT	61.89 ± 19.12**	60.04 ± 22.65**	50.34 ± 15.12**	47.57 ± 11.96**
after 4 mins	50.57 ± 19.65**	56.76 ± 22.44**	46.18 ± 14.05**	45.48 ± 10.67**
after 8 mins	45.80 ± 13.06**	46.99 ± 18.46**	39.30 ± 11.94**	40.30 ± 9.59**
after 12 mins	36.61 ± 13.10**	39.08 ± 17.67**	32.76 ± 11.26**	33.82 ± 9.20**
after 16 mins	31.92 ± 13.06**	33.39 ± 15.30**	28.09 ± 10.03**	29.00 ± 8.31**
after 20 mins	26.83 ± 11.26**	27.61 ± 15.02**	22.85 ± 8.92**	22.35 ± 5.93**
after 24 mins	22.18 ± 10.39**	24.21 ± 12.65**	17.45 ± 7.16**	16.29 ± 5.83**
after 28 mins	18.18 ± 9.15**	20.31 ± 12.53**	12.95 ± 6.00**	11.77 ± 5.47**
after 32 mins	14.47 ± 8.12**	14.84 ± 10.23**	8.31 ± 4.54**	7.00 ± 4.90**
after 36 mins	10.65 ± 7.70**	10.69 ± 9.11**	4.34 ± 3.87**	2.39 ± 3.37**
after 40 mins	6.94 ± 5.40**	7.39 ± 6.96**	1.30 ± 3.42	0.90 ± 2.31
after 44 mins	3.83 ± 4.47**	4.34 ± 6.49**	0.13 ± 2.33	0.43 ± 1.23
after 48 mins	1.53 ± 4.13	1.66 ± 5.82	-0.29 ± 1.95	0.08 ± 0.86

Delta value[†] = (cutaneous blood flow after heat therapy - cutaneous blood flow before heat therapy)

** : p < 0.01

MHT: moist heat therapy, UST: ultrasound therapy, IAHT: immediately after heat therapy

Table 2. Delta values[†] of skin temperature after heat therapy (unit: °C)

	MHT		UST	
	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.
IAHT	2.15 ± 0.50**	2.01 ± 0.48**	1.78 ± 0.34**	1.68 ± 0.35**
after 4 mins	2.07 ± 0.40**	1.97 ± 0.48**	1.74 ± 0.36**	1.65 ± 0.34**
after 8 mins	1.95 ± 0.34**	1.83 ± 0.46**	1.62 ± 0.34**	1.54 ± 0.35**
after 12 mins	1.81 ± 0.33**	1.70 ± 0.47**	1.47 ± 0.38**	1.40 ± 0.31**
after 16 mins	1.67 ± 0.36**	1.54 ± 0.50**	1.34 ± 0.36**	1.26 ± 0.31**
after 20 mins	1.54 ± 0.35**	1.38 ± 0.48**	1.20 ± 0.34**	1.25 ± 0.29**
after 24 mins	1.38 ± 0.37**	1.23 ± 0.49**	1.22 ± 0.32**	0.99 ± 0.29**
after 28 mins	1.24 ± 0.34**	1.13 ± 0.48**	0.96 ± 0.30**	0.87 ± 0.29**
after 32 mins	1.16 ± 0.32**	0.97 ± 0.47**	0.83 ± 0.28**	0.72 ± 0.28**
after 36 mins	0.94 ± 0.31**	0.85 ± 0.43**	0.68 ± 0.25**	0.60 ± 0.29**
after 40 mins	0.82 ± 0.33**	0.63 ± 0.53**	0.59 ± 0.22**	0.56 ± 0.27**
after 44 mins	0.79 ± 0.44**	0.58 ± 0.46**	0.57 ± 0.36**	0.46 ± 0.37**
after 48 mins	0.72 ± 0.41**	0.53 ± 0.45**	0.56 ± 0.36**	0.45 ± 0.37**
after 52 mins	0.69 ± 0.40**	0.46 ± 0.68**	0.55 ± 0.36**	0.40 ± 0.37**
after 56 mins	0.34 ± 0.42**	0.45 ± 0.68**	0.21 ± 0.35*	0.20 ± 0.39*
after 60 mins	0.24 ± 0.41*	0.37 ± 0.68*	0.16 ± 0.36	0.16 ± 0.37

