

이온삼투요법과 음파영동이 해조류 추출물의 체지방 분해에 미치는 효과 검정(Ⅱ)

대구보건대학 물리치료과
서 태 수
경북대학교 자연과학대학 생화학과
박 중 석, 김 유 영
대구한의대학교 보건학과
이 동 호

Clinical evaluation of the body fat breakdown effect during topical seaweed extracts treatment and in combination with the iontophoresis and phonophoresis(Ⅱ)

Tae Soo Suh, P.T.,M.E.,
Department of Physical Therapy, Taegu Health College
Jong Suk Park, M.S., You Young Kim, Ph.D.
Department of Biochemistry, Kyungpook National University
Dong Ho Lee, P.T.,M.P.H.
Department of Helth, Taegu Haany University

<Abstract>

This study was carried out to evaluate the body fat breakdown during topical seaweed extract treatment and in combination with the iontophoresis, phonophoresis method to enhance skin absorption of lipolytic compounds. Of 24 female obesity subjects, 7 treated a gel types of seaweed extract only(control group) and 10 treated in combination with the iontophoresis(experimental group I) and 7 treated in combination with the phonophoresis(experimental groupⅡ). Topical treatment of each sample was designed for 2 weeks, treated with 2 times a day about 10ml on the abdomen, triceps, thigh and superior ilium, respectively. Experimental group treat with the iontophoresis and phonophoresis during 5 minutes immediately after topical treatment. After one and two weeks of topical treatment, measured body weight, body fat, skinfolds thickness respectively. Then venous blood samples were taken and analyzed serum lipids.

The results were as follows;

- 1) There were decrement of body weight, % of body fat, superior ilium, triceps and thigh thickness between pre and post treatment in all group. Especially, there were more decrement of body weight, % of body fat in the iontophoresis treated group.

- 2) There were decrement in total CHOL, LDL, TRIG and increment in HDL in all group. These phenomena were predominant in the iontophoresis treated group. CHOL decrement in the experimental group were significant after two weeks iontophoresis treatment.

I. 서론

비만이란 피하지방을 비롯한 체내 지방 저장량이 비정상적으로 많아진 상태를 뜻한다. 지방량이 본래의 역할 수행에 필요한 양 이상으로 지나치게 많게 되면 여러가지 건강상의 장애를 일으키게 된다. 신장과 체중을 기준으로 판단하는 과체중(over weight)은 비만 상태를 간접적으로 나타내지만 그것만으로 정확하게 비만 여부를 판단할 수 없다. 웨이트 트레이닝으로 근육이 발달된 사람의 경우에는 신장에 비해 상대적으로 체중이 무거운 과체중의 경향을 보인다. 그것은 동일한 양의 지방 무게에 비해 근육조직을 포함하는 체지방의 무게가 더욱 무겁기 때문이다. 따라서 단순히 상대적인 체중만으로는 비만이라고 판단할 수 없고, 보다 정확한 비만 여부는 체지방율을 기준으로 판정한다(김성수, 1995). 대체로 체지방율이 남자의 경우 20%이상, 여자는 30% 이상일 때 비만으로 판정한다. 이 기준치는 활동적인 성인 남녀의 표준체지방률인 각각 15%와 25%에 5%를 더하여 설정된 것이다.

비만치료는 체내 지방대사를 조절하는 법, 신경계를 조절하는 방법, 식이요법, 운동, 외과적 수술 등이 시술되고 있지만 경구 투여방식의 경우 지방분해에 대한 정확한 조절기능 보다는 호르몬의 조절을 통한 식욕억제, 지방흡수 방해 등 복용의 부작용이 있고, 또한 성형외과적인 국부 지방 제거는 그후의 미용적인 불만 문제 등이 내재해 있어 부분적으로 지방을 해소하려는 현대인의 요구에 잘 부합을 못하여 별다른 성과를 거두지 못하고 있다. 지금까지 가장 권장되는 방법이 운동요법이다. 적합한 운동에 관한 전문가의 처방에 따라 지속적인 노력을 필요로 하므로 단기적인 효과보다는 장기적인 지속력을 필요로 한다. 그러나 상용되는 운동 기구가 정확한 임상적 효능의 분석 없이 통용되고 있으며, 운동 처방이 제대로 되지 않아 효과가 의문시되고 있다. 현재 leptin투여를 통한 비만 치료 방법이 임상실험 중에 있는데 체중감소 효과가 있다는 보고가 있으며(Friedman과 Halas, 1998) 또한 국부지방 제거 치료제들이 많이 개발되고 있는데 이들 대부분은 β -adrenergic receptor의 작용을 저해하는 화합물들이다.

지방조직의 분해는 hormone-sensitive lipase(HSL)에 의해 triglyceride를 유리 지방산과 glycerol로 가수분해하는 것으로 호르몬과 대뇌신경 조절에 지배를 받는다(Burns과 Langley, 1970). Catecholamine, glucagon, ACTH, TSH는 지방분해를 촉진하고, insulin은 유일하게 지방분해를 억제하는 작용을 한다. 지방조직 분해를 조절하는 분자적 기작은 세 단계로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 지방조직분해의 primary regulator인 catecholamine이 α_2 , β_1 , β_2 , β_3 -adrenergic receptor와 결합하는 단계이다. α_2 -receptor는 Gi-protein과 반응하여 cyclic AMP의 형성과 지방분해를 억제하며, 반면에 beta receptor는 Gi-protein과 반응하여 cyclic AMP의 형성과 지방분해를 촉진시킨다(Carey, 1998). 따라서 β_3 -adrenergic receptor의 agonist로 작용하는 분자는 anti-obesity약으로 간주되어 왔다(Arch 등, 1984; Tsunekazu 등, 1997). 둘째 단계에서는 protein kinase A를 활성화시키는 cyclic-AMP의

regulation이며, 세번째 단계는 hormone-sensitive lipase(HSL)의 가역적 인산화(reversible phosphorylation)에 의한 조절(regulation)이다.

