

산소 챔버의 근육 피로회복효과에 대한 연구

¹세명대학교 한의과대학 한방부인과교실, ²동국대학교 한의과대학 부인과교실
유수정¹, 남은영², 김형준¹

ABSTRACT

The Study of Effect on Oxygen Chamber for Recovery of Muscular Fatigue

Su-Jeong Yoo¹, Eun-Young Nam², Hyeong-Jun Kim¹

¹Dept. of Obstetrics and Gynecology, Oriental Medical Hospital, Se-Myung University

²Dept. of Korean Gynecology, College of Korean Medicine, Dong-Guk University

Objectives: This Study was designed to investigate the effect of Oxygen chamber to recover muscle fatigue.

Methods: Twenty Subjects were divided into Oxygen Chamber Group (n=10) and Rest group (n=10). Subjects visited hospital two times, blood tests were performed 3 times for each visit. 1st blood test was performed in 4 hours hunger state. 2nd blood test was performed within 5 minutes after the 6 minutes bike exercise. 3rd blood test was performed after the 40 minutes Oxygen treatment or 40 minutes rest in bed. Blood test items were Lactate, Glucose, Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, Free Fatty Acid. 2nd visit was applied 1st visit process, But Oxygen Chamber group was crossed over to Rest Group, Rest Group was crossed over to Oxygen Chamber group. The Blood test result was analyzed with paired T-test using SPSS for Windows version 21.

Results: The reduction of Lactate in Oxygen Chamber Group (6.86 ± 2.07 mmol/l) was higher than Rest group (6.57 ± 2.33 mmol/l), but it was not statically significant ($p=0.68$). The reduction of Glucose in Oxygen Chamber Group (6.85 ± 12.14 mg/dl) was lower than Rest group (7.60 ± 9.83 mg/dl), but it was not statically significant ($p=0.83$). The reduction of Lactate Dehydrogenase in Oxygen Chamber Group (16.10 ± 14.91 mmol/l) was lower than Rest group (19.75 ± 12.46 mg/dl), but it was not statically significant ($p=0.41$). The reduction of Creatine Kinase in Oxygen Chamber Group (13.40 ± 5.69 U/l) was lower than Rest group (15.25 ± 8.01 U/l), but it was not statically significant ($p=0.41$). The reduction of Free Fatty Acid in Oxygen Chamber Group (285.50 ± 174.13 uEq/l) was higher than Rest group (196.15 ± 131.58 uEq/l), but it was not statically significant ($p=0.07$).

Conclusions: This study showed Oxygen chamber therapy could be effective to recover muscle fatigue.

Key Words: oxygen chamber, muscular fatigue, lactate, clinical trial.

I. 서 론

최근 현대인들은 과중한 업무에 의한 스트레스로 다양한 질병과 과로사의 위험에 노출되어 있으며, 스트레스 및 피로로 인한 작업 관련성 질환이 급증하고 있다¹⁾. 이는 업무상 잘못된 자세나 장시간 근무에 의한 근육 긴장이나 근육 피로에 의한 만성 근육통과 관련이 있다.

피로는 인간의 삶에서 경험하는 보편적 현상으로 일상생활능력을 저하하며, 질병 발생 전의 경고증상으로, 생리적, 심리적 및 환경적 요인이 복잡하게 상호 작용하여 국소적 또는 전신적으로 자각하는 증상이며, 특히 신체적 피로는 수축된 근육에서 유발되는 국소적 현상이다²⁾.

근육 피로 현상은 근 수축을 유지해야 할 힘의 감소현상, 또는 근·신경계통의 운동 수행능력의 저하 현상으로³⁾, 힘을 유지할 수 없거나 지속적인 근육 수축이 반복되어 근 장력이 유지되기 어려운 상태를 말한다⁴⁾.

근육 피로는 한의학적으로 勞倦의 범주에 속하는데, 《素問·舉痛論》에서는 “勞則氣耗”라 하여 노련 또는 피로하면 기가 소모된다고 하였으며⁵⁾, 《沈氏尊生書》에서 “氣運乎行, 血本隨氣以周流, 氣凝則血亦凝矣”라 하여 氣의 循環에 따라 血이 순환한다고 하였으므로 勞倦 또는 피로한 경우에는 氣血의 循環이 나빠진다고 하였다⁶⁾. 그리고 한의학에서는 피로 즉, 勞逸失常할 경우에는 月經過多, 經期延長, 崩漏, 胎漏, 胎動不安, 墮胎·小產, 陰挺下脫 등의 병증이 발생한다고 하였다⁶⁾.

산소 챔버는 대기압보다 높은 환경에

서 산소를 흡입하여 산소가 체내 혈액에 침투하도록 유도하고 모세혈관을 통해 체내에 고순도의 산소를 공급하는 장치로, 인위적으로 챔버 내의 압력을 1.3기압으로 높인 상태에서 30%의 산소를 흡입하게 하여 폐포에서 산소흡수량 증가와 혈액 내 헤모글로빈과 결합하는 산소량을 증가시키는 효능이 있다⁷⁾. 이러한 산소치료요법은 신진대사가 증가하며 운동 후 산소가 결핍되었을 때 과도하게 축적되는 젖산의 분해 능력을 향상시켜 근육 피로에 개선 효과가 있을 것으로 보인다.

그리고 마사지는 경직된 근육을 이완시켜 통증을 경감시킬 수 있는 방법으로 신체적, 정신적 이완과 동시에 엔도르핀 분비로 인한 통증 역치를 높임으로써 통증 개선에 효과가 있는 것으로 보고되었다⁸⁾.

마사지 기능을 포함한 산소 챔버가 헤모글로빈과 결합하는 산소량을 증가시켜 젖산분해와 동시에 근육 이완으로 피로 회복에 효과적일 것으로 기대되며, 한의학적으로도 혈액순환을 촉진시켜주는 새로운 치료방법으로 도입할 수 있을 것으로 사료된다. 이에 저자는 마사지 기능을 포함한 산소 챔버가 근육 피로회복에 효과가 있을 것으로 기대되어 임상연구를 진행하여 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 방법

1. 대 상

본 연구는 세명대학교 부속 한방병원 임상시험연구윤리위원회의 승인(IRB No.: 2015-02-01)을 받아 2015년 02월 09일부

터 2015년 02월 14일까지 실시하였으며, 본 임상연구의 목적과 내용 및 구체적인 방법에 대한 설명을 충분히 한 후, 임상연구 참여 동의서를 작성한 자에 한하여 연구를 시행하였다.