Delta value[†] = (skin temperature after heat therapy - skin temperature before heat therapy)

* : p < 0.05, ** : p < 0.01

MHT: moist heat therapy, UST: ultrasound therapy, IAHT: immediately after heat therapy

Table 3. Comparison of delta values† between moist heat therapy and ultrasound therapy

		MHT	UST	p
Temperature (°C)	Rt.	2.15 ± 0.50	1.78 ± 0.34	**
	Lt.	2.01 ± 0.62	1.68 ± 0.35	**
Blood flow (perfusion unit)	Rt.	61.89 ± 19.12	50.34 ± 15.11	*
	Lt.	60.04 ± 22.65	47.57 ± 11.97	**

In cutaneous blood flow, delta value† = (cutaneous blood flow immediately after heat therapy - cutaneous blood flow before heat therapy)

In skin temperature, delta value† = (skin temperature immediately after heat therapy - skin temperature before heat therapy)

*: p < 0.05, **: p < 0.01

MHT: moist heat therapy, UST: ultrasound therapy

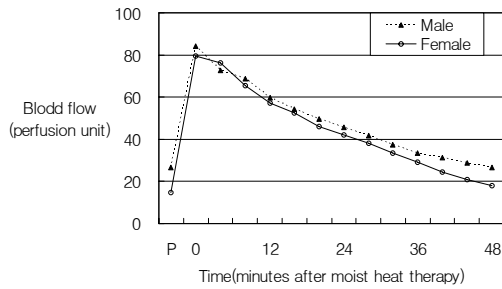


Fig. 4. Mean cutaneous blood flow in male and female, after moist heat therapy
P: pre-moist heat therapy

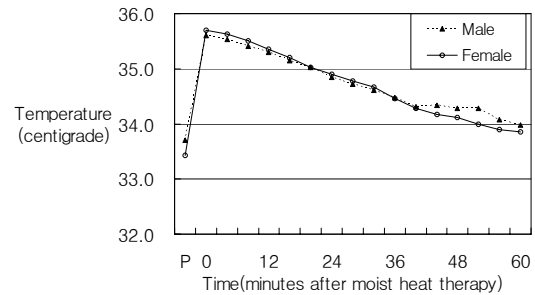


Fig. 6. Mean skin temperature in male and female, after moist heat therapy
P: pre-moist heat therapy

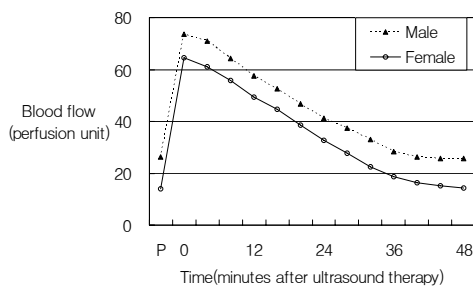


Fig. 5. Mean cutaneous blood flow in male and female, after ultrasound therapy
P: pre-ultrasound therapy

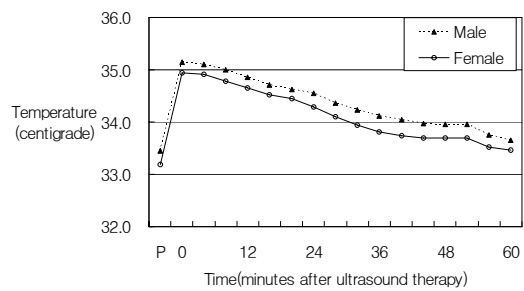


Fig. 7. Mean skin temperature in male and female, after ultrasound therapy
P: pre-ultrasound therapy

Table 4. Comparison of delta values[†] in cutaneous blood flow, according to gender difference

(unit: perfusion unit)

