

健脚湯 섭취가 엘리트 장거리 달리기 선수의 유산소성 능력 향상에 미치는 영향

이정필 · 정희정 · 최영진^{1*} · 안규석² · 오재근

한국체육대학교 스포츠의학연구실, 1: 경희다복한의원, 2: 경희대학교 한의과대학

Development of Herbal Drink to Improve Aerobic Capacity in Elite Endurance Runners

Jeong Pil Lee, Hee Jung Jung, Yeong Jin Choe^{1*}, Kyoo Seok Ahn², Jae Keun Oh

*Lab of Sports Medicine, Korea National Sport University, 1:Dabok Korean Medical Clinic,
2:College of Oriental Medicine, KyungHee University*

The purpose of this study was to identify the effects of oriental herbal drink to improve aerobic capacity in elite endurance runners. 14 male elite college runners were participated and divided into two group; i) oriental herbal drink group (OG), ii) placebo group (PG). All subjects were completed treadmill exercise protocol using GXT at before (B) and after (A) experimental treatment of one week. The VO_{2max}, anaerobic threshold (AT) were measured by gas analysis and heart rate (HR) were measure by polar system at pre, max, post, post 30 min and post 60 min. Blood samples were collected to analyze blood components. The VO_{2max} were significantly increased in OGA compared to OGB whereas the VO_{2max} and AT in OGA were significantly higher than PGA. The blood lactate concentration were shown higher decrease rate in OGA compared to both OGB and PGA during recovery whereas LDH and Na were significantly increased in OGA compared to both OGB and PGA. The blood concentrations of Cl and K were significantly increased in OGA compared to PGA. There were no significant differences were founded in WBC, RBC, Hct, Hb and other components associated with energy sources(glucose, TG, TC, HDL, LDL, creatinine, CPK). These results suggested that this oriental herbal drink can be administrated to improve aerobic capacity in long distance runners.

Key words : Herbal drink, Aerobic Capacit, Elite Endurance Runners

서 론

경기력 향상을 위해 특화된 기존의 기능성 음료의 경향을 살펴보면, 운동으로 인해 손실된 수분과 전해질 공급을 위한 이온음료가 주를 이루고 있으며, 이들 대부분은 생리적 기능의 활성화를 통한 피로의 억제나 회복 속도의 증가에 중점을 두고 있다.^{2,34,39,42)} 운동 수행시 유발되는 탈수현상은 혈액 수분의 감소, 혈액 농축 및 전해질 손실로 인해 결과적으로 수분대사의 불균형을 초래함으로써 극심한 갈증, 근육내의 산성증을 유발하는데, 이를 개선하기 위해 개발된 스포츠 음료는 운동시 효율적인 신

체 향상성 유지는 물론 운동수행 능력을 향상시킬 수 있어야 할 것이다.¹⁹⁾

하지만, 기능성 음료의 하나로서 상품화되어진 기존의 여러 스포츠 드링크는 단순한 수분흡수와 전해질 공급에 주안점을 두고 제작되어 단지 갈증해소만을 충족시켜 주기 때문에 원천적인 피로 회복과 운동수행능력 향상의 기능이 결여되어 있다고 볼 수 있다.

운동에너지의 대부분을 유산소성 대사 능력에 의지하는 마라톤 경기는 지구성 운동으로 오랜 시간 지속적인 스피드를 유지하는 것이 승부의 관건이 되지만, 반드시 대사적 산성증을 유발하지 않는 무산소 역치이하의 운동강도만으로 트레이닝이 계획되지는 않는다.^{22,43)} 따라서 장시간의 운동수행을 요구하는 마라톤 경기 시 경기력 향상을 위한 스포츠 음료의 개발에는 에너지원의 저하 및 대사 부산물의 축적, 신경근육계의 기능저하, 수

* 교신저자 : 최영진, 서울시 송파구 가락동 성지빌딩 3층 경희다복한의원

· E-mail : doctorplus@naver.com, · Tel : 02-431-1600

· 접수 : 2006/03/13 · 수정 : 2006/05/26 · 채택 : 2006/06/12

분대사의 불균형 등이 포괄적으로 고려되어야 할 것이다.^{41,42)}

최근 들어 한의학적 이론을 기초로 한약 제재를 응용하여 갈증해소 및 피로회복을 목적으로 하는 스포츠 음료를 개발하기 위하여 다양한 응용이 시도되어 왔다.^{1,2,19,35,47)}

우선 단일 약물에 관한 실험으로는 인삼,^{30,28,5,31,25,16)} 오가피,^{17,23,10)} 매실,²⁸⁾ 오미자,¹³⁾ 동충하초,²¹⁾ 죽려,⁴⁾ 인진⁹⁾ 등이 있으며, 처방약물에 의한 연구는 補氣, 補血, 補氣血劑 위주로 이루어 져는데, 주로 四物湯,²⁰⁾ 四君子湯,²⁰⁾ 八物湯,^{16,28)} 雙和湯,²⁷⁾ 補中益氣湯,^{11,12)} 滋暑益氣湯,^{14,15)} 六味地黃湯^{3,27)} 등을 중심으로 실시되었다.