만 19세 이상, 만 45세 이하의 최근 3개월 동안 일반적 감기나 소화불량을 제외한 별다른 질병이나 증상으로 병원 치료를 받은 적이 없으며 자전거를 탈 수 있는 정도의 운동능력 및 심폐기능에 이상이 없는 건강한 남자 10명, 여자 10명을 대상으로 선정하였다.

연구 대상자 선정 시 1주에 소주 3병 이상 음주하는 대상자, 하루 2끼 미만으로 식사하는 대상자, 최근 5년 이내에 심혈관계 질환 및 조절되지 않는 고혈압, 합병증을 동반한 당뇨, 급·만성 간염 및 간 경변, 중증 고지혈증, 중증 심혈관계 질환 및 신경 정신계 질환, 결핵, 전신적 질환 및 기타 감염성 질환으로 연구에 부적합하다고 연구자가 판단한 대상자, 최근 3개월 이내 다른 임상연구에 참가한 경험이 있거나 임상연구 참여 기간 동안 피로 회복제로 쓰이는 각종ドリンク류 및 한약을 복용한 대상자는 제외하였다.

2. 연구방법

연구 참여시 방문 횟수는 2회이며, 연구자가 스크리닝에서 연구의 목적과 내용, 구체적인 방법을 설명하고 동의서를 작성한 뒤 연구대상자의 인구학적 정보와 생활습관, 병력 및 현재 복용 약물을 상세히 조사하여 기록하였다. 임상연구

에 참가하기 4주 이전부터 복용하고 있던 약물 중 연구의 결과해석에 영향을 미치지 않을 것으로 사료되는 약물은 연구자의 판단에 의해 허용하였고, 기타 질환의 일과성 치료를 목적으로 사용되는 약물은 담당의사와 상의를 통하여 병용 투여하기로 하였다. 약물 투여 시 약물에 대한 정보를 증례 기록서에 상세히 기록하였다.

1차 방문은 스크리닝 기간 완료 후 약속된 날짜에 시행되었고, 각 방문 당 혈압 및 심박 수, 체온 측정 등의 활력 징후 조사와 신장 및 체중, 심혈관계, 폐 및 호흡기계, 위장관계·간 및 담도계, 대사계·내분비계, 신장·요로계, 생식기계, 근·골격계, 피부 및 결합조직, 신경계, 정신계, 기타 신체기관 검진 등 이학적 검사를 시행하였다. 연구대상자는 4시간 이상 금식 후 내원하여 20분간 안정 후 1차 채혈을 하였고, 운동 시행 후 5분 이내에 2차 채혈을 하였다. 이후 산소 챔버 안에서 또는 침대에서 40분간 일상 휴식 후 곧바로 3차 채혈을 시행하였다.

2차 방문은 1차 방문 이후 1일에서 2주 이내에 이루어졌으며 1차 방문과 같이 4시간 이상 금식 후 내원하여 20분간 안정 후 1차 채혈을 하였고 운동 시행 후 5분 이내에 2차 채혈을 하였다. 1차 방문 시 산소 챔버 에서 40분간 휴식을 취한 군은 침대에서 일상휴식을 취하였고, 침대에서 휴식을 취한 군은 산소 챔버 에서 휴식하였다. 휴식 후 바로 3차 채혈을 시행하였다(Fig. 1).

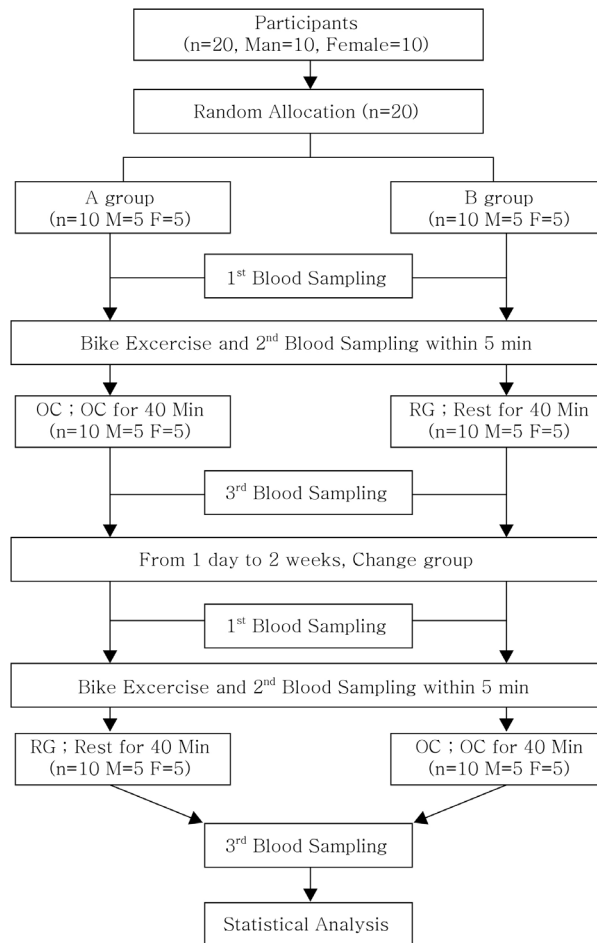


Fig. 1. Disposition of subjects recruited for study.
 OC : oxygen chamber treat group, RG : rest group, control

1) 운동방법

자전거 에르고미터(은성헬스빌 레이스링 바이크)를 사용하였으며 변형한 Astrand protocol을 적용하였고⁹⁾, 부하는 1단계로 적용하였다. 일반인의 체력 유지 및 증진을 위한 운동 강도는 최대 운동능력의 60-75% 수준으로 본 연구에서는 75%로 적용하여 목표 심박수(Target Heart Rate)를 산출하였다¹⁰⁾.