	MHT			UST		
	Male	Female	p	Male	Female	p
IAHT	60.04 ± 22.65	61.89 ± 19.12	NS	47.57 ± 11.96	50.34 ± 15.11	NS
after 4 mins	56.76 ± 22.38	50.57 ± 19.73	NS	45.48 ± 10.67	46.18 ± 14.05	NS
after 8 mins	46.99 ± 18.46	45.80 ± 13.06	NS	40.30 ± 9.59	39.30 ± 11.94	NS
after 12 mins	39.08 ± 17.67	36.61 ± 13.10	NS	33.82 ± 9.20	32.76 ± 11.26	NS
after 16 mins	33.39 ± 15.30	31.92 ± 12.94	NS	29.00 ± 8.23	28.09 ± 10.03	NS
after 20 mins	27.61 ± 14.99	26.83 ± 11.26	NS	22.35 ± 5.96	22.85 ± 8.92	NS
after 24 mins	24.21 ± 12.65	22.18 ± 10.39	NS	16.29 ± 5.83	17.45 ± 7.16	NS
after 28 mins	20.31 ± 12.53	18.18 ± 9.15	NS	11.77 ± 5.47	12.95 ± 6.00	NS
after 32 mins	14.84 ± 10.23	14.47 ± 8.12	NS	7.00 ± 4.78	8.31 ± 4.54	NS
after 36 mins	10.69 ± 9.11	10.65 ± 7.69	NS	2.39 ± 3.37	4.34 ± 3.87	NS
after 40 mins	7.39 ± 6.96	6.94 ± 5.39	NS	0.91 ± 2.31	1.30 ± 3.42	NS
after 44 mins	4.34 ± 6.49	3.83 ± 4.47	NS	0.44 ± 1.23	0.13 ± 2.33	NS
after 48 mins	1.66 ± 5.82	1.53 ± 4.13	NS	0.09 ± 0.86	-0.29 ± 1.95	NS

Delta value[†] =(cutaneous blood flow after heat therapy-cutaneous blood flow before heat therapy)

NS: not significant

MHT: moist heat therapy, UST: ultrasound therapy, IAHT: immediately after heat therapy

Table 5. Comparison of delta values[†] in skin temperature, according to gender difference

(unit: °C)

	MHT			UST		
	Male	Female	p	Male	Female	p
IAHT	1.89 ± 0.47	2.27 ± 0.59	*	1.71 ± 0.31	1.75 ± 0.38	NS
after 4 mins	1.83 ± 0.46	2.20 ± 0.54	*	1.66 ± 0.29	1.74 ± 0.40	NS
after 8 mins	1.71 ± 0.43	2.07 ± 0.53	*	1.56 ± 0.29	1.60 ± 0.39	NS
after 12 mins	1.59 ± 0.43	1.92 ± 0.53	*	1.41 ± 0.30	1.46 ± 0.38	NS
after 16 mins	1.45 ± 0.46	1.77 ± 0.57	NS	1.27 ± 0.29	1.33 ± 0.37	NS
after 20 mins	1.32 ± 0.45	1.60 ± 0.56	NS	1.18 ± 0.33	1.26 ± 0.40	NS
after 24 mins	1.15 ± 0.48	1.46 ± 0.57	NS	1.11 ± 0.25	1.11 ± 0.42	NS
after 28 mins	1.02 ± 0.45	1.34 ± 0.55	NS	0.91 ± 0.24	0.91 ± 0.34	NS
after 32 mins	0.91 ± 0.53	1.23 ± 0.56	NS	0.79 ± 0.22	0.76 ± 0.33	NS
after 36 mins	0.78 ± 0.43	1.02 ± 0.51	NS	0.67 ± 0.22	0.62 ± 0.32	NS
after 40 mins	0.61 ± 0.55	0.84 ± 0.54	NS	0.60 ± 0.22	0.55 ± 0.27	NS
after 44 mins	0.63 ± 0.53	0.74 ± 0.53	NS	0.53 ± 0.25	0.50 ± 0.46	NS
after 48 mins	0.58 ± 0.53	0.68 ± 0.48	NS	0.51 ± 0.25	0.50 ± 0.46	NS
after 52 mins	0.58 ± 0.53	0.56 ± 0.61	NS	0.51 ± 0.25	0.50 ± 0.46	NS
after 56 mins	0.42 ± 0.49	0.36 ± 0.63	NS	0.25 ± 0.27	0.15 ± 0.44	NS
after 60 mins	0.29 ± 0.48	0.32 ± 0.64	NS	0.16 ± 0.26	0.15 ± 0.44	NS