그 중에서도 특히 雙和湯은 補氣血劑에 해당하여 溫陽과 补陰의 작용이 있다하여 처방명을 雙和라고 한 것에서도 알 수 있듯이 房勢, 虛勞, 补氣, 补血 등에 광범위하게 사용하여 왔으며,³²⁾ 이미 동물실험을 통하여 항피로 효과와 근육피로회복의 효능³²⁾을 입증한 바가 있다.

하지만, 다양한 가능성에도 불구하고 쌍화탕을 이용한 유산소성 경기력 향상의 가능성에 대한 포괄적인 연구는 아직 미비한 상태이다. 雙和湯은 정신과 기운이 다 피곤하고(心力俱勞), 기와 혈이 모두 상한 것(氣血皆傷), 성생활을 한 뒤 끊임없이 하거나(或房室後勞役) 힘든 일을 하고 나서 성생활을 하는 것(或勞役後犯房), 중병을 앓은 뒤에 허로로 기가 부족해서 저절로 땀이 나는 것(及大病後虛勞 氣乏 自汗) 등을 치료하는 처방으로, 이는 현대의 운동선수들이 강도 높은 운동 후에 느끼는 육체피로의 증상과 매우 유사하다.

따라서 본 연구는 이러한 雙和湯을 기본방으로 처방한 健脚湯을 장거리 달리기 선수에게 1주일 동안 투여한 다음 선수의 경기력 관련 생리학적 요소에 미치는 영향을 관찰하여, 경기력 향상을 위한 한방음료의 가능성을 검증하는데 그 목적이 있다.

연구 방법

1. 연구대상

서울 소재 H 대학에 재학 중인 남학생 중 전문적으로 장거리 달리기에 참가하고 있는 엘리트 선수 14명을 연령 등의 개인 특성을 고려하여 연구 대상으로 하였으며, 한약음료 집단과 위약 음료 집단에 각 7명씩 배정하였다. 모든 참가자는 합숙훈련을 통해 동일한 식단구성과 훈련계획에 참가하는 선수로 1개월 이내에 약물복용이나 보약 등의 섭취 경험이 없으며, 실험 중에도 실험 결과에 영향을 미칠 수 있는 식사와 음료의 섭취를 제한하였다. 대상자의 특성은 다음의 Table 1과 같다.

Table 1. Individual characteristics of subjects

음료	연령(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	체지방률(%)
한방	20.14	173.57	61.76	14.44
	±1.07	±3.91	±3.08	±1.33
위약	20.86	175.14	62.20	13.73
	±1.07	±5.87	±2.82	±1.26

2. 한방 처방 구성

운동 선수들의 경기력 향상을 위해 氣와 血을 동시에 补할 수 있는 雙和湯을 기본방으로 하여 처방을 구성하였으며, 补肝腎

强筋骨하는 牛膝 杜沖 繢斷과 生津止渴를 위한 麥門冬 五味子와 补脾胃하는 砂仁을 추가하고, 补陽하는 鹿茸을 加하여 健脚湯으로 명명하였다. 따라서 白灼藥 12.5g 鹿茸 10g 大棗 8g 熟地黃 黃芪 當歸 川芎 砂仁 牛膝 杜沖 繢斷 麥門冬 生薑 5g 桂皮 甘草 3.5g 五味子 2.5g을 1첩으로 하고, 20첩 분량의 한약을 부직포에 넣어 약탕기에 3시간 달린 후 125ml씩 포장하였다(총 42 봉지). 1일 3회 식사 30분 후에 복용하였다.

실험을 위한 僞藥은 大棗 8g 生薑 砂仁 5g 감초 3.5g을 1첩으로 하여 맛과 향이 실험약과 유사하도록 제조하였다.

3. 운동부하 방법

1주일간 한방음료를 섭취한 한방음료 그룹 및 위약을 섭취한 위약 그룹의 시험 대상자들을 30분간의 휴식 후 트레드밀(treadmill, Quinton, U.S.A)을 이용하여 10분간의 준비운동과 운동부하시험을 실시하였다. 실험에 적용된 프로토콜은 KSSI(한국 체육과학연구원)에서 개발, 사용하고 있는 점증부하 방법으로 경사도 6%, 80m/분의 속도에서 시작하여 매 2분마다 20m/분씩 증가시키는 방식으로 all-out 때까지(피험자가 의지적으로 더 이상 운동을 지속할 수 없을 때까지) 실시하였다.

4. 측정 및 분석 방법

모든 피험자는 개인별 특성 검사를 위해 실험 전 신장계 및 In-body 4.0(Biospace Co., Korea)을 이용하여 신장, 체중, 체지방을 측정하였다. 유산소 운동능력 향상을 검사하기 위해 한방음료 및 위약의 섭취 전과 섭취 후에 동일한 조건으로 운동부하시험을 실시하여 최대 산소 섭취량 및 무산소성 역치를 측정하였다. 또한, 피로회복능력 검사를 위해 한방음료 및 위약을 섭취하기 전 및 후 각각의 경우에, 안정시, 상기 운동부하시험을 실시한 운동 직후, 운동 후 30분, 및 운동 후 60분에 심박수, 혈중 락테이트, 및 혈중 LDH에 대해 측정하였다. 심박수의 경우는 운동부하시험 중 최대 심박수를 추가적으로 더 측정하였다. 그 외 전해질, 혈액세포 구성성분, 에너지 대사 관련 변인들의 변화도 함께 분석하였다. 혈액은 안정시, 운동직후, 운동 후 30분 및 60분에 8cc 씩 sampling하여 분석항목에 따라 즉시 전처리 후 보관하였으며, 각 항목별 분석 방법은 다음의 Table 2와 같다.