Target Heart Rate = (Max Heart Rate (220-age-Rest Heart Rate) × 75% + Rest Heart Rate

운동 중의 목표 심박 수 유지를 관찰하기 위하여 Pulse Oximeter(Mediana, P30)를 우측 제 2지에 착용 후 심박 수와 산소포화도를 측정하며 6분간 운동을 시행하였다. 실험실의 실내 환경은 23.5±1.5℃, 상대 습도는 50.0±10%로 유지하였다.

2) 연구결과의 유효성 척도

피로 관련 지표에 산소 챔버의 적용이 유효한지 알아보고자 임상 연구 방문 시 채취한 혈중 Lactate 치의 변화를 1차 유효성 척도로 평가하였고 혈중 Lactate Dehydrogenase(LDH), Glucose, Creatine

Kinase(CK), Free Fatty Acid(FFA) 치를 2차 유효성 평가척도로 임상연구 결과를 평가하였다. 실험실적 검사를 위한 혈액채취는 각 방문 당 3회로 4시간 이상 금식한 상태에서 내원하도록 하였다.

3) 산소 챔버와 이상반응

산소 챔버((주)Mediconet) 치료는 산소 농도 30%, 1.3 기압으로 1회당 40분 실시하였으며 챔버 안의 마사지 기기는 연구대상자들이 리모컨으로 조작 가능한 환경으로 조성되었다. 챔버 옆에 연구자가 상시 대기하였으며, 연구대상자가 이상 반응 호소 시 설치된 인터폰으로 알람이 울려 즉시 대처할 수 있도록 하였다(Fig. 2).



Fig. 2. Inside and outside of oxygen chamber.

산소 챔버 적용 후 예상되는 이상 반응으로는 기압증가로 인한 귀의 불편감과 이명 및 자·타각적 증상으로 분류하였고 이상이 있는 경우 연구담당자가 증례 기록지에 기록하였다. 예상하지 못한 이상 반응(Unexpected Adverse Reaction)

은 임상연구 과정 중 산소 챔버 적용 시 발생한 이상반응으로 사망을 초래하거나 생명을 위협하는 경우, 상기 이상 반응으로 입원 또는 입원 기간의 연장이 필요한 경우, 지속적 또는 의미 있는 불구나 기능 저하를 초래하는 경우, 선천적 기형 또는 이상을 초래하는 경우 및 의학적으로 환자의 안위와 건강상태에 중대한 영향을 미칠 것으로 사료되는 상황이 발생한 경우, 담당의사 및 관련 전문가의 의학적 판단에 따라 중대한 이상 반응으로 간주할 것인가의 여부를 결정하고 이에 따라 적절한 조치를 취하기로 하였다.

3. 통계분석

본 연구에서 수집된 자료의 분석은 SPSS for Windows(ver.21.0) 프로그램을 이용하였으며 항목별로 평균과 표준편차를 산출하였다. 산소 치료 군과 일반 휴식군의 혈중 Lactate, Lactate Dehydrogenase(LDH), Glucose, Creatine Kinase(CK), Free Fatty Acid(FFA)의 혈액학적 검사의 변화량을 비교하기 위하여 Student T-test와 Paired T-test를 실시하였으며 실험자의 신체적 특성 및 생활습관, 활력 징후 비교 및 통계학적 차이는 Fisher's exact test를 시행하였다. 통계적 유의수준은 P값이 0.05 미만으로 정의하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

1) 인구학적 특성

연구대상 중 남녀 간의 나이 및 키, 몸무게에 유의한 차이는 없었다(Table 1).

Table 1. General Characteristics of Subjects

	Male (n=10)	Female (n=10)	Total (n=20)	p-value*
Age	32.80±5.41	32.90±4.31	32.85±4.76	0.43
Height	175.10±4.79	159.77±5.75	167.44±9.40	1.00
Weight	77.50±5.82	54.60±7.79	66.05±13.52	0.05

* : compared between groups, p-value by χ^2 -test

2) 생활습관 및 과거력, 복용 약물 조사
연구대상 중 3명의 남성이 현재 흡연을 하고 있었으며 1일 흡연 양은 평균 10개비였다. 음주를 하는 연구대상자는 없었으며 연구 기간 동안 임상연구대상자는 음주하지 않도록 하였다.
과거력이 있는 사람은 20명 중 남성 1

명(5%)으로 2013년에 두드러기를 진단 받았다. 스크리닝 중 복용하고 있는 약물이 있던 사람은 20명 중 총 2명(10%)으로 남자 1명, 여자 1명이었다. 두 사람 모두 알레르기증세로 각각 지르텍정 0.5 T, 0.3 T를 복용하였으며 임상연구 시작 전 투약 종료되었다(Table 2).

Table 2. Investigation of Subject's Life Style, Past History and Use of Drugs

		Male (n=10)	Female (n=10)	Total (n=20)	p-value*
Smoking	Yes	3 (30.0)	0 (0.0)	3 (15.0)	0.21
	No	7 (70.0)	10 (100.0)	17 (85.0)	
Drinking	Yes	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1.00
	No	10 (100.0)	10 (100.0)	20 (100.0)	
Past history	Yes	1 (10.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	1.00
	No	9 (90.0)	10 (100.0)	19 (95.0)	
Medication	Yes	1 (10.0)	1 (10.0)	2 (10.0)	1.00
	No	9 (90.0)	9 (90.0)	18 (90.0)	

* : compared between groups, p-value by χ^2 -test

3) 활력징후 측정
성인남녀 20명을 대상으로 약 3~4일간격으로 2차례 방문하여 각 방문 당 혈압, 체온, 맥박을 측정하였고, 산소 치료군과 일상 휴식 군으로 나누어 연구를 실시하였다. 실험 전 실시한 활력 징후 측

정 결과, 일상 휴식 군의 수축기 혈압과 맥박이 산소 치료 군보다 평균 0.85 mmHg, 4.3 pulse/min이 낮았고, 일상 휴식 군의 이완기 혈압은 평균 3.05 mmHg 높았으나, 이들은 통계학적, 의학적 의미는 없었다(Table 3).

Table 3. Comparison of Vital Sign Measurement Between Groups

Measurement		Oxygen chamber (n=20)	Rest (n=20)	p-value*
Blood pressure (mmHg)	Systolic	117.70±9.17	116.85±13.08	3.57
	Diastolic	79.65±9.29	82.70±9.48	2.97
Body temperature (°C)		36.48±0.28	36.48±0.30	0.09
Pulse (pulse/min)		77.50±11.39	73.20±10.48	3.46

Values represents the mean±SD.