Delta value[†] =(skin temperature after heat therapy-skin temperature before heat therapy)

*: p < 0.05 , NS: not significant

MHT: moist heat therapy, UST: ultrasound therapy, IAHT: immediately after heat therapy

IV. 총괄 및 고찰

측두하악장애는 저작근, 측두하악관절 및 그와 관련된 구조물의 많은 임상문제를 포함하는 질환으로, 일반적으로 측두하악장애 환자들은 턱의 동통, 귀의 동통, 두통, 안면통을 호소하며, 하악운동 제한, 비대칭적인 하악운동 및 관절잡음을 가지고 있다¹⁾. 이에 대한 치료법으로는 물리치료, 행동 및 심리치료, 약물치료, 교합장치치료 등의 다양한 방법들이 있으며, 이중 물리치료는 염증을 감소시키고 조직의 회복과 재생을 증진시킴으로써, 근골격성 동통의 완화와 정상기능의 회복에 도움을 주는 보조치료법이다^{15,16)}.

측두하악장애 치료에 사용되는 다양한 물리치료법들 중 가장 널리 쓰이고 있는 온열요법은, 온열기구나 초음파 등을 이용하여 통증이 있는 부위에 열을 가함으로써, 피부온도증가와 함께 피부혈관을 확장시켜 국소적 혈류 순환량을 증가시킨다. 또한 프로스타글란딘(prostaglandin), 브라디키닌(bradykinin), 히스타민(histamine) 등과 같은 염증성 대사산물을 신속히 제거함으로써 동통 완화와 치유를 촉진시킨다고 알려져 있다¹⁷⁾.

온열요법의 적용후 온도변화에 대한 많은 연구들 중^{7,10,11,18)}, Weiberger 등¹⁸⁾은 관절에 온열요법을 적용하면, 관절온도가 35.2°C에서 36.4°C까지 상승된다고 보고하였는데, 본 연구에서도 두 가지 온열요법 적용후 피부 온도가 유의하게 증가하여 일치된 결과를 나타내었다.

다만, 피부 온도를 측정할 때, 정확한 온도 변화의 측정은 여러 가지 원인에 의해 영향을 받기 쉬우므로 주의해서 측정해야 한다. Anders 등¹⁹⁾에 의한 측두하악관절과 교근부의 피부 온도 측정시 재현성과 다양성에 관한 연구에 따르면, 측정전 적용시간, 개인간 생물학적 차이 등에 의해 피부 온도 측정시 개인별로 차이가 나타날 수 있다고 하였다. 또한, 그는 실내온도가 1°C차 이내로 유지되어야 하며, 측정시 탐침의 피부 적용 부위나 압력에 의해서도 측정값이 차이가 날 수 있다고 하였고, 특히, 측두하악관절 부위에서는 표층측두동맥(superficial temporal artery)에 의해 큰 영향을 받을 수 있다고 하였다.

표층부 혈류량을 측정할 수 있는 방법으로 여러 가지 주관적 및 객관적 검사방법이 사용되고 있다. 주관적 검사방법은 피부의 색깔이나 피부의 온도 등을 관찰한 후 검사자의 경험적인 지식을 토대로 혈류상태를 판단하는 것이며, 객관적 검사법은 정량화된 방법

또는 장치를 이용하는 것으로 온도 측정법, 생체염색 색소법, 정량적 검사법, 청소율(clearance) 검사, 방사성 소체(radioactive microsphere)법, 전자기적(electromagnetic) 혈류측정법, 광전기적(photoelectrical) 혈류측정법 등이 있다. 이상적으로 혈류량을 측정하기 위해서는 환자에게 손상이나 불편을 주지 않고, 연속적이고 반복적인 측정을 할 수 있어야 하는데, 광전기적 혈류측정법 중 하나인 laser doppler flowmetry (LDF)가 이러한 조건들을 갖추고 있어 최근 많이 사용되고 있다^{20,21)}.