미역이나 다시마 등의 해조류에는 비만해소에 관련된다고 보고(Kimura 등, 1996) 되어 있는 알긴산, 타우린(taurine), 요오드(iodine)등이 함유되어 있다. 알긴산의 경구투여시 위와 장에서 흡수되지 않고 지방과 결합하여 체외로 배출되어 체지방을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Sandberg et al, 1994). 즉, 알긴산의 gel matrix에 지방산이 결합되는 것으로 설명되고 있다. 비만인을 대상으로 알긴산을 투약(Zec, 1991)하거나 쥐에게 알긴산을 첨가한 사료를 먹인 실험에서는 알긴산을 투여한 군에서 확실한 체중 감소가 있었으며, 체중 감소 효과는 알긴산의 첨가량에 따라 현저한 변화를 나타내었다(최진호 외, 1991; 최진호, 1996).

타우린(Taurine)은 해조류에 많이 포함되어 있는 생리활성 물질로써 동맥경화, 뇌졸중, 고혈압, 심부전증의 예방 및 치료, 알코올 해독작용, 면역작용의 활성화, 세포내 해독 및 독성 물질 제거 등에 효과가 있음이 보고되고 있다. 타우린은 포유류의 거의 모든 조직에 함유되어 있으며 특히, 심장, 뇌, 골격근, 생식기에 고농도로 존재하는 것으로 보아 생체의 생리적 기능유지에 중요한 역할을 하고 있음을 시사하고 있다. 특히 타우린은 지방조직의 지방대사 촉진작용이 있는 것으로 알려져 있다. 동경학예대학교 Watanabe 교수팀은 건강한 성인에게 일정량의 타우린을 투여하고 운동을 시킨 결과 혈중 지방산(free fatty acid)이 통제 집단에 비해 유의성 있게 증가되었으며, 혈당 농도가 일정하게 유지됨을 알 수 있었는데, 이는 운동 시 타우린의 섭취가 에너지원의 공급과정에서 당의 대사보다는 지방대사를 촉진시킴으로 혈중 지방산의 증가를 유도하는 것으로 보고하였다. Obinata 교수팀이 비만인 어린이들에게 타우린을 투여한 결과, 간에 쌓인 지방(fatty liver)이 유의성있게 감소됨을 알 수 있었다(Obinata et al, 1999). 언급한 바와 같이 타우린은 치료제 뿐만 아니라 심지어 건강음료수로도 활용되고 있으나 명확한 효과나 기작에 대해서는 아직도 의문점으로 남아있으며 현재 많은 학자들에 의해 연구되고 있다. 음식물과 더불어 섭취된 요오드는 iodide로 전환되어 소화관을 통해 흡수되어 갑상선세포에 저장된 후 갑상선호르몬의 합성에 이용된다. 혈장내에 갑상선호르몬 증가는 대사과정의 항진, 성장촉진, Na^+-K^+ ATPase의 activity를 증가시켜 세포막으로의 Na^+ , K^+ 의 이동을 촉진시킬 뿐 만 아니라 지방세포로부터 지방을 이동시켜 혈장의 지방산을 증가시킨다. 또한 cholesterol, phospholipid, triglyceride의 감소를 가져오고 간에 쌓인 지방의 축적을 경감시킨다(Arthur 등, 1997; Granneman 등 ;1997 Furn. 1997; Mitchell 등, 1997).

생체가 항상성을 유지하기 위해서는 물과 전해질의 균형이 중요하며 이는 세포막에 존재하는 Na^+ , K^+ channel, Na^+-K^+ ATPase의 활성, 그리고 aldosterone, ADH에 의해 조절되고 있다. 비만은 이러한 조절 불균형에 의해 야기된다. 비만인 여성과 어린이를 대상으로 Isotope dilution method에 의한 연구 결과에서 TBW(total body water), ECW(extracellular water), ICW(intracellular water), Na_e (exchangeable sodium), KBK(total body potassium)의 함량이 모두 정상인에 비해 20~25%가 증가되었으며 ECW/ICW, Na_e /TBK의 비율도 높음이 보고되었다(Battistini 등, 1995; Mazariegos 등, 1992; Waki 등, 1991). 해조류에는 다량의 K^+ 를 함유하고 있다. 따라서 이들 해조류로부터의 추출물을 피부에 침투시켰을 때 물과 전해질의 균형을 유지하기 위해서 과잉 존재하는 물은 체외로 배출될 수 있을 것이다(Avershina 등, 1992; Heitmann, 1990; Jensen 등, 1988; Kikuchi 등, 1988; Waki 등, 1991).