* : Compared between groups, p-value by student T-test

2. 혈액학적 검사

임상연구 기간 동안 연구대상자들은 1, 2차 방문에서 혈액검사를 시행하였으며 각 방문 당 3회 시행하여 총 6회 채혈하였다. 1회 채혈 당 10 ml로 채혈 량을 제한하였으며 Lactate, Glucose, Lactate Dehydrogenase(LDH), Creatinine Kinase (CK), Free Fatty Acid(FFA)를 측정하였다.

1차 채혈은 방문 4시간 전 공복 상태를 유지하게 한 후 방문하여 20분간의 휴식을 취하게 한 후 시행하였다. 2차 채혈은 6분간 목표 심박 수에 맞추어 자전거 운동을 시행한 후 5분 뒤 채혈하였다. 3차 채혈은 운동 후 40분간 산소치료 및 양와위로 일상 휴식을 취한 후 시행하였다.

1) 1차 유효성 평가

(1) Lactate

혈중 Lactate는 2차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 9.02 mmol/ℓ, 일상 휴식 군은 평균 9.04 mmol/ℓ로 1차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 7.60 mmol/ℓ 증가, 일상 휴식 군은 평균 7.86 mmol/ℓ 증가하여 양 군 모두 1차 채혈과 비교하여 검사 수치가 상승하였다.

3차 채혈에서 산소 치료 군의 혈중 Lactate 수치는 평균 2.16 mmol/ℓ, 일상 휴식 군은 평균 2.46 mmol/ℓ로 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 6.86 mmol/ℓ 감소, 일상 휴식 군은 평균 6.57 mmol/ℓ 감소하여 산소 치료 군이 일상 휴식 군보다 혈중 Lactate 수치가 감소하였으나 통계상 유의하지 않았다(p=0.68)(Table 4).

Table 4. Comparison of Lactate Level between Groups

Measurement	Oxygen chamber (n=20)	Rest (n=20)	p-value‡
Lactate (mmol/ℓ)	1 st blood test	1.42±0.65	1.17±0.36
	2 nd blood test	9.02±2.70	9.04±2.93
	3 rd blood test	2.16±0.85	2.46±1.12
	Difference*	7.60±2.74	7.86±2.98
	Difference†	6.86±2.07	6.57±2.33

Values represents the mean±SD.

* : 2nd blood test-1st blood test

† : 2nd blood test-3rd blood test

‡ : Compared between groups, p-value by paired T-test

2) 2차 유효성 평가

(1) Glucose

혈중 Glucose는 2차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 104.05 mg/dl, 일상 휴식 군이 100.50 mg/dl로 측정되었다. 1차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 4.25 mg/dl 증가, 일상 휴식 군은 2.30 mg/dl 증가하여 양 군 모두 수치 상승이 관찰되었다.

3차 채혈에서 혈중 Glucose의 수치는 산소 치료 군이 평균 97.20 mg/dl, 일상 휴식 군이 평균 92.90 mg/dl로 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 6.85 mg/dl 감소, 일상 휴식 군은 7.60 mg/dl 감소하여 일상 휴식 군에서 혈중 Glucose 수치가 더 감소하였으나 통계상 유의하지 않았다($p=0.83$)(Table 5).

(2) Lactate Dehydrogenase

혈중 Lactate Dehydrogenase는 2차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 180.25 IU/l, 일상 휴식 군이 181.40 IU/l로 측정되었다. 1차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 14.20 IU/l 증가하였고, 일상 휴식 군은 평균 19.85 IU/l 증가하여 양 군 모두 수치 상승이 관찰되었다.

3차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 164.15 IU/l, 일상 휴식 군이 평균 161.60 IU/l로 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 16.10 IU/l 감소, 일상 휴식 군은 19.75 IU/l 감소하여 일상 휴식 군에서 혈중 Lactate Dehydrogenase 수치가 더 감소하였으나 통계상 유의하지 않았다($p=0.41$)(Table 5).

(3) Creatinine Kinase(CK)

혈중 Creatinine Kinase는 2차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 118.50 U/l, 일상 휴식 군이 129.85 U/l로 1차 채혈과 비교하여 산소 치료 군이 평균 11.00 U/l 증가, 일상 휴식 군이 평균 13.60 U/l 증가하여 양 군 모두 수치 상승이 관찰되었다.

3차 채혈에서 혈중 Creatinine Kinase 수치는 산소 치료 군이 평균 105.10 U/l, 일상 휴식 군이 평균 114.60 U/l로 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 13.40 U/l 감소, 일상 휴식 군은 평균 15.25 U/l 감소하여 일상 휴식 군에서 혈중 Creatinine Kinase 치가 더 감소하였으나 통계상 유의하지 않았다($p=0.41$)(Table 5).

(4) Free Fatty Acid(FFA)

혈중 Free Fatty Acid는 2차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 722.85 uEq/l, 일상 휴식 군은 평균 630.10 uEq/l로 1차 채혈과 비교하였을 때 산소 치료 군은 6.80 uEq/l 감소, 일상 휴식 군은 30.15 uEq/l 증가되었다.

3차 채혈에서 Free Fatty Acid는 산소 치료 군이 평균 437.35 uEq/l, 일상 휴식 군이 평균 433.95 uEq/l로 측정되어 2차 채혈과 비교하였을 때 산소 치료 군에서 평균 285.50 uEq/l 감소, 일상 휴식 군에서 평균 196.15 uEq/l 감소되어 양 군 모두 감소하였으나 산소 치료 군이 일상 휴식 군에서 혈중 Free Fatty Acid 치가 더 감소하였으나 통계상 유의하지 않았다($p=0.07$)(Table 5).