LDF는 780 nm의 laser를 광섬유다발을 통해 목표물에 조사할 때 나오는 반사광을 분광분석기로 분석하여 혈류를 측정하는 것이다. 이때 움직이지 않는 조직에서는 반사광이 같은 주파수로 감지되고 이동하는 목표물에서는 반사광이 doppler법칙에 의하여 편위되므로 두 가지 반사광을 비교분석하여 혈류를 측정할 수 있다. 피부내의 움직이는 물체는 여러 가지가 있는데 대부분 적혈구에 의한 것이고 나머지는 무시할만한 것으로 되어있다. LDF는 약 1 mm 깊이까지 피부를 투과하여 혈관층 내의 혈류를 측정할 수 있는데, 최대 투과 깊이는 약 1.5 mm까지 된다고 한다^{22,23)}.

그러나 LDF를 이용한 혈류량 측정법은 몇 가지 단점들이 있다. 첫째는 탐침을 정확한 위치에 과도한 압력이 가해지지 않게 고정시켜야 정확한 혈류 측정이 가능하다는 점이고, 둘째는, 측정 도중 환자가 크게 숨을 쉰다든가 침을 삼키는 등의 약간의 움직임에도 수치의 변동이 심하다는 점이며, 셋째는 LDF의 측정 단위가 제조 회사에서 임의로 정한 perfusion unit으로 나타나기 때문에 타 제조 회사 기계의 측정치와 직접적인 비교가 어렵다는 점이다^{24,25)}.

그 외 혈류량 측정시 고려해야 할 것은 혈류량의 개인편차가 심하고 동일인에서도 심리상태나 체온, 심혈관계 질환 등에 의해 큰 영향을 받기 때문에, 최대한 표준화된 조건하에서 측정해야 정확한 결과를 얻을 수 있다는 점이다²⁶⁾. 이와 같은 고려 사항을 감안하여 저자는 고혈압이나 동맥경화, 심장병, 빈혈, 당뇨병 등 피부혈관에 영향을 줄 수 있는 전신 질환을 가진 환자를 대상에서 제외하였고, 측두하악관절 내 염증 등과 같은 병적상태에 의한 영향을 없애기 위해 최근 6개월이내 측두하악장애 증상이 있었던 환자들도 대상에서 제외하였다. 또한, 신체적, 정신적 안정감을 획득하고 측정실 환경에 적응시키기 위해서 약 15분정도 반상와위(semi-supine position)를 유

지시킨 후에 혈류량 측정을 시행함으로써 바람직한 결과를 얻고자 하였다.

온열요법이 표층부 혈류량과 피부 온도에 미치는 영향에 대한 Wadsworth 등²⁷⁾의 연구에 의하면, 피부 온도가 42°C까지 오르면 혈류량은 4-5배 증가하였는데, 본 연구에서는 온열요법 적용후 피부 온도가 35-36°C 정도로 상승하였을 때, 혈류량이 4배정도 증가한 것으로 나타나 이전 연구에서보다 피부 온도에 따른 혈류량의 증가율이 더 높게 나타났다.

Borrell 등¹¹⁾은 온도변화에 미치는 영향에 대한 온열요법들간 비교 연구에서 표층열 요법이 심부열 요법보다 온도증가에 더 효과적이라고 보고하였고, 본 연구 결과에서도 표층열 요법인 습열요법 적용후 표층부 혈류량과 피부 온도의 증가량이 심부열 요법인 초음파요법보다 유의하게 높게 나타나 이전 연구와 일치된 결과를 보여주었다. 이는 피부 온도의 변화가 심부 조직으로 전달되는 열에 비해, 표층부에 직접적으로 공급되는 열에 의해 더 크게 영향을 받기 때문이라 생각된다. 한편, 외부 환경에 직접적으로 노출되어 있는 표층 조직에 비해 심부 조직은 열의 발산이 느릴 것으로 생각되어 심부에 전달된 열에 의해 증가된 온도는 표층부에만 국한되어 적용된 열에 의한 경우 보다 완만히 감소되리라 예상하였으나, 실험 결과에서는, 이와는 반대로, 습열요법을 적용한 경우에서 증가된 온도가 더 오래 지속되었다. 이는 온열요법이 적용된 면적의 차이에 의한 영향이 크게 작용했을 것으로 판단된다. 즉, 측정 부위인 전이부뿐만 아니라 악안면부에 전체적으로 적용된 습열요법과 달리 초음파요법의 경우, 전이부에만 국소적으로 적용됨으로써, 열에너지를 공급받지 못한 인접 조직으로 열평형이 보다 빠르게 이루어졌을 것으로 생각된다. 비록, 적용 부위 면적의 차이로 인해 습열요법과 초음파요법을 직접적으로 비교하기는 어렵지만, 넓은 부위에 쉽게 적용이 가능하다는 기술상의 편의점은 습열요법의 장점으로 볼 수 있다.