Table 2. Contents of analysis and analyzing method

항 목	내 용	분석방법
Blood cell count	RBC, WBC, Hct, Hb	녹십자에 의뢰
전해질	Na, K, Cl, Ca creatinine	
혈액 성분	Glucose CPK, TC, TG, HDL, LDL, LDH Lactate	혈당측정기 KOBAS KIT YSI lactate analyzer

1) 최대 산소 섭취량($\text{VO}_{2\text{max}}$) 측정방법

운동시 시간의 경과에 따라 분당 산소섭취량을 측정해 보면, 운동이 계속됨에 따라 산소섭취량도 증가하게 되나, 어느 시점부

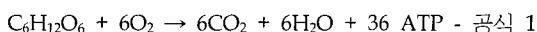
터는 운동이 계속되어도 산소섭취량이 더 이상 증가하지 않고 고원상태(plateau)를 이루게 되며, 이때의 분당 산소 섭취량이 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 가 된다.

본 연구에서는 운동부하를 위해 Marquette Electronic(U.S.A) 사의 Series 2000 treadmill을 사용하였으며, SensorMedics(U.S.A) 사의 Vmax 2130 system을 이용, breath by breath exercise법으로 가스분석을 통해 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 를 측정하였다. 분석에 사용된 가스의 농도는 산소(O_2) 16%와 이산화탄소 (CO_2) 4% 및 질소(N_2)가 혼합된 표준가스와 산소(O_2) 26%와 질소(N_2)가 혼합된 표준가스로 calibration syringe를 이용 3-6 LPS의 속도로 왕복하여 $\pm 3\%$ 오차 범위 안에서 설정하였다. 진행 중 허용 범위를 넘어섰거나 매 측정 중 오차 범위가 초과하면, 화면에 제시된 지시에 따라 재조정 과정을 거쳤다. 피험자의 호흡은 마스크로 대기와 차단된 상태로 가스분석기에서 제공된 가스만으로 호흡하게 되며, 이때 산소섭취량을 포함한 여러 호흡관련 자료는 가스분석기가 호흡의 유속과 호흡 가스 중 산소와 이산화탄소의 함량을 계산하여 자동으로 제시하게 된다. 운동부하 검사가 종료된 후 장비에 내장된 수식에 의해 제시된 최종 값을 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 로 설정하였다.

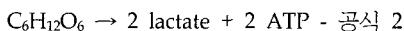
2) 무산소성 역치의 측정 방법

(1) AT(Aerobic Threshold)

사람이 운동을 하게 되면, 운동을 유지하기 위해 운동에 동원되는 근육에 지속적으로 에너지를 공급해 주어야 하며, 이에 너지는 ATP라는 중간 매개체를 통하여 얻어지게 되고, ATP는 연료(탄수화물, 지방)의 연소를 통하여 얻게 된다. 산소가 충분한 상황에서는 탄수화물이 연소되면, 다음의 과정에 따라 ATP가 생성되며, 이를 유산소과정이라 한다.



하지만, 운동 강도가 증가하거나 지속되게 되면 필요한 산소의 양이 점차로 증가하게 되며, 어느 시점 이후부터는 산소 없이 탄수화물의 연소가 이루어지게 되어 다음의 경로에 의하여 ATP가 발생하게 되는데, 이를 무산소과정이라 한다.



운동하는 근육의 산소요구량이 충족되지 못하여 무산소 운동이 시작되는 시점에서의 분당 산소섭취량을 AT(무산소성 역치)라고 하여 운동부하 검사에서 얻을 수 있는 아주 중요한 자료이다. 개체는 이 순간을 지난 뒤에도 운동을 계속할 수 있으며, AT 수준은 정상적으로는 최대산소섭취량의 50-60%이며 40% 이하일 경우 비정상적으로 무산소성 운동이 시작된 경우로 근육으로의 산소 공급 이상을 초래할 수 있는 모든 질환에서 이러한 소견이 관찰된다.

(2) AT의 측정

무산소 운동이 시작되는 순간부터 위의 공식 2에 의하듯이 혈중 lactate의 값이 상승하게 되므로 혈중 lactate의 값을 측정함으로써 그 순간을 알아낼 수 있으나, 직접 혈중 lactate를 측정하지 않고도 여러 가지 간접적인 항목을 통하여 그 순간을 알아낼 수 있다. 혈중에서 lactate는 중탄산염(bicarbonate)에 의하여 중화되어 H_2O 와 CO_2 를 발생시킨다.