약물 등을 피부 또는 점막에 도포하여 체내로의 흡수 효과를 증진시키기 위한 물리적인 방법으로는 이온삼투요법(iontophoresis)(Pikal, 1990), occlusion(Barry, 1984), vehicle manipulation(Idson, 1983), 음파영동법(phonophoresis)(Murphy 등, 1990)등을 사용하고 있으

며 화학적인 방법으로는 경피 흡수제제(skin penetration enhancer)를 첨가하여 사용하고 있다. 이중 이온삼투요법은 물리치료의 목적으로 널리 사용되고 있다. 피부를 통한 약물 투여 시, 많은 경우에 있어서 치료 효과를 나타낼 수 있는 혈중농도에 도달할 수 없으므로 경피 흡수제제의 한계성을 극복하고 피부의 투과 장벽으로서의 기능을 감소시킬 수 있는 방법 중 하나가 이온삼투요법이다. 이 방법은 흡수시키려는 약물 이온과 반대로 하전된 직류전류의 전극을 사용함으로써 약물 이온의 피부 흡수를 촉진시키는 방법이다(최후균, 1999; 이재형, 1995; 황경상 등, 1992). 초음파를 이용한 음파영동법은 초음파의 요동에 의해 열효과에 의해서 세포막의 투과성을 증진되고 음향흐름과 같은 기계적 효과에 의해 확산속도가 증가됨에 따라 약물을 피부를 통해 연부 조직속으로 이동시키는 방법으로 임상적으로 사용되고 있다. 음파영동치료에 사용되는 약품은 윤활성과 점성도가 좋은 연고, 크림, 로션으로 사용하기 때문에 약물자체를 전파매개물질로 쓸 수 있다(이재형, 1995).

본 연구는 미역, 다시마 등의 해조류 추출물을 섭취하는 대신 gel type화하여 신체의 비만 부위에 국부 처치 후 해조류의 지방 분해 성분의 흡수를 촉진시키기 위한 목적으로 이온삼투요법과 음파영동법을 병행한 후의 두가지 방법의 실험군과 국부 처치만의 비교군을 설정해 처치하기 전·후 체중, 신체 구성 성분, 피하지방 두께를 측정하고 혈액 성분을 분석하여 비만 해소 증대 효과의 효용성을 알아보는데 있다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구의 피험자는 대구 지역에 주거하며 신체 조성 검사 결과 정상적인 체지방을 초과한 평소 운동을 특별히 실시하지 않는 20~25세의 여자 대학생 24명을 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

Gel type화 한 해조류 추출물을 대구시에 위치한 K대학교로부터 공급받았다. 대조군은 7명을 대상으로 1일 2회 아침, 저녁으로 gel type화 한 해조류 추출물을 약 5cc 정도 비만 부위인 복부, 상완부, 대퇴부에 각각 일정하게 도포하여 국부 처치하였고 실험군 I은 7명을 대상으로 gel type화 한 해조류 추출물로 국부 처치하여 음파영동의 전파매개물질로 사용해 1.5MHz, 1.5W/cm² 조건으로 7분간 음파영동시키고 실험군 II은 10명을 대상으로 gel type화 한 해조류 추출물로 국부 처치함과 동시에 0.25mA의 저 전류 강도인 뉴스킨 갈바닉 스파 시스템의 음전극을 이용해 부위별 약 5분 정도 시술하여 비만 해소 성분의 피부 흡수 효과를 증가시키도록 하였다. 각각의 대조군과 실험군은 처치 전, 처치 1주 후, 2주 후 체중, 체지방율, 피하지방 두께를 측정하고 혈액을 채취 하여 분석하였다.

1) 체중 측정

12시간 동안 공복 후 전자 체중계를 이용하여 체중을 측정하였으며, kg단위로 소수점 2자리까지 기록하였다.

2) 피지후계(skinfolds caliper)에 의한 피하지방 두께 측정

피험자들의 신체 부위별 피하지방 두께를 알아보기 위해 피지후계(동화 과학사 DT-8 Skinfold Caliper)를 이용하여 왼손 엄지와 검지로 피부와 피하지방을 위에서 아래 방향으로 집기한 다음 손끝에서 1cm 정도 떨어진 부위를 피지후계로 바르게 집어 0.1cm 단위까지 측정하였다. 이 측정을 3회 반복하여 일정한 값이 유지되었을 때를 측정치로 정하였으며, 측정 부위는 상완, 상장골, 대퇴 3부위를 측정하였다.

(1)상완삼두(triceps skinfolds) : 우측 상완부 후면의 견봉과 외측상과의 중간 부위

(2)대퇴(thigh skinfolds) : 우측 대퇴 전면에서 대전자와 무릎 관절의 중간 부위

(3)상장골(superior ilium skin fold) : 우측 장골능 바로 위 3cm부위

3) 체성분검사

체지방율은 생체 전기 저항법(bioelectrical impedance; body fat analyzer TBF-105, 일본; Tanita 사)에 의해 분석된 결과를 이용하였다.

4) 혈청 성분 분석

혈액 채취는 12시간 공복 상태에서 1회용 주사기를 사용하여 아침 9시에서 10시 사이에 전주완정맥(antecubital vein)에서 20cc를 채혈하여 원심 분리시킨 후, 대구 소재 D의료원에서 혈청 지질인 콜레스테롤(CHOL), 고밀도 지방(HDL), 저밀도 지방(LDL), 중성 지방(TRIG)를 분석하였다.

5) 통계 처리

본 연구 결과의 유의성을 검증하기 위하여 SAS/6.12 통계 패키지를 이용하여 평균 및 표준 편차를 구하고, 국부 처치 전·후의 변화를 측정하기 위해 paired t-test를 실시하였으며 유의성 검정은 0.05수준에서 정하였다.