반면, 초음파는 고주파 에너지를 이용하여 직접적으로 조직에 열을 공급함으로써 혈류량을 증가시키는 열적효과(thermal effect)와 함께 기계적인 긴장과 압력을 통해 조직세포의 요동과 분산을 유도하는 비열적효과(non-thermal effect)를 동시에 가지고 있다^{16,28,29)}. 그러므로, 본 연구 결과를 통해 표층부 혈류량과 피부 온도에 대한 열적효과는 습열요법이 우수하다고 판단할 수 있지만, 초음파요법의 비열적효과를 고려할 때, 두 온열요법간의 근골격계 장애에 대한 치

료 효과의 우수성을 직접적으로 비교할 수는 없을 것으로 사료되며, 습열요법과 초음파요법 모두 측두하악장애 치료시 통증 부위의 온도와 혈류량을 증가시켜 동통 완화 효과를 얻을 수 있는 매우 유용한 방법이라 할 수 있다.

한편, 주위 환경의 온도 상승에 따른 남녀별 피부 온도의 변화를 비교한 연구들이 많이 있었다³⁰⁻³⁵⁾. 이 중 Nunneley³⁴⁾는 체구성의 남녀간 차이로 인해 외부 온도 변화에 따른 남녀의 피부 온도 변화에는 차이가 있으며, 이는 여성이 남성에 비해 골격이 작고, 몸무게에 대한 체표면적의 비가 10-25% 정도 크며, 남성보다 체지방의 체중비 함량(%)이 높아 피하 지방층의 두께가 두껍기 때문이라고 설명하였다. 특히, 피하 지방층 두께는 최대조직절연(maximal tissue insulation)을 결정하는데 중요한 역할을 하며, 여성에서 일반적으로 피하지방층이 더 두껍기 때문에, 상온에서 여성이 남성보다 피부로의 열 흐름에 대한 피하절연(subcutaneous insulation)이 더 크고 피부 온도가 더 낮다고 하였다^{34,35)}. 본 연구에서도 일반적으로 남성의 피부 온도가 높게 나타났으며, 여성에서의 더 두꺼운 피하지방층이 절연에 더 효과적으로 작용한다는 이론과 일치함을 보여주고 있다. 하지만, 주위 환경의 온도 변화에 대한 체온 조절은 피하지방층 두께의 영향으로 남녀간의 차이를 보임에 비해, 온열요법 적용 후 피부 온도의 변화량은 남녀간의 유의한 차이가 없었으므로, 국소 부위에 적용된 열에 대한 반응에는 피하지방층 두께가 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

온열요법의 효과 평가를 위해 사용된 표층부 혈류량과 피부 온도의 측정은 온열요법이 조직에 미치는 영향을 정량화된 수치로 비교해 볼 수 있어서, 매우 객관적인 평가 방법이라 여겨진다. 그러나, 온열요법의 효과를 보다 총괄적으로 평가하기 위해서는 객관적인 평가와 더불어 동통 완화와 기능 회복에 대한 환자의 주관적인 평가가 동반되어야 할 것이다. 따라서, 향후에는 측두하악장애 환자들을 대상으로 Visual analogue scale 등의 주관적인 평가법을 포함하는 포괄적인 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

저자는 온열요법이 표층부 혈류량과 피부 온도에 미치는 영향을 평가하기 위해, 건강한 성인 20명(남성: 10명, 여성: 10명)을 대상으로 습열요법과 초음파