따라서 무산소 운동에 의해 lactate가 발생하게 되면 상기 공식에 의해 CO_2 가 발생하게 되며, 탄수화물의 연소에 의해 발생하는 CO_2 에 추가되어 혈중 CO_2 농도가 증가한다. 이에 따라 분당 호흡으로 배출되는 CO_2 의 양도 증가하게 되며, 증가된 혈중 CO_2 가 호흡 중추를 자극하게 되어 분당 호흡량(V_E)이 증가하게 된다. 따라서 운동을 지속하게 되면 분당 산소소비량(VO_2)과 이산화탄소 배출량(VCO_2), 분당 호흡량(V_E)이 지속적으로 증가하게 되지만, 무산소운동이 시작되면 상기의 이유들로 인해 VCO_2 와 V_E 가 더욱 가파르게 증가하게 되며, 이에 의하여 VCO_2/VO_2 (respiratory quotient), V_E/VO_2 의 값이 급격히 증가하게 된다. 따라서 이렇게 기울기가 증가하는 시점을 알아냄으로써 AT 수준을 확인할 수 있다.

3) 심박수 측정방법

심박수 측정을 위해 피험자에게 POLAR 심박측정기(Polar Electro, Finland)를 착용하게 하여, 상기 운동 부하방법을 실시한 운동 직후, 운동 후 30분, 및 운동 후 60분에 측정하였다.

4) 락테이트 및 LDH의 측정방법

상기 피험자가 상기 운동 부하 시험을 실시하기 전 안정시, 운동 직후, 운동 후 30분, 및 운동 후 60분에 피험자로부터 혈액을 8cc 씩 sampling하여, LDH는 COBAS MIRA Plus Chemistry Analyzer(Roche, U.S.A)를 이용하여 측정하였으며, 락테이트는 YSI 1500 락테이트 분석기(YSI Inc., U.S.A)를 이용하여 측정하였다.

연구 결과

1. 유산소성 운동능력의 변화

1) 최대산소섭취량의 변화

엘리트 마라톤 선수들을 대상으로 1주일간의 한방음료 및 위약 섭취 전후 최대산소섭취량을 분석한 결과 Fig. 1과 같이 한방음료 집단에 있어서만 사전 $3.51 \pm 0.38 \text{ L/min}$ 에 비해 사후 $3.99 \pm 0.30 \text{ L/min}$ 로 $p < .05$ 수준에서 12.72%의 향상을 보였으며, 사후에 있어서는 한방음료 집단이 위약집단의 $3.56 \pm 0.19 \text{ L/min}$ 에 비해 $p < .01$ 수준에서 13.93% 높은 것으로 나타났다.

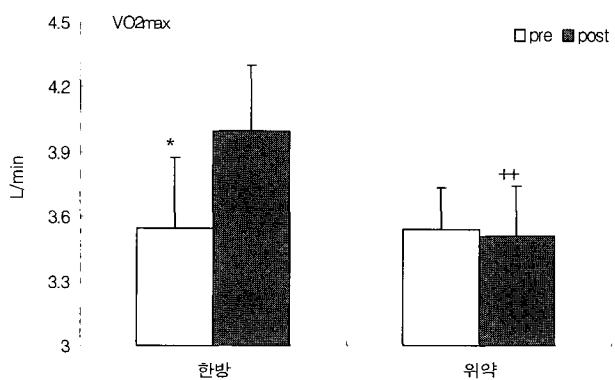


Fig. 1. Effect of decoction on $\text{VO}_{2\text{max}}$. * $p < .05$ vs post, ** $p < .01$ vs oriental herbal drink

2) 체중당 최대산소섭취량의 변화

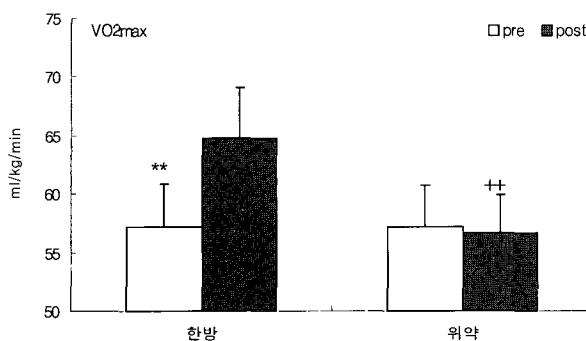


Fig. 2. Effect of decoction on $\text{VO}_{2\text{max}}$ per weight(kg) of each subject. ** p<.01 vs post, ++ p<.01 vs oriental herbal drink

섭취음료에 따른 전·후 및 집단간 체중당 최대산소섭취량을 분석한 결과 Fig. 2와 같이 한방음료 집단에 있어서만 사전 $57.21 \pm 3.70 \text{ ml/kg/min}$ 에 비해 사후 $64.79 \pm 4.34 \text{ ml/kg/min}$ 로 $p < .01$ 수준에서 13.26%의 향상을 보였으며, 사후에 있어서는 한방음료 집단이 위약집단의 $56.63 \pm 3.32 \text{ ml/kg/min}$ 에 비해 $p < .01$ 수준에서 14.42% 높은 것으로 나타났다.