Table 5. Comparison of Glucose, Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, Free Fatty Acid Level between Groups

Measurement		Oxygen chamber (n=20)	Rest (n=20)	p-value [‡]
Glucose (mg/dl)	1 st blood test	99.80±14.41	98.20±16.53	0.83
	2 nd blood test	104.05±13.99	100.50±14.58	
	3 rd blood test	97.20±11.28	92.90±11.71	
	Difference*	4.25±16.42	2.30±11.13	
	Difference [†]	6.85±12.14	7.60±9.83	
Lactate dehydrogenase (IU/ℓ)	1 st blood test	166.05±20.84	161.55±27.57	0.41
	2 nd blood test	180.25±22.67	181.40±30.43	
	3 rd blood test	164.15±24.39	161.60±31.25	
	Difference*	14.20±8.63	19.85±10.68	
	Difference [†]	16.10±14.91	19.75±12.46	
Creatine kinase (U/ℓ)	1 st blood test	107.50±41.92	116.25±42.22	0.41
	2 nd blood test	118.50±45.25	129.85±48.89	
	3 rd blood test	105.10±40.86	114.60±43.53	
	Difference*	11.00±6.51	13.60±7.46	
	Difference [†]	13.40±5.69	15.25±8.01	
Free fatty acid (uEq/ℓ)	1 st blood test	729.65±345.43	599.95±225.87	0.07
	2 nd blood test	722.85±277.21	630.10±187.86	
	3 rd blood test	437.35±174.83	433.95±160.49	
	Difference*	-6.80±132.13	30.15±101.65	
	Difference [†]	285.50±174.13	196.15±131.58	

Values represents the mean±SD.

* : 2nd blood test-1st blood test

† : 2nd blood test-3rd blood test

‡ : Compared between groups, p-value by paired T-test

3) 이상반응

실험 참가자 20명에게 산소 치료 중 수면 여부 및 불편하였던 사항을 질문하였다. 20명 중 5명(25.0%)의 실험 참가자가 산소 치료 중 수면을 취하였으며 이상 반응으로는 이부의 통증, 한기 자각, 시끄러운 기계 소리 및 기타 근골격계 통증 등으로 나뉘었다. 20명 중 1명

(5.0%)이 귀 통증을 호소하였고, 20명 중 3명(15.0%)이 추위를 자각하였고 그중 2명은 여성이었다. 20명 중 1명(5.0%)의 여성이 시끄러운 환경, 20명 중 1명(5.0%)의 여성이 근골격계 통증을 호소하였다. 이상 반응에 관한 남녀 간의 차이는 유효하지 않았다(Table 6).

Table 6. Adverse Effect between Sex

Measurement		Male (n=10)	Female (n=10)	Total (n=20)	p-value*
		No. of patients (%)			
Sleep	Yes	2 (20.0)	3 (30.0)	5 (25.0)	0.606
	No	8 (80.0)	7 (70.0)	15 (75.0)	
Ear pain	Yes	1 (10.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	0.305
	No	9 (90.0)	10 (100.0)	19 (95.0)	
Feeling cold	Yes	1 (10.0)	2 (20.0)	3 (15.0)	0.531
	No	9 (90.0)	8 (80.0)	17 (85.0)	
Unsatisfied atmosphere	Yes	0 (0.0)	1 (10.0)	1 (5.0)	0.305
	No	10 (100.0)	9 (90.0)	19 (95.0)	
Etc	Yes	0 (0.0)	1 (10.0)	1 (5.0)	0.305
	No	10 (100.0)	9 (90.0)	19 (95.0)	

* : Compared between groups, p-value by χ^2 -test

IV. 고찰

피로는 정신적, 육체적 질환에 의해 야기되는 신체적이나 정신적인 탈진상태로, 급격한 운동을 시행할 때 생성되는 과도한 에너지에 대한 요구에 부응하기 위한 에너지 생산체계에 산소공급이 정상적으로 이루어지지 않아 생성된다¹¹⁾.

근육 피로는 근육의 반복적인 활동으로 인해 요구되거나 기대되는 힘을 유지할 수 없는 상태로, 장시간 또는 과도한 활동으로 인한 불쾌, 능률저하, 그리고 자극에 대한 반응능력의 상실을 의미한다¹²⁾. 또한 근육 피로는 장시간에 걸친 반복 동작에 의해 근육, 관절, 혈관, 신경 등에 미세한 손상이 발생되고 이것이 누적되어 목, 어깨, 팔, 손목 및 손가락 등에 만성적인 통증으로 발전되어 누적 외상성 질환을 야기하는 원인이 된다¹³⁾.

Lactate는 무산소성 해당 작용의 최종 산물로 스포츠 현장에서 운동 강도와 무산소성 운동능력의 판단 지표로 널리 이용되며, 운동의 큰 부하량, 높은 에너지

양 요구 및 불충분한 산소 공급에 의해 많이 생성된다^{14,15)}. 지속적인 근육 피로 현상은 세포 내의 해당 과정을 통하여 피루브산(Pyruvate)을 젖산(Lactate)으로 전환시킨다¹⁶⁾. 젖산의 축적은 근 피로와 근 통증, 산소부채를 유발하는 주요인으로¹⁷⁾, 축적된 젖산의 산화를 위해서는 산소공급이 필수적이다.

Glucose 또한 운동시간과 강도에 따라 변화하는데 운동 초기의 낮은 강도에서는 농도저하가 발생하며 단기간의 고강도 운동을 반복 수행 시 혹은 직후에 농도 상승이 발생한다¹⁸⁾. 이는 운동초기 및 단기간 고강도의 운동 시간이나 근육에 저장되어 있던 Glycogen이 Glucagon 등의 작용에 의해 혈중에 Glucose를 투입하게 되어 혈당치는 증가하게 되기 때문이며, 반면 장시간 운동을 하게 되면 혈중 Glucose 농도가 점차 감소하게 된다¹⁹⁾. 또한, 근육이나 간에 저장된 당원질이 고갈되면 운동능력이 감소하게 되고, 이로 인하여 뇌기능저하와 피로 현상이 나타난다는 연구 보고가 있다²⁰⁾.

Lactate Dehydrogenase(LDH)는 젖산 생성이 일어나는 시기에 증가하게 되며 축적된 젖산 중 일부분을 초성포도산으로 전환시킨다²¹⁾. 그리고 혈액 내 특이성 효소로 각종 운동 상황에서 동원되는 에너지 시스템을 평가할 수 있는 지표로서 에너지 대사과정 중 대사기능의 적응 정도의 평가, 운동 강도, 운동지속시간, 근육경직, 피로회복 정도, 근육조직 학적 손상 분석 및 체력을 평가하는 데 활용된다²²⁾.