요법 적용전후의 전이부 표층부 혈류량과 피부 온도를 각각 laser doppler flowmetry와 접촉식온도계를 사용하여 측정함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 습열요법과 초음파요법 모두에서, 표층부 혈류량과 피부 온도는 적용전보다 적용후에 유의하게 증가하였다.
2. 습열요법을 시행한 경우, 초음파요법에 비해 적용 직후 표층부 혈류량과 피부 온도의 증가량이 유의하게 더 컸으며, 증가된 상태도 더 오래 유지되었다.
3. 온열요법 적용전 표층부 혈류량과 피부 온도는 남성이 여성에 비해 더 높았다.
4. 온열요법 적용전후 표층부 혈류량과 피부 온도의 변화량은 남녀간의 유의한 차이가 없었다.

참 고 문 헌

1. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. 4th ed., St. Louis, 1988, CV Mosby Co., pp. 355-389.
2. Barret NV, Martin JW, Jacob RF, King GE. Physical therapy techniques in the treatment of the head and neck patient. J Prosthet Dent 1988;59:343-346.
3. Vural K, Deniz E. Physiotherapy in rheumatoid arthritis. Medscape General Medicine 2004;6:3-10.
4. Kottke FJ, Stillwell GK, Lehmann JF. Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation. 3rd ed., Philadelphia, 1982, W.B. Saunders Co., pp. 359-365.
5. Schwan HD, Carstensen EL. Advantages and limitations of ultrasonics in medicine. JAMA 1952; 149:121-125.
6. Friedman MH, Weisberh J. Temporomandibular Joint Disorders Diagnosis and Treatment. 1st ed., Chicago, 1985, Quintessence Co., pp. 124-140.
7. Robert HP, Edward FW, David FM. Comparison of moist and dry heat penetration through orofacial tissues. J Craniomandib Pract 2002;20:28-33.
8. Nelson SJ, Ash MM. An evaluation of a moist heating pad for the treatment of TMJ/muscle pain dysfunction. J Craniomandib Pract 1988;6:355-359.
9. Robertson VJ, Baker KG. A review of therapeutic ultrasound : Effectiveness studies. Phys Ther 2001;81:1339-1350.
10. Lemann JF, Stonebridge JB, Delateur BJ, Warren CG, Halar E. Temperatures in human thighs after hot

pack treatment followed by ultrasound. Arch Phys Med Rehabil 1978;59:472-475.

11. Borrell RM, Parker R, Henley EJ, Masley D, Repinecz M. Comparison of in vivo temperatures produced by hydrotherapy, paraffin wax treatment and Fluidotherapy. Phys Ther 1980;60:1273-1276.
12. Kim KH, Ahn YW, Park JS, Ko MY. Clinical effect of a combination of physical therapy modalities on TMD patients. Korean J Oral Med 2003;28:379-391.
13. 서동원, 편성범, 김세주. 표면열 적용에 따른 피부온도 및 동통의 변화. 대한재활의학회지 1994;18:227-233.
14. Lentell G, Hetherington T, Eagan J *et al.* The use of thermal agent to influence the effectiveness of a low load prolonged stretch. J Ortho Sports Phys Ther 1992;16:202-206.
15. Carlson CR, Okeson JP, Falace DA, Nitz AJ, Anderson D. Stretch-based relaxation and the reduction of EMG activity among masticatory muscle pain patients. J Craniomand Disord Facial Pral Pain 1991;5:205-212.
16. 김선호, 홍정표, 황의환. 악안면부에 대한 수증 온열요법시의 체열변화에 관한 비교연구. 대한구강내과학회지 1995;20:307-314.
17. 정성창, 김영구, 신금백 등. 구강안면동통과 측두하악장애. 첫째판, 서울, 1996, 신흥인터내셔널, pp. 222-225.
18. Weiberger A, Falilah R, Pinkhas J. Intra-articular temperature measurements after superficial heating. Scand J Rehabil Med 1989;21:55-57.
19. Anders J, Sigvard K, Torgny H. Reproducibility and variation of skin surface temperature over the temporomandibular joint and masseter muscle in normal individuals. Acta Odontol Scand 1985;43: 309-313.
20. Holloway GA, Watkins DW. Laser doppler measurement of cutaneous blood flow. J Invest Derma 1991;69:306-309.
21. Gush RJ, King TA. Investigation and improved performance of optical fibre probes in laser doppler blood flow measurement. Med Biol Eng Comput 1987;25:391-396.
22. Fischer JC, Parker PM, Shaw WW. Comparison of two laser doppler flowmeters for the monitoring of dermal blood flow. Microsurgery 1983;4:164-167.
23. Obeid AN, Boggett DM, Barnett NJ, Dougherty G. Depth discrimination in laser doppler skin flow measurement using different lasers. Med Biol Eng Comput 1988;26:415-419.
24. 황정욱, 박대환. Laser doppler flowmetry를 이용한 각 신체부위별 피부혈류량 측정. 대한성형외과학회지