3) 무산소성 역치 수준의 변화

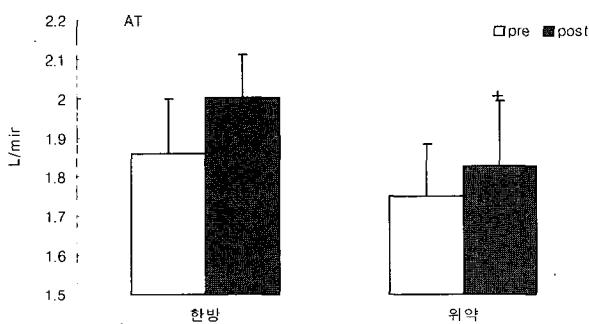


Fig. 3. Effect of decoction on anaerobic threshold + p<.05 vs oriental herbal drink

섭취음료에 따른 전·후 및 집단간 무산소성 역치 수준을 분석한 결과 그림 3과 같이 섭취 후의 측정에서 한방음료 집단이 $2.00 \pm 0.11 \text{ L/min}$ 으로 위약집단의 $1.83 \pm 0.17 \text{ L/min}$ 에 비해 $p < .05$ 수준에서 9.48% 높은 것으로 나타났다.

2. 피로 회복 능력

1) 심박수의 변화

엘리트 마라톤 선수들을 대상으로 1주일간의 한방음료 및 위약 섭취 전·후 최대운동 및 회복시 심박수의 변화를 측정한 결과 그림 4와 같이 사후 측정에 대한 분석에서 섭취음료에 따른 집단 간 $p < .05$ 의 유의 수준에서 차이가 발견되었다.

각각의 측정시기별 심박수에서는 Table 3과 같이 유의한 차이를 발견할 수 없었으나, 사후 측정에서 한방음료 집단이 $190.57 \pm 9.40 \text{ bpm}$ 으로 위약집단 $187.14 \pm 6.36 \text{ bpm}$ 에 비해 1.83% 높았으나, 운동 직후 및 회복기에서는 모두 낮은 경향을 보여 회복 60분에 있어서는 한방음료 집단이 $59.00 \pm 6.66 \text{ bpm}$ 으로 위약

집단의 $2.54 \pm 2.54 \text{ bpm}$ 에 비해 9.03% 낮은 경향을 보였다.

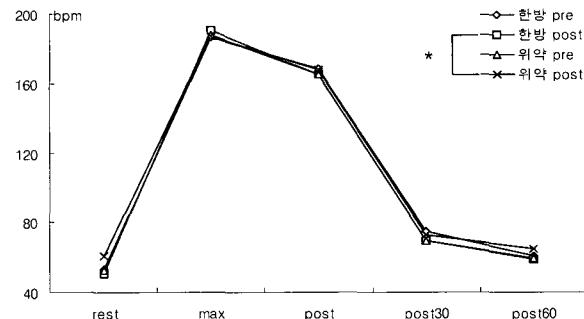


Fig. 4. Effect of decoction on heart rate. * p < .05

Table 3. Effect of decoction on heart rate (bpm; beat/min)

음료	시기	rest	max	post	post30	post60
한방	pre	53.57 ± 6.53	186.71 ± 4.82	168.86 ± 14.09	75.14 ± 3.76	60.71 ± 2.21
	post	50.86 ± 7.47	190.57 ± 9.40	164.86 ± 7.71	69.71 ± 7.52	59.00 ± 6.66
위약	pre	52.57 ± 6.50	187.86 ± 5.93	164.86 ± 11.20	69.43 ± 5.00	59.43 ± 5.38
	post	60.86 ± 7.65	187.14 ± 6.36	168.00 ± 11.60	73.00 ± 5.80	64.86 ± 2.54

All values are $M \pm SD$

2) Lactate의 변화

lactate의 경우 Fig. 5와 같이 사후 측정에 대한 분석에서 음료의 종류에 따라 집단간 $p < .01$ 의 수준에서 유의한 차이가 발견되었으며, 한방음료 집단의 경우 전·후 간에 $p < .01$ 수준에서 유의한 차이가 발견되었다.

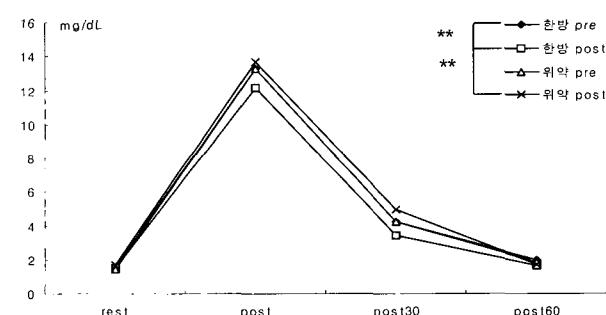


Fig. 5. Effect of decoction on lactate in blood. ** p<.01

측정 시기별 분석결과 한방음료 집단의 경우 post에서는 사전 $13.69 \pm 1.62 \text{ mg/dL}$ 에서 $12.14 \pm 0.97 \text{ mg/dL}$ 로 $p < .05$ 수준에서 11.31%, post 30에서는 사전 4.99 ± 1.00 사후 $3.46 \pm 0.74 \text{ mg/dL}$ 로 $p < .01$ 수준에서 12.61%의 유의한 감소가 관찰되었다.