III. 연구 결과

1. 체중

대조군·실험군 I·실험군 II의 체중 차이 비교 <표1>에서 보는 바와 같이 처치 전과 1주 후의 평균차이에서 대조군 -0.22, 실험군 I -1.14, 실험군 II -0.93으로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났고 처치 전과 2주 후에서도 대조군 -0.46, 실험군 I -2.60, 실험군 II -1.91로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났다.

<표1> 체중(kg) 차이 비교

(N=24)

구분		구분	M±SD	차이	t
체중	대조군(n=7)	전	66.09±9.84	-0.22	-1.03
		1주 후	65.86±9.33		
		2주 후	65.63±9.56	-0.46	-2.52*
	실험군 I (n=10)	전	65.41±14.81	-1.14	-3.80*
		1주 후	64.27±14.37		
		2주 후	62.81±13.40	-2.60	-5.43*
실험군 II (n=7)	전	70.10±7.18	-0.93	-5.37*	
	1주 후	69.17±7.14			
	2주 후	68.19±6.95	-1.91	-5.55*	

(M: 평균, SD: 표준편차) *p<0.05

2. 피하지방 두께

대조군·실험군 I·실험군 II의 상완삼두, 대퇴, 상장골의 피하지방 두께 차이 비교 <표2>에서 보는 바와 같이 상완삼두는 처치전과 1주 후의 평균차이에서 대조군 -0.57, 실험군 I -3.10, 실험군 II -3.71로 실험군 II가 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났고 처치 전과 2주 후에서도 대조군 -1.00, 실험군 I -4.30, 실험군 II -6.29로 실험군 II가 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났으며 대퇴는 처치 전과 1주 후의 평균차이에서 대조군 -0.86, 실험군 I -2.30, 실험군 II -5.86으로 실험군 II가 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났고 처치 전과 2주 후에서도 대조군 -2.14, 실험군 I -7.60, 실험군 II -10.29로 실험군 II가 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났다. 상장골도 대조군·실험군 I·실험군 II 중 실험군 II가 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났다.

<표2> 상완삼두(mm), 대퇴(mm), 상장골(mm)의 피하지방 두께 차이

(N=24)

구분	대상	처치	M±SD	차이	t
상완삼두	대조군(n=7)	전	26.14±6.99		
		1주 후	25.57±7.18	-0.57	-1.92
		전	26.14±6.99		
		2주 후	25.14±7.31	-1.00	-2.65*
		전	30.30±6.06		
		1주 후	27.20±5.88	-3.10	-3.31*
	실험군 I (n=10)	전	30.30±6.06		
		2주 후	26.00±5.83	-4.30	-4.08*
		전	37.86±2.67		
		1주 후	34.14±2.79	-3.71	-4.04*
		전	37.86±2.67		
		2주 후	31.57±3.60	-6.29	-4.96*
대퇴	대조군(n=7)	전	36.29±5.09		
		1주 후	35.43±5.06	-0.86	-3.29*
		전	36.29±5.09		
		2주 후	34.14±5.30	-2.14	-5.30*
		전	40.00±9.31		
		1주 후	37.70±9.01	-2.30	-2.20
	실험군 I (n=10)	전	40.00±9.31		
		2주 후	32.40±6.72	-7.60	-4.79*
		전	47.14±4.63		
		1주 후	41.29±4.50	-5.86	-5.32*
		전	47.14±4.63		
		2주 후	36.86±4.81	-10.29	-8.50*
상장골	대조군(n=7)	전	37.29±9.64		
		1주 후	36.43±9.43	-0.86	-1.87
		전	37.29±9.64		
		2주 후	35.29±9.34	-2.00	-4.58*
		전	37.80±11.03		
		1주 후	36.10±11.70	-1.70	-2.01
	실험군 I (n=10)	전	37.80±11.03		
		2주 후	30.40±9.23	-7.40	-4.55*
		전	41.14±5.52		
		1주 후	35.00±4.16	-6.14	-3.75*
		전	41.14±5.52		
		2주 후	30.86±5.58	-10.29	-4.42*

(M: 평균, SD: 표준편차) *p<0.05.

3. 체성분

대조군·실험군 I·실험군 II의 체지방량, 체지방율, 복부지방율, 비만도 차이 비교 <표3>에서 보는 바와 같이 체지방량은 처치 전과 1주 후의 평균차이에서 대조군 -0.21, 실험군 I -1.26, 실험군 II -0.61로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났고 처치 전과 2주 후에서도 대조군 -0.69, 실험군 I -2.24, 실험군 II -1.86으로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났으며 체지방율은 처치 전과 1주 후의 평균차이에서 대조군 -0.64, 실험군 I -1.46, 실험군 II -0.24으로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났고 처치 전과 2주 후에서도 대조군 -0.79, 실험군 I -2.25, 실험군 II -2.06으로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났다.

복부지방율은 처치 전과 1주 후의 평균차이에서 대조군 -0.01, 실험군 I -0.01, 실험군 II -0.007로 거의 비슷한 차이가 있는 것으로 나타났고 처치 전과 2주 후에서도 대조군 -0.02, 실험군 I -0.02, 실험군 II -0.017로 거의 비슷한 차이가 있는 것으로 나타났고 비만도는 처치 전과 1주 후의 평균차이에서 대조군 -0.86, 실험군 I -1.70, 실험군 II -1.26으로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났고 처치 전과 2주 후에서도 대조군 -2.00, 실험군 I -5.50, 실험군 II -4.43으로 실험군 I 이 가장 많은 감소가 있는 것으로 나타났다.