- 1996;23:394-404.
25. Newson TP, Obeid A, Wolton RS, Boggett D, Rolfe P. Laser doppler velocimetry: The problem of fibre movement artefact. *J Biomed Eng* 1987;9:169-172.
 26. Obeid AN, Barnett NJ, Dougherty G, Ward G. A critical review of laser doppler flowmetry. *J Biomed Eng Techn* 1990;14:178-181.
 27. Wadsworth H, Changmugam APP. *Electrophysical agents in physiotherapy*, 2nd ed., Marrickville, 1983, Science press, pp. 1-49.
 28. Dyson M. Mechanisms involved in therapeutic ultrasound. *Physiotherapy* 1987;73:116-120.
 29. Dyson M. Non-thermal cellular effects of ultrasound. *British Journal of Cancer* 1982;45:165-171.
 30. Morimoto T, Slabochova Z, Naman R, Sargent F. Sex differences in physiological reactions to thermal stress. *J Appl Physiol* 1967;22:526-523.
 31. Fox RH, Lofstedt BE, Woodward PM, Eriksson E, Werkstorm B. Comparison of thermoregulatory function in men and women. *J Appl Physiol* 1969;26:444-453.
 32. Haslag WM, Hertzman AB. Temperature regulation in young women. *J Appl Physiol* 1965;20:1283-1288.
 33. Bittel J, Henane R. Comparison of thermal exchanges in men and women under neutral and hot conditions. *J Physiol* 1975;250:475-489.
 34. Nunneley SA. Physiological response of women to thermal stress: A review. *Med Sci Sports* 1978;10:250-255.
 35. 박원균, 강영숙, 권오영 등. 한냉자극에 의한 남녀 대학생의 혈관계 반응. *계명대의대논문집* 1984;3:175-186.

- ABSTRACT -

The Effect of Heat Therapy on Cutaneous Blood Flow and Skin Temperature at Pre-auricular Region

Su-Beom Kim, D.D.S., Young-Jun Kim, D.D.S.,M.S.D., Cheul Kim, D.D.S.,M.S.D.,
Moon-Soo Park, D.D.S.,M.S.D.

Department of Oral Medicine and Diagnosis, College of Dentistry, Kangnung National University

The purpose of this study was to assess the effect of heat therapy on cutaneous blood flow and skin temperature at pre-auricular region.

Moist heat therapy and ultrasound therapy were applied to 20 healthy subjects(male: 10, female: 10). Cutaneous blood flow and skin temperature before and after heat therapy were measured with laser doppler flowmetry and thermocouple.

The results were as follows ;

1. Cutaneous blood flow and skin temperature were significantly increased after moist heat therapy and ultrasound therapy.
2. In application of moist heat therapy, cutaneous blood flow and skin temperature were more increased and maintained longer than in ultrasound therapy.
3. Before heat therapy, cutaneous blood flow and skin temperature were higher in male.
4. There was no significant gender difference in changes of cutaneous blood flow and skin temperature after heat therapy.

In conclusion, both moist heat therapy and ultrasound therapy increased cutaneous blood flow and skin temperature significantly, and moist heat therapy was more effective to increase cutaneous blood flow and skin temperature and to maintain increased cutaneous blood flow and skin temperature. There was no significant gender difference in the effect of heat therapy on cutaneous blood flow and skin temperature.

Key words : Cutaneous blood flow, Heat therapy, Moist heat, Pre-auricular region, Skin temperature, Ultrasound