Creatine Kinase(CK)는 주로 뇌, 골격근, 심근에 분포하며²³⁾, 근육수축활동 중 ATP가 ADP와 Pi로 분해되는 것과 거의 동시에 크레아틴인산이 분해된다. 크레아틴인산이 크레아틴과 인산으로 분해되면서 발생하는 에너지는 ATP가 분해되면서 발생하는 에너지양보다 크며, CK는 이 분해 반응에 관여한다²⁴⁾. 운동 수행에 따른 혈중 CK 활성도의 변화는 운동에 따른 신체적 자극에 의한 조직의 손상을 비롯한 피로현상에 대한 지표로 간주되며 효소가 혈중으로 방출됨에 따라 대사과정의 간접적 지표로 간주할 수 있다²⁵⁾.

Free Fatty Acid(FFA)는 지방조직에서 분비되는 농도 증가에 따른 근육 내의 지방산 산화 증가가 골격근에서 포도당 이용을 감소시키고 간에서 포도당 생성이 증가되어 인슐린 작용을 손상시킨다²⁶⁾. 운동은 골격근과 지방조직 내에서 당원 합성효소 증가와 산화효소 활성화 및 지단백 분해효소 작용을 증가시켜 유리지방산 및 중성지방 합성 억제에도 효과적으로 작용하는 역할을 한다²⁰⁾.

한의학적으로 피로는 ‘勞倦傷’, ‘虛勞’, ‘氣虛’, ‘少氣’ 등의 개념이나 증상으로

표현하고²⁷⁾, 《素問·宣明五氣論》에서는 “久臥傷氣, 久坐傷肉”이라고 하여 과로 및 지나친 안일은 形氣 손상을 야기한다고 하였고⁶⁾, 《東醫寶鑑·血問》에서는 “蓋氣者, 血之師也. 氣行則血行, 氣止則血止, 氣溫則血滑, 氣寒則血澁. 氣有一息之不運, 則血有一息之不行”이라 하여 血이 氣의 운행을 따르므로 血行에 있어 氣의 역할이 중요하다고 설명하고 있다²⁸⁾.

산소 챔버 치료는 대기압보다 높은 환경에서 산소를 흡입하여 헤모글로빈과 결합하는 산소량을 증가시켜 산소가 체내 혈액에 침투하도록 유도하여 모세혈관을 통해 체내에 고순도의 산소를 공급하는 치료법으로, 골절이나 인대 손상 같은 정형 외과적 질환, 급성발작, 질식성 뇌증, 시신경염 등의 신경질환, 화상이나 일산화탄소 중독 등의 응급질환 등에 치료 효능을 나타내는 것으로 알려져 있다²⁹⁾. 이는 피로의 한의학적 원인인 氣血의 疏通不利 및 氣의 不足으로 인한 원활하지 못한 血液循環 개선에 큰 치료 효과를 나타낼 것으로 기대된다.

마사지는 근육 피로회복 방법 중 하나로³⁰⁾, 손이나 기계적 장치를 이용하여 연부조직을 직접 조작하는 것으로 엔도르핀 분비를 촉진하여 통증 역치를 높여 신체적, 정신적 이완을 도모하고 생리적인 효과를 얻을 수 있다³¹⁾. 한의학에서는 按摩療法이라 하여 침과 약을 사용하지 않고 인체의 일정한 부위와 혈위에 손을 사용하여 推, 擦, 摩, 叩, 振動 등을 적용하여 질병을 예방하는 방법으로 사용되어 왔다³²⁾. 이를 통해 마사지 효과를 겸비한 산소 챔버의 적용은 血行 개선에 빠른 작용을 하여 근육 피로회복에 효과적일 것으로 기대된다.

본 연구는 20명의 만 19세 이상 45세 이하의 건강한 남녀를 대상으로 마사지 기능을 포함한 산소 챔버를 이용한 근육 피로회복능력에 대한 유효성을 평가하기 위해 남자 10명, 여자 10명을 연구대상자로 배정하여 근육 피로회복에 대한 유효성 및 안정성을 평가하였다.

본 임상연구에 참여하기로 동의한 연구대상자 20명을 3~4일의 기간을 두어 총 2회 방문하게 하였으며, 1차 방문에서 산소 치료군, 일상 휴식 군으로 배정하였다. 2차 방문에서는 산소 치료 군은 일상 휴식 군으로, 일상 휴식 군은 산소 치료 군으로 교차하여 연구하였으며 중도탈락 없이 최종적으로 20명이 임상연구계획서에 따라 임상연구를 종료하였다. 치료 효과에 영향을 줄 수 있는 인구학적 조사, 생활습관 및 병력, 활력 징후를 조사한 결과 양군 간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

1차 유효성 평가 변수로 운동 후 양군간의 혈중 Lactate치 변화량을 관찰하기 위하여 6분간의 고강도 자전거 에르고미터 운동으로 Lactate 생성을 유발하였다. 2차 채혈에서 산소 치료 군은 평균 9.02 ± 2.70 mmol/l, 일상 휴식 군은 평균 9.04 ± 2.93 mmol/l로 1차 채혈보다 산소 치료 군은 평균 7.60 ± 2.74 mmol/l 상승, 일상 휴식 군은 평균 7.86 ± 2.98 mmol/l 상승하여 양 군 모두 운동으로 근육 피로물질인 Lactate 생성이 잘 유발된 것을 관찰할 수 있다. 산소 치료 군은 3차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 2.16 ± 0.85 mmol/l, 일상 휴식 군은 평균 2.46 ± 1.12 mmol/l로 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 6.86 ± 2.07 mmol/l 감소하였고, 일상 휴식 군은 평균 6.57 ± 2.33 mmol/l의 감

소하여 산소 치료 군이 일상 휴식 군보다 더 많이 감소되는 효과가 있었다. 산소 치료 군의 감소치가 더 높은 것은 산소결핍상태의 인체에 산소공급을 하여 인체의 젖산 분해능을 증가시켰다고 해석할 수 있다. 그러나 통계상으로는 유의하지 않았는데($p=0.68$), 임상연구대상자의 수가 적어 추후 더 많은 연구대상자의 모집을 하여 연구를 진행한다면 통계상으로도 유효한 결과를 얻을 수 있을 것이라고 사료된다.