<표3> 체지방량(kg), 체지방율(%), 복부지방율(%), 비만도(%) 차이 비교

(N=24)

구분	대상	치치	M±SD	차이	t	
체지방량	대조군(n=7)	전	17.94±3.38	-0.21	-2.68*	
		1주 후	17.73±3.25			
		실험군 I (n=10)	전	17.94±3.38	-0.69	-8.58*
			2주 후	17.26±3.44		
	실험군 II (n=7)		전	21.53±9.93	-1.26	-4.02*
			1주 후	20.27±9.42		
		실험군 I (n=10)	전	21.53±9.93	-2.24	-6.25*
			2주 후	19.29±8.43		
	실험군 II (n=7)		전	24.97±3.64	-0.61	-2.78*
			1주 후	24.36±3.58		
		실험군 I (n=10)	전	24.97±3.64	-1.86	-3.22*
			2주 후	23.11±3.94		
체지방율	대조군(n=7)		전	27.63±5.36	-0.64	-2.79*
			1주 후	26.99±5.42		
		실험군 I (n=10)	전	27.63±5.36	-0.79	-4.04*
			2주 후	26.84±5.55		
	실험군 II (n=7)		전	31.74±7.85	-1.46	-6.25*
			1주 후	30.28±7.77		
		실험군 I (n=10)	전	31.74±7.85	-2.25	-7.66*
			2주 후	29.49±7.47		
	실험군 II (n=7)		전	36.40±2.18	-1.24	-3.09*
			1주 후	35.16±2.46		
		실험군 I (n=10)	전	36.40±2.18	-2.06	-3.93*
			2주 후	33.34±2.90		
복부지방율	대조군(n=7)		전	0.90±0.02	-0.01	-4.48*
			1주 후	0.89±0.02		
		실험군 I (n=10)	전	0.90±0.02	-0.02	-7.78*
			2주 후	0.88±0.02		
	실험군 II (n=7)		전	0.86±0.07	-0.01	-6.13*
			1주 후	0.85±0.06		
		실험군 I (n=10)	전	0.86±0.07	-0.02	-6.27*
			2주 후	0.84±0.06		
	실험군 II (n=7)		전	0.89±0.03	-0.007	-3.87*
			1주 후	0.89±0.04		
		실험군 I (n=10)	전	0.89±0.03	-0.017	-9.30*
			2주 후	0.88±0.04		
비만도	대조군(n=7)		전	116.00±7.19	-0.86	-2.52*
			1주 후	115.14±6.82		
		실험군 I (n=10)	전	116.00±7.19	-2.00	-4.09*
			2주 후	114.00±7.09		
	실험군 II (n=7)		전	115.10±19.64	-1.70	-3.72*
			1주 후	113.40±19.52		
		실험군 I (n=10)	전	115.10±19.64	-5.50	-6.53*
			2주 후	109.60±16.13		
	실험군 II (n=7)		전	135.86±13.48	-1.26	-3.76*
			1주 후	134.60±14.32		
		실험군 I (n=10)	전	135.86±13.48	-4.43	-3.26*
			2주 후	131.43±14.12		

(M: 평균, SD: 표준편차) *p<0.05

4. 혈청성분

대조군·실험군 I·실험군 II의 혈청 지질 CHOL, HDL, LDL, TRIG 차이 비교 <표4>에서 보는 바와 같이 CHOL는 전과 1주후의 평균차이에서 대조군 -1.86, 실험군 I -10.10 실험군 II -7.57으로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났고 전과 2주후에서도 대조군 -7.57, 실험군 I -28.70, 실험군 II -17.59로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났고 HDL은 전과 1주후의 평균차이에서 대조군 2.00, 실험군 I 8.90 실험군 II 3.71로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났고 전과 2주후에서도 대조군 5.71 실험군 I 18.20, 실험군 II 8.57로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났다.

LDL은 전과 1주후의 평균차이에서 대조군 -3.77, 실험군 I -11.70 실험군 II -5.20으로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났고 전과 2주후에서도 대조군 -8.00, 실험군 I -20.70, 실험군 II -9.43으로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났고 TRIG는 전과 1주후의 평균차이에서 대조군 -1.86, 실험군 I -11.50 실험군 II -4.71로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났고 전과 2주후에서도 대조군 -4.29, 실험군 I -23.50, 실험군 II -8.29로 실험군 I이 가장 많은 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표6> CHOL(mg/dl), HDL(mg/dl), LDL(mg/dl), TRIG(mg/dl) 차이 비교

(N=24)