Table 4. Effect of decoction on lactate level in blood (mg/dL)

음료	시기	rest	post	post30	post60
한방	pre	1.70 ± 0.46	$13.69 \pm 1.62^*$	$4.99 \pm 1.00^{**}$	1.73 ± 0.38
	post	1.54 ± 0.33	12.14 ± 0.97	3.46 ± 0.74	1.88 ± 0.29
위약	pre	1.44 ± 0.26	13.29 ± 1.55	4.25 ± 1.01	1.83 ± 0.31
	post	1.56 ± 0.29	$13.29 \pm 0.94^+$	4.24 ± 0.66	1.96 ± 0.45

All values are $M \pm SD$. * p<.05, ** p<.01 vs post + p<.05 vs oriental herbal drink

3) LDH의 변화

LDH의 변화를 분석한 결과 Fig. 6과 같이 음료의 종류에

따라 집단간 $p<.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 발견되었으며, 한방음료 집단의 경우 전·후 간에 $p<.01$ 수준에서 유의한 차이가 발견되었다.

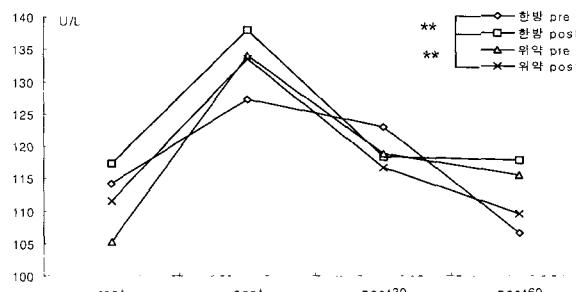


Fig. 6. Effect of decoction on LDH in blood, **. p<.01

측정 시기별 분석결과 Table 5와 같이 한방음료 집단의 경우 rest에서는 사전 173.00 ± 21.23 U/L에서 사후 247.14 ± 60.48 U/L 보다 $p<.05$ 의 유의수준에서 2.88% 증가하였으며, post에서도 사전이 212.57 ± 32.50 U/L로 사후 300.29 ± 50.28 U/L 보다 $p<.01$ 수준에서 9.39%의 유의한 증가가 관찰되었다.

사후 집단 간 검증에서는 rest에 있어 한방음료 집단이 247.14 ± 60.48 U/L로 위약집단의 170.00 ± 30.88 U/L 보다 3.25%, post에 있어 300.29 ± 50.28 U/L로 위약집단의 186.71 ± 65.00 U/L에 비해 $p<.01$ 수준에서 3.97% 증가한 경향을 보였다.

Table 5. Effect of decoction on LDH level in blood (U/L)

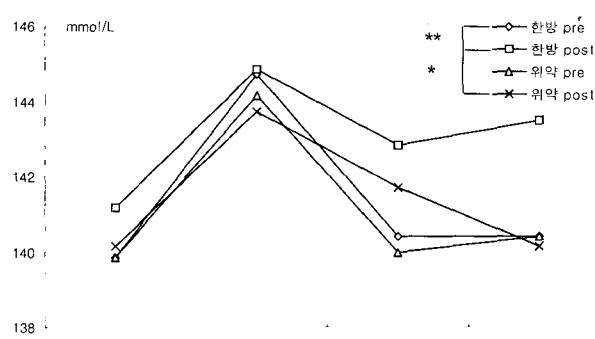
음료	시기	rest	post	post30	post60
한방	pre	$173.00 \pm 21.23^*$	$212.57 \pm 32.50^{**}$	185.29 ± 25.20	173.14 ± 21.62
	post	247.14 ± 60.48	300.29 ± 50.28	228.14 ± 59.26	179.14 ± 60.82
위약	pre	179.43 ± 45.92	203.71 ± 40.47	199.57 ± 34.88	144.43 ± 47.82
	post	$170.00 \pm 30.88^+$	$186.71 \pm 65.00^{++}$	180.14 ± 55.12	147.14 ± 37.31

All values are M \pm SD, * p<.05, ** p<.01 vs post; + p<.05, ++ p<.01 vs oriental herbal drink

3. 전해질의 변화

1) Na의 변화

1주일간의 음료 섭취 후 Na의 변화를 분석한 결과 Fig. 7과 같이 음료의 종류에 따라 집단 간 $p<.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 발견되었으며, 한방음료 집단의 경우 전·후 간에 $p<.01$ 수준에서 유의한 차이가 발견되었다.



측정 시기별 분석결과 Table 6과 같이 한방음료 집단의 경우 post30에서는 사후 142.83 ± 0.75 mmol/L로 사전 140.43 ± 1.62 mmol/L 보다 $p<.01$ 수준에서 1.71% 증가하였으며, post60에서도 사후 143.50 ± 1.64 mmol/L로 사전 140.43 ± 1.27 mmol/L 보다 $p<.01$ 수준에서 2.19%의 유의한 증가가 관찰되었다.

위약집단의 경우에는 post30에 있어서만 사후 141.71 ± 1.70 mmol/L로 사전 140.00 ± 0.58 mmol/L에 비해 $p<.05$ 수준에서 1.21% 증가하였다.