2차 유효성 평가 변수인 혈중 Glucose, Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, Free Fatty Acid 수치변화에서 Glucose는 3차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 97.20 ± 11.28 mg/dl, 일상 휴식 군이 평균 92.90 ± 11.71 mg/dl로 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군이 평균 6.85 ± 12.14 mg/dl 감소, 일상 휴식 군이 평균 7.60 ± 9.83 mg/dl 감소하여 일상 휴식 군에서 더 감소되었으나 통계상 유의하지 않았다($p=0.83$). 6분간의 고강도 자전거 운동으로 근육에 저장되어 있던 Glycogen이 혈중에 Glucose를 투입하여 Glucose 수치가 상승되었고¹⁹⁾, 운동 후 산소 치료와 일상 휴식을 하여 근육 내의 Glycogen이 Glucose를 공급할 필요가 없어서 양 군 모두 혈중 Glucose 수치가 하강한 것으로 추정할 수 있다.

Lactate Dehydrogenase(LDH)는 3차 채혈 시 산소 치료 군이 평균 164.15 ± 24.39 IU/l, 일상 휴식 군이 평균 161.60 ± 31.25 IU/l으로, 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군은 평균 16.10 ± 14.91 IU/l 감소, 일상 휴식 군은 평균 19.75 ± 12.46 IU/l 감소하여 일상 휴식 군에서 더 감소하였으나 통계상으로 유의하지 않았다($p=0.40$). 운동 시 체내에서 과량의 pyruvate가 생

성되고 이것이 전환되어 Lactate가 형성되는데 이 과정에서 LDH가 촉매제 역할을 한다³³⁾. 산소 치료 군과 일상 휴식 군 모두 혈중 LDH 수치가 감소한 것은 양군 모두 적절한 휴식이 이루어져 Lactate의 수치 감소에 따라 LDH도 감소된 것으로 추정된다.

Creatine Kinase(CK)는 3차 채혈에서 산소 치료 군은 평균 105.10 ± 40.86 U/l, 일상 휴식 군은 평균 114.60 ± 43.53 U/l로 2차 채혈과 비교하였을 때 산소 치료 군에서 평균 13.40 ± 5.69 U/l 감소, 일상 휴식 군에서 평균 15.25 ± 8.01 U/l 감소되어 일상 휴식 군에서 더 감소하였으나 통계상 유의하지 않았다($p=0.41$) CK는 Phosphate를 ADP로 전이시켜 ATP생성을 돕는데, 운동으로 인해 근육 조직이 손상되어 필요한 산소량이 증가하면 세포질 내에서는 ATP의 재합성이 활발해져서 CK도 증가하게 된다³⁴⁾. 이로 미루어 보아 CK는 피로도를 측정하는 지표로 간주할 수 있다. 3차 채혈 시 산소 치료 군과 일상 휴식 군에서 CK수치가 모두 감소된 것으로 보아 적절한 휴식을 취해서 근육 조직의 손상이 회복되어 산출된 결과로 추정할 수 있다.

Free Fatty Acid(FFA)는 3차 채혈에서 산소 치료 군이 평균 437.35 ± 174.83 uEq/l, 일상 휴식 군은 평균 433.95 ± 160.49 uEq/l로 2차 채혈과 비교하여 산소 치료 군이 평균 285.50 ± 174.13 uEq/l 감소, 일상 휴식 군은 평균 196.15 ± 131.58 uEq/l 감소되어 산소 치료 군에서 더 감소하였으나 통계상 유의하지 않았다($p=0.07$). 혈중 FFA는 근육에서는 에너지원으로 사용되고, 운동 시 근육 내 Glycogen이 소모될 경우 Glucose와 함께 상승되는데 이를

Glucose-Fatty acid cycle이라고 한다³⁵⁾. 산소 치료 군과 일상 휴식 군에서 Glucose수치와 FFA가 유의하게 감소하였으나 혈중 FFA의 감소치는 산소 치료 군에서 더 많이 감소되었다. 이는 산소결핍 상태인 근육에 산소를 공급하여 혈중 FFA의 수치를 감소시켜서 산출된 결과로 추정할 수 있다.

결과를 종합해 보면 마사지 기능을 가진 산소 챔버가 근육 피로회복능력을 상승시켜 운동 후 산소 치료 군에서 혈중 Lactate 수치와 FFA수치가 더 감소된 것으로 보아 추후 피로누적으로 인해 발생한 근골격계 질환 및 부인과 질환 치료에도 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 임상연구대상자의 수를 늘리고 자전거 에르고미터 적용뿐만 아니라 트레드밀 운동을 적용하여 연구를 진행한다면 통계적으로도 유의한 결과를 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

V. 결 론

산소 챔버 치료가 근육 피로회복에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 운동부하에 의한 임상연구를 실시하고, 유효성을 검증하기 위하여 혈액학적 검사법으로 Lactate의 변화와 함께 Glucose, Lactate Dehydrogenase(LDH), Creatine Kinase(CK), Free Fatty Acid(FFA) 등의 변화를 측정한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 산소 치료 군의 Lactate는 평균 6.86 mmol/l가 감소되었으며, 일상 휴식 군의 평균 6.57 mmol/l 감소하여 산

- 소 치료 군이 더 감소하였으나 유의하지 않았다($p=0.68$).
2. 산소 치료 군의 Glucose가 평균 6.85 ± 12.14 mg/dl가 감소되었으며, 일상휴식 군은 평균 7.60 ± 9.83 mg/dl 감소하여 일상휴식 군에서 더 감소하였으나 유의하지 않았다($p=0.83$).
 3. 산소 치료 군의 Lactate Dehydrogenase (LDH)는 평균 16.10 ± 14.91 IU/l가 감소하였으며, 일상 휴식 군은 평균 19.75 ± 12.46 IU/l 감소하여 일상 휴식 군에서 더 감소하였으나 유의하지 않았다($p=0.41$).
 4. 산소 치료 군의 Creatine Kinase(CK)는 평균 13.40 ± 5.69 U/l가 감소하였으며, 일상휴식 군은 평균 15.25 ± 8.0 U/l 감소하여 일상 휴식 군에서 더 감소하였으나 유의하지 않았다($p=0.41$).
 5. 산소 치료 군의 Free Fatty Acid(FFA)는 평균 285.50 ± 174.13 uEq/l가 감소하였으며, 일상휴식 군의 평균 196.15 ± 131.58 uEq/l보다 더 감소하였으나 유의하지 않았다($p=0.07$).