구분	대상	치치	M±SD	차이	t
CHOL	대조군(n=7)	전	185.57±29.058	-1.86	-0.96
		1주 후	183.71±25.47		
	실험군 I (n=10)	전	185.57±29.058	-7.57	-2.67*
		2주 후	178.00±27.42		
		전	167.70±23.87	-10.10	-3.66*
		1주 후	157.60±22.29		
		전	167.70±23.87	-28.70	-5.21*
		2주 후	139.00±21.31		
	실험군 II (n=7)	전	187.00±26.82	-7.57	-4.15*
		1주 후	179.43±26.03		
		전	187.00±26.82	-17.59	-7.39*
		2주 후	169.43±28.03		
HDL	대조군(n=7)	전	63.86±12.27	2.00	2.29
		1주 후	65.86±15.85		
	실험군 I (n=10)	전	63.86±12.27	5.71	3.48*
		2주 후	69.57±12.01		
		전	53.60±13.91	8.90	3.61*
		1주 후	62.50±13.98		
		전	53.60±13.91	18.20	5.80*
		2주 후	71.80±9.50		
	실험군 II (n=7)	전	61.86±10.82	3.71	2.70*
		1주 후	65.57±12.55		
		전	61.86±10.82	8.57	8.04*
		2주 후	70.43±12.23		
LDL	대조군(n=7)	전	110.03±26.58	-3.77	-2.84*
		1주 후	106.26±24.49		
	실험군 I (n=10)	전	110.03±26.58	-8.00	-4.20*
		2주 후	102.03±21.59		
		전	93.56±24.15	-11.70	-3.33*
		1주 후	81.86±19.99		
		전	93.56±24.15	-20.70	-6.47*
		2주 후	72.86±17.48		
	실험군 II (n=7)	전	115.74±22.60	-5.20	-3.36*
		1주 후	110.54±20.73		
		전	115.74±22.60	-9.43	-3.76*
		2주 후	106.31±17.90		
TRIG	대조군(n=7)	전	84.14±22.81	-1.86	-1.59
		1주 후	82.29±22.79		
	실험군 I (n=10)	전	84.14±22.81	-4.29	-4.95*
		2주 후	79.86±21.72		
		전	100.20±31.47	-11.50	-3.20*
		1주 후	88.70±25.56		
		전	100.20±31.47	-23.50	-3.38*
		2주 후	76.70±16.87		
	실험군 II (n=7)	전	87.14±21.61	-4.71	-3.61*
		1주 후	82.43±21.56		
		전	87.14±21.61	-8.29	-12.18*
		2주 후	78.86±21.10		

(M: 평균, SD: 표준편차) *p<0.05.

IV. 고 찰

비만 여성을 대상으로 해조류 추출물을 섭취하지 않고 국부 처치한 대조군과, 국부 처치와 더불어 해조류 추출물의 피부 흡수를 촉진시켜 비만 해소 효과를 증대시킬 목적으로 이온삼투요법과 음파영동을 병행한 실험군의 체중의 변화, 신체 구성 성분의 변화, 피하지방 두께변화 그리고 혈청 지질의 변화를 각각 측정하였다.

일정한 기간 동안 해조류를 섭취한 후 체중 및 체지방의 감소에 관한 연구는 국내·외에서 비교적 많이 보고되어 있다. 알긴산은 경구 투여 시, 위와 장에서 흡수되지 않고 지방과 결합하여 체외로 배출되어 체지방을 감소시키는 것으로 알려져 있으며(Kimura et al. 1992), 비만인을 대상으로 알긴산을 투여하거나 쥐에게 알긴산을 첨가한 사료를 먹인 실험 결과 알긴산을 투여한 군에서 확실한 체중 감소가 있었다(최진호 등, 1996)고 밝히고 있다. 강정호 등(1968)은 미역 내의 다당류가 혈중 CHOL 및 TRIG의 함량을 감소시키는 효과가 있다고 보고하였으며, 식이내 미역 함량과 지방의 종류에 따른 영향에서 미역 첨가군이 비첨가군에 비해 혈중 CHOL 함량이 감소하는 경향을 보였다(김은주, 1983). 또한 문혜경(1998)은 알긴산 나트륨이 흰쥐의 체내 지질 및 항산화 효소계에 미치는 영향에 대한 보고에서 혈청 phospholipid, TRIG, 간의 total CHOL의 함량은 알긴산 나트륨의 투여로 유의하게 감소하였다고 보고하였다. Tsuji 등(1975), Garofalo and Chang(1989), Wu and Peng(1997), Wang and Yang(1997)은 식용갈조류에 많은 분포를 보이는 다당류 중 알긴산의 생리기능성 연구에서 흰쥐의 혈청 및 간장 지질 콜레스테롤의 농도를 감소시켰다고 하였으며, 이러한 효과는 알긴산의 분자량이 작아질수록 현저히 증대한다(Kimura 등, 1996; Lee 등, 1998)고 하였다. 비록 선행 연구와는 처치 방법에서 차이가 있지만, 본 실험 결과에서도 gel type의 해조류 추출물을 국부 처치했을 때 대조군과 실험군에서 체중, 체지방, 상완, 대퇴, 복부 둘레와 두께, CHOL, LDL, TRIG의 감소와 HDL의 증가가 통계적으로 유의함을 보였다.

이러한 결과들은 미역, 다시마에 함유한 알긴산, 타우린, 요오드 등이 피부를 통해 흡수되어 지방 대사에 영향을 준 결과라고 생각할 수 있으나, 이들 성분 중 알긴산은 14000Kd 이상의 고분자량으로 피부를 통해 흡수되어 지방 대사에 관여하는지는 의심할 여지가 있다. 따라서 체중 및 체지방 등의 감소 효과는 해조류 추출물의 추출 과정 중 fragment된 저분자량의 알긴산이 피부를 통해 흡수된 후 직접적인 지방 분해 효과는 없으나 지방산, 물과 결합하여 체외로 배출함으로써 지방 대사에 영향을 주는 것으로 사료된다. 특히, 실험군과 대조군의 비교 결과로 미루어 볼 때 저분자량의 알긴산은 음전하를 띄고 있으며 음전극을 이용한 이온삼투요법을 병행함으로써 흡수가 촉진되어 지방 대사를 가속화시킨 것으로 사료되며, 음파영동법에서의 약물이동은 주로 공동에 의해 생성된 수용액 통로와 표피 세포간을 통해 이루어지고 초음파에 의해 세포막의 투과성이 증가되어 이루어지는데, 약물이동을 촉진시키는 인자는 초음파의 비열적 효과와 열적 효과를 들 수 있다. 비열적 효과중의 하나인 공동(cavitation)은 초음파의 빔(beam)에 의한 gas bubble의 진동은 각질층의 이중 지질층의 무질서에 의해 생성된 수용액 통로를 통해 약물의 수송이 이루어진다(Mitragotri 등, 1996). 초음파의 기계적 압력에 의해서 세포막의 경계면을 따라 액체의 미세 흐름(microstreaming)을 일으켜 세포막의 확산을 촉진하고 미세 순환을 증가시키게 되며 초음파의 적용으로 인한 조직의 온도 상승은 생체막의 투과성을 현저하게 상승시켜 세포막을 통한 여과 및 확산 속도를 증가시킨다(Simonin, 1995; 이재형, 1995).