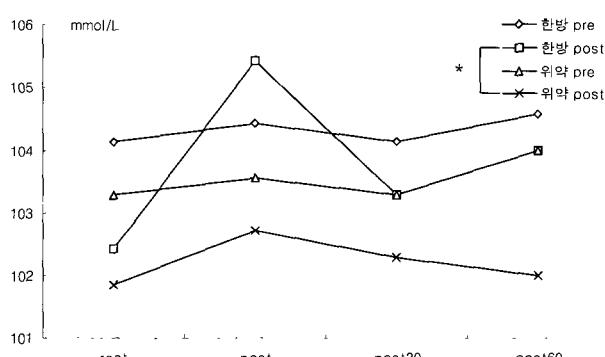
Table 6. Effect of decoction on Sodium level (mmol/L)

음료	시기	rest	post	post30	post60
한방	pre	139.86 ± 1.07	144.71 ± 1.60	$140.43 \pm 1.62^{**}$	$140.43 \pm 1.27^{**}$
	post	141.17 ± 1.83	144.83 ± 2.04	142.83 ± 0.75	143.50 ± 1.64
위약	pre	139.86 ± 1.35	144.14 ± 1.68	$140.00 \pm 0.58^*$	140.43 ± 0.79
	post	140.14 ± 1.07	143.71 ± 1.11	141.71 ± 1.70	140.14 ± 4.81

All values are M \pm SD * p<.05, ** p<.01 vs post

2) Cl의 변화

Cl의 변화를 분석한 결과 Fig. 8과 같이 사후 집단 간 분석에서 $p<.05$ 의 수준에서 유의한 차이가 발견되었다.



측정 시기별 분석결과 Table 7과 같이 위약 집단의 post60에서만 사전 104.00 ± 1.29 mmol/L로 사후 102.00 ± 1.41 mmol/L 보다 $p<.05$ 수준에서 1.92% 유의하게 감소하였다.

Table 7. Effect of decoction on chloride level (mmol/L)

음료	시기	rest	post	post30	post60
한방	pre	104.14 ± 1.57	104.43 ± 2.07	104.14 ± 2.04	104.57 ± 1.62
	post	102.43 ± 1.99	105.43 ± 2.51	103.29 ± 1.80	104.00 ± 1.53
위약	pre	103.29 ± 1.98	103.57 ± 2.23	103.29 ± 0.49	$104.00 \pm 1.29^*$
	post	101.86 ± 1.95	102.71 ± 1.50	102.29 ± 2.06	102.00 ± 1.41

All values are M \pm SD, * p<.05 vs post

3) K의 변화

섭취음료에 따른 실험 전·후 K의 변화를 분석한 결과 Fig. 9와 같이 사후 집단간 분석에서 $p<.05$ 의 수준에서 유의한 차이가 발견되었다. 하지만, 측정 시기별 결과를 분석한 결과 Table 8과 같이 모든 측정시기에 집단간 뿐만 아니라 시기간에 있어서도 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

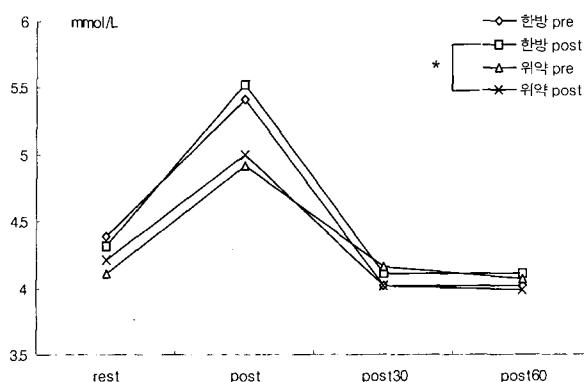


Fig. 9. Effect of decoction on potassium level. * p<0.05

Table 8. Effect of decoction on potassium level (mmol/L)

음료	시기	rest	post	post30	post60
한방	pre	4.39±0.49	5.41±0.75	4.01±0.25	4.01±0.20
	post	4.31±0.27	5.53±0.29	4.11±0.07	4.11±0.11
위약	pre	4.11±0.20	4.91±0.50	4.16±0.40	4.07±0.42
	post	4.21±0.19	5.00±0.58	4.01±0.25	3.99±0.48

4) Ca의 변화

섭취음료에 따른 실험 전·후 Ca의 변화를 분석한 결과 Fig. 10과 같이 섭취 음료의 종류 및 전·후간에 있어 모두 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

또한, 측정시기별 차이를 분석한 결과에 있어서도 Table 9와 같이 어떤 유의한 차이도 발견할 수 없었다.

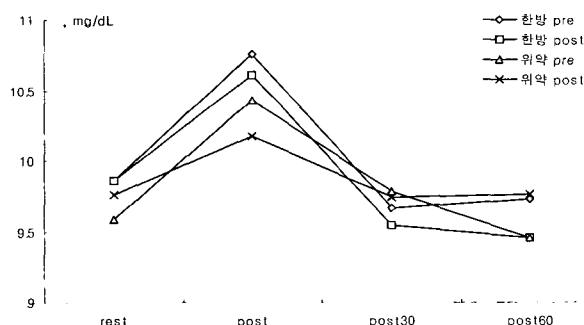


Fig. 10. Effect of decoction on Calcium level

Table 9. Effect of decoction on Calcium level (mmol/L)

음료	기간	rest	post	post30	post60
한방	pre	9.86 ± 0.18	10.76 ± 0.31	9.67 ± 0.26	9.73 ± 0.14
	post	9.86 ± 0.30	10.61 ± 0.40	9.54 ± 0.26	9.46 ± 0.15
위약	pre	9.59 ± 0.38	10.43 ± 0.48	9.79 ± 0.24	9.46 ± 0.94
	post	9.76 ± 0.40	10.17 ± 0.50	9.74 ± 0.35	9.76 ± 0.44