- Received : Apr 25, 2016
- Revised : Apr 29, 2016
- Accepted : May 07, 2016

참고문헌

1. Jeong HG, et al. A Relationship between Cumulative Trauma Disorder and the Type of Workstations and chairs in Workers with Repetitive Motion Tasks. Korean J occup Environ Med. 2001; 13(2):152-63.
2. Choi ES, Song MS. Concept Analysis: Fatigue. Korean Society of Women Health Nursing. 2003;9(1):61-9.
3. Jung HS, et al. Effects of Rhodiolarosea (KH101) on Anti-fatigue in Forced Swimming Rats. Korean Journal. Oriental Int. Med. 2008;29(4):922-38.
4. Bigland-Ritchie B, Cafarelli E, Vollestad NK. Fatigue of submaximal static contractions. Acta Physiol Scand Suppl. 1986;556:137-48.
5. Wang B. Huangjenaegyongsomun. Seoul: Daesungmunhwasa. 1985:55.
6. Korean medicine for women compilation committee. Oriental Obstetrics & Gynecology. Seoul:Euisungdang. 2012: 91-2.
7. Cho MG, Choi HS. Design of Oxygen Chamber System for Diagnosis and Treatment of Cold Hypersensitivity. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2012; 13(2):6013-21.
8. Ernest E. Massage therapy for low back pain: A systematic review, J pain Symptom Massage. 1999;17(1): 65-9.
9. Astrand PO, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. Journal of Applied Physiology. 1954;7(2):218-21.
10. Lee YG, Kim CH, Kim BW. Effects of 12-week aerobic training on body fat reduction depends on body parts. Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance.

- 2003;42(5):687-96.
11. National Teacher Training Center for Health Personnel. Family Medicine. Seoul:Seoul National University publishing department. 2003:139-42.
 12. Galganski ME, Fuglevand AJ, Enoka RM. Reduced control of motor output in human hand muscle of elderly subjects during submaximal contractions. *Journal of Neurophysiology*. 1993;69:2108-15.
 13. Brogmus GE, Sorock GS, Webster BS. Recent trends in work related cumulative disorders of the extremities in the United States: An evaluation of possible. *Journal of occupational & Environmental*. 1996;38:401-11.
 14. Jeon TW. Sports and exercise physiology experimental method. Seoul:Mujigaesa. 2005:153.
 15. Karlsson J, Saltin B. Lactate, ATP and CP in working muscles during exhaustive exercise in man. *J Appl Physiol*. 1970;29:598-602.
 16. Shin YH, Kang HY. Comparison of the Different Lactate Analysis Methods during the Graded Exercise. *Exercise Science*. 2014;23(2):149-57.
 17. Yoo JH, Choi HN. The Responses of Catecholamine and Lactate on resistance exercise of Various Intensities. *Korean Society For Health Promotion And Disease Prevention*. 2004;4(3):162-70.
 18. Park YH. The changes of blood lactate concentration and Double Product according to resting method after submaximal treadmill exercise. Graduate School of WooSuk University. 2013.
 19. Bergstrom H, Hultman E. A study of glycogen metabolism during exercise in man. *Scandinavica Journal Clinical and Laboratory Investigation*. 1967;19:218-28.
 20. Kang SJ, Kim BR, Jung SR. The effect of aerobic exercise on insulin resistance and free fatty acids of impaired fasting glucose in middle aged women. *Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*. 2010;49(2):399-408.
 21. Ahn ES, et al. Effect of Ornithine 2-Oxoglutarate administration on blood lactic acid and LDH, ALT activity during submaximal exercise. *Korean journal of Physical education*. 2001;40(1):533-41.
 22. Hollozy JO, Booth FW. Biochemical adaptation to endurance exercise in muscle. *Annu Rev Physiol*. 1976;38:273-91.
 23. An Oriental medical specialist committees. Oriental hospital treatment guidelines for Intern. Seoul:Koonja. 2012:87-100.
 24. Kim DG, Park WH, Cha YY. Effect of Kyungohkgo on Aerobic Capacity and Anti-fatigue in High School Soccer Players. *Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology* 2011;25(5):934-44.
 25. Janssen GM, et al. Plasma activity of muscle enzymes: quantification of skeletal muscle damage and relationship with metabolic variables. *Int J sports Med*. 1989;10(3):160-8.

26. Birnbaum MJ. Lipolysis more than just a lipase. *Journal of Cell Biology*. 2003;161(6):1011-2.
27. Hwang JH, et al. A study on the short-term effects of Ginseng Radix Alba extract on muscle fatigue and blood components of the rats. *J Korean Obstet Gynecol*. 2007;20(2): 97-106.
28. Heo J. *Dongeuibogam*. Seoul: Bubinbooks. 2007:300.
29. Lyoo JH, et al. A study on Clinical use of Hyperbaric Oxygen therapy of the oral and maxillofacial region. *International Association of Oral Maxillofacial Surgeons*. 2001;27(5): 447-52.
30. Mutch BJ, Banister EW. Ammonia metabolism in exercise and fatigue. a review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1983;15:41-50.
31. Yoon JY, et al. Influence of the Application to Hyperbaric Oxygen Therapy and Physical Therapy on Chronic Low Back Pain in Elderly. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2011;23(4):23-8.
32. Lee KN, Lee SD. *Traditional Oriental preventive medicine*. Seoul: Seongbosa. 1995:59.
33. Granholm L, Sieesjo BK. Signs of cerebral hypoxia in hyperventilation. *Expeirmentia(Basel)*. 1968;24:337-8.
34. Haas RC, Strauss AW. Seperate nuclear genes encode sarcomere-specific and ubiquitous human mitochondrial creatine kinase isoenzymes. *J Biol Chem*. 1990: 265:6921-7.
35. Randle PJ, et al. The Glucose-fatty adic cycle. Its role in insulin sensitivity and the metabolic disturbances of diabetes mellitus. *Lancet*. 1963;1(7285) :785-9.