치료용 초음파를 음파영동에 사용한 경우, 주로 1.5-3MHz의 주파수와 1.0-1.5W/cm²의

비교적 높은 강도의 사용을 권장하고 있다(이재형, 1995; 민경옥, 1993). Median 등(1995)은 음과영동 매카니즘의 실체나 적용기술의 효과성이 일치가 분명하지 않고 비정량화되어 매우 주관적이며, 약물의 국부처리와 관련된 초음파에너지는 조직의 가열, 방사 압력, 공동, 음파의 미세 흐름효과를 거쳐서, 포유동물 조직을 교란시킬 수 있다고 하였다. 본 연구 결과에서도 이온삼투요법과 음과영동법에서 체중의 변화, 신체 구성 성분의 변화, 혈청 지질의 변화는 이온 삼투요법에서 감소의 폭이 컸으나 피하지방 두께변화는 음과영동법에서 변화가 커 음과영동법이 포유동물 조직을 교란시켜 생긴 결과라 사료된다.

지금까지 본 연구팀에서는 해조류 추출물이 피부를 통해 흡수되어 비만을 해소시키는 성분과 이들의 기작을 규명하기 위한 생리·생화학적 연구가 진행되고 있는데 해조류 추출물에는 알긴산 fragment외에도 지방 분해 효소인 lipase의 활성화에 관계하는 β_3 -adrenergic receptor의 agonist들이 존재하여 지방 분해를 촉진시키는 것을 알 수 있었으며 이들 agonist들도 음전하를 띄고 있어 음전극을 이용한 이온삼투요법에 의해 흡수가 촉진되어 지방 분해를 촉진시키는 것으로 사료된다.

V. 결 론

신체 건강한 20대 여자 대학생 24명을 대상으로 해조류 추출물을 gel type화하여 비만 부위에 2주간 국부 처리한 후 비만 해소 효과와, 비만 해소를 증대시키기 위해 국부 처리와 이온삼투요법을 병행한 것과 음과영동법을 병행한 실험에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 해조류 추출물을 국부 처리한 대조군과, 동시에 이온삼투요법과 음과영동법을 병행한 실험군 모두에서 체중, 체지방, 상완, 대퇴, 복부 두께의 감소를 가져왔는데 특히, 이온삼투요법에서 체중, 체지방 감소의 폭이 컸다.

2. 실험군과 대조군에서 2주 후 각각 CHOL, TRIG, LDL의 감소와 HDL의 증가를 가져왔는데 이온삼투요법에서 감소의 폭이 컸으며 특히 국부 처리 2주 후 이온삼투요법을 병행한 실험군에서 CHOL의 감소가 현저하였다.

이러한 결과는 해조류 추출물을 국부 처리했을 때 비만 해소 효과와 이온삼투요법에 의한 비만 해소 증대 효과의 유효성을 입증해 주고 있으나 보다 더 좋은 결과를 위해서는 보다 폭넓은 연령층과 많은 수의 비만인을 대상으로 장기간에 걸친 임상 실험이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

<참 고 문 헌>

강정호, 성낙응 : 중양의학, 14, 411, 1968.

김성수 : 운동생리학, 서울, 도서출판 대경, 1995.

김은주 : 식이내 미역 함량과 지방의 종류가 흰쥐의 체내 지방 대사에 미치는 영향, 이화여자대학교, 석사 학위논문, 1983.

문혜경 : 알긴산 나트륨이 사염화탄소 투여 흰쥐의 체내 지질 및 항산화 효소계에 미치는

- 영향, 영남대학교, 석사 학위논문, 1998.
- 민경옥, 전기치료학 I, 서울, 현문사, 1993.
- 이재형 : 전기 치료학, 3판, 서울, 대학서림, 1995.
- 최진호 외 5인 : 비만 억제 작용에 미역 성분의 용량 의존성 체중 사료 및 에너지 효율대사 체중에 대한 영향. 제1권 제2호. 한국 노화 학회지, 1991.
- 최진호, 임채환, 김재운 등 : 비만 치료식 개발을 위한 기초 연구 1, 식물섬유로서의 알긴산의 비만 억제 효과. 한국 수산 학회지, 19, 303, 1986.
- 최후균: 경피흡수제제, 서울, 신일상사, 1999.
- 황경상, 나은우, 조미애 : 이온 삼투 요법을 이용한 근골격계 질환의 치료에 관한 연구, 대한 재활의학회지, 제16권,제1호, 88-93, 1992.
- Arthur, J.R. et al. Selenium and iodine deficiencies and selenoprotein function. *Biomed Sic*, Sep, 10:2-3. 1997.
- AS Sandberg, H Andersson, I Bosaeus, NG Carlsson, K Hasselblad and M Harrod : Alginate, small bowel sterol excretion, and absorption of nutrients in ileostomy subjects *Am J Clin Nutr* 60:5, 751-756, 1994.
- Barry, B.W., Southwell, D., and Woodford, R. : Optimisation of bioavailability of topical steroids: penetration enhancers under occlusion, *J. Invest. Dermatol.*, 82, 49, 1984.
- Furn, C.A. Prevention and control of iodine deficiency : a review of a study on the effectiveness of oral iodized oil in Malawi. *Eur J Clin Nutri*, Nov., 1997.
- Hubert, H.B., Feinleib ,M., McNamara, P. M. & Castelli, W. P. : Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease, a26-year follow up participants in the framingham heart study. *Circulation*, 67(5), 968-977, 1983.
- Idson, B. : Vehicle effects in percutaneous absorption, *Drug Metab. Rev.*, 14, 207, 1983.
- Kimura, Y. : Watanabe, K ., & Okuda : Effect of soluble sodium alginate on cholesterol excretion and glucose tolerance in rats, *J Ethnopharmacol*, Oct. 54(1), 47-54, 1996.
- McArdle, W.D., Katch F.I., & Katch, V.L. : Exercise physiology, energy, nutrition and human performance, Williams & Willkins, 603-633, 1996.
- Median, V.M., Walmsley, A.D., Irwin, W.J. : Phonophoresis - is it a reality?, *Int J Pharmaceutics*, 118, 129-145, 1995
- Mitchell, J.H. et al. : Selenium and iodine deficiencies:effects on brain and brown adipose tissue selenoenzyme activity and expression. *J Endocrinol*, Nov., 1997.
- Mitragotri, S., Blankschtein, D., & Robert, L : Transdermal drug delivery using low-frequency sonophoresis. *Pharmaceutics*, 13, 411-420, 1996.
- Murphy, T.M. and Hadgraft, J., A physicochemical interpretation of phonophoresis in skin penetration enhancement, in *Prediction of Percutaneous Penetration: Methods, Measurement, Modelling*, Scott, R.C., Guy, R.H., and Hadgraft, J., Eds., IBC Technical Services Ltd., London, 333, 1990.
- Obinata K, Maruyama K, Hayashi M, Effect of taurine on the fatty liver of children with simple obesity. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 403, 607-13, 1999.

- Pikal, M.J., Transport mechanisms in iontophoresis. I. A theoretical model for the effect of electroosmotic flow on flux enhancement in transdermal iontophoresis, *Pharm. Res.*, 7, 118, 1990.
- Lee et al, Effect of low-molecularization on rheological properties of alginate, *J Korean Fish Soc*, 31, 82-89, 1998.
- Jeffrey Friedman, Jeffrey Halas, Leptin and the regulation of body weight in mammals, *Nature*, 395, 763-770.1998.
- Burns, T.W., Langley, P.E., *J Lab Clin Med*, 75, 983-987, 1970
- Carey, G.B. *Adv Exp Med Biol*, 441, 157-170, 1998
- Arch J.R.S., et al, *S. Nature*, 309, 163-165, 1984
- Tsunekazu Umekawa, T.Yoshida and M. Kondo. *Endocrine J*, 44, 181-185, 1997
- Zec S, *Med Arh*, 45,113-114.1991.
- Granneman. J.G. et al. Selective upregulation of alpha-adrenergic receptor protein and mRNA in brown adipose tissue by neural and beta 3-adrenergic stimulation. *Mol Pharmacol*, Apr, 1997.
- Battistini, N., F.Virgili, S. Severi, P. Relative expansion of extracellular water in obese vs. normal children. *J. Appl Physiol*. Jul, 79:1, 94-6.1995.
- Mazariegos M., Waki, M. Body composition and surgical treatment of obesity. *Ann Surg*. Jul, 216, 69-73.1992.
- Waki, M., Kral, M. Relative expansion of extracellular fluid in obese vs. non-obese women. *Am J Physiol*, 261, E199-203, 1991
- Avershina , E.O. et al. Hormonal regulation of sodium excretion by the kidneys during hunger therapy of obese patients. *Probl Endokrinol Mar*, 38:2, 22-24, 1992
- Heitmann, B.L. Prediction of body water and fat in adult Danes from measurement of electrical impedance. A validation study. *Int J Obes*, Sep, 14:9, 789-802, 1990
- Jensen M.D. et al, Measurement of body potassium with a whole-body counter: relationship between lean body mass and resting energy expenditure. *Mayo Clin Proc*, Sep, 63, 864-868, 1988
- Kikuchi K. et al, The pathophysiological role of water sodium balance and renal dopaminergic activity in overweight patients with essential hypertension. *Am J Hypertens*, 1:1, 31-37 1988
- Kimura et al. 1992
- Tsuji et al, Effect of polysaccharides on cholesterol metabolism (part 6) Effect of various polysaccharide on serum and liver cholesterol levels in cholesterol-fed rats. *Eiyogaku zashi*. 33(6), 273-281, 1975.
- Simonin, On the mechanism of in vivo and in vitro iontophoresis, *J Controlled Release*, 33:1 Jan, 125-141, 1995.
- Friedman과 Halas, 1998