All values are M±SD

4. 혈액세포 구성의 변화

최대운동 중 섭취 음료에 따른 혈액세포 구성의 변화를 측정한 결과에서는 Table 10과 같이 전 항목에서 집단간 및 시기간 뿐만 아니라 측정시기별에 있어서도 모두 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

Table 10. Effect of decoction on blood cell components

항목	음료	시기	rest	post	post30	post60
RBC	한방	pre	4.52±0.25	5.02±0.26	4.51±0.27	4.46±0.25
	post	4.39±0.35	4.73±0.35	3.98±0.63	4.25±0.31	
WBC	위약	pre	4.42±0.43	4.54±0.41	4.21±0.48	4.35±0.44
	post	4.25±0.43	4.65±0.43	4.08±0.37	4.16±0.33	
Hct (%)	한방	pre	7.07±1.03	12.20±0.87	5.99±0.55	6.43±1.36
	post	6.18±0.83	10.17±2.29	6.65±0.73	7.52±2.08	
Hb (g/dL)	위약	pre	6.41±1.79	10.44±2.86	5.30±1.40	5.59±1.38
	post	5.42±1.30	9.88±2.15	5.38±1.02	5.58±1.35	
CPK (U/L)	한방	pre	41.00±1.73	40.99±2.76	40.71±2.29	40.14±1.35
	post	38.67±3.44	40.17±5.00	37.50±4.18	38.17±3.97	
Creatinine (mg/dL)	위약	pre	40.37±1.94	44.71±2.21	37.55±2.53	39.23±1.80
	post	37.86±4.14	47.00±2.58	36.31±3.15	37.00±3.46	

All values are M±SD

5. 에너지대사 관련 변인의 변화

최대운동 및 운동 후 회복기의 중 섭취 음료에 따른 에너지 대사 관련 변인의 변화를 측정한 결과에서는 Table 11과 같이 전 항목에서 집단간 및 시기간 뿐만 아니라 측정시기별에 있어서도 모두 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

Table 11. Effect of decoction on energy metabolism

항목	음료	시기	rest	post	post30	post60
TC	한방	pre	168.71±21.67	185.43±20.35	173.43±27.56	172.00±30.33
	post	205.17±20.44	220.50±27.64	196.57±53.54	192.11±53.83	
LDL	위약	pre	198.29±118.00	206.43±109.09	192.00±121.32	198.43±120.11
	post	177.86±55.49	205.57±59.06	172.14±35.82	184.14±52.15	
HDL	한방	pre	114.14±21.39	127.29±20.17	123.00±22.11	106.57±30.99
	post	117.43±18.43	138.00±15.06	118.43±16.41	117.86±20.75	
TG	위약	pre	105.29±17.12	134.00±24.86	118.86±18.62	115.57±21.85
	post	111.57±27.77	133.57±14.36	116.71±13.79	109.57±11.98	
glucose	한방	pre	59.43±10.61	67.71±9.46	63.57±9.16	61.00±10.41
	post	58.71±7.09	62.57±9.14	57.14±8.86	56.29±9.07	
CPK	위약	pre	57.43±7.93	64.43±10.06	59.71±6.26	56.43±7.85
	post	53.43±7.55	60.14±8.34	55.57±10.42	55.86±10.43	
Creatinine	한방	pre	109.57±11.79	117.86±20.73	109.14±13.85	97.86±9.60
	post	125.14±20.44	140.57±27.64	131.86±18.56	127.43±23.11	
ne	위약	pre	105.57±24.79	109.14±37.56	95.00±32.55	91.71±28.50
	post	110.57±30.27	114.14±34.34	103.57±31.52	115.57±47.65	
CPK	한방	pre	99.71±15.89	122.71±22.61	114.57±29.02	95.00±14.02
	post	87.86±14.89	108.57±15.35	114.14±23.31	74.29±17.07	
Creatinine	위약	pre	96.43±14.91	114.43±14.75	86.71±18.33	82.71±8.50
	post	88.00±10.85	108.86±14.83	91.57±30.99	94.14±16.31	
Creatinine	한방	pre	176.86±60.91	214.43±97.64	217.43±78.56	205.00±104.96
	post	211.00±106.03	197.14±27.56	151.43±54.31	149.57±72.79	
ne	위약	pre	174.57±65.20	185.43±20.32	152.14±56.33	144.00±37.49
	post	168.86±60.57	174.29±29.10	208.29±58.10	186.57±68.91	

All values are M±SD

6. 금지약물 검사

健脚湯에 세계반도핑기구(WADA)에서 금지하는 성분이 포함되어 있는지 알아보기 위해서 한국과학기술연구원(KAIST) 도핑컨트롤센터에 소변검사를 의뢰한 결과, 모두 음성으로 판별되었다.

여 운동선수들이 언제나 복용할 수 있게 되었다.

논의

健脚湯의 섭취가 엘리트 장거리 선수들의 유산소성 능력 향상에 미치는 효과를 검증하기 위해 실시한 본 연구의 결과 유산소성 능력을 평가하는 지표로 널리 통용되고 있는 최대산소 섭취량과 젖산 역치 수준을 유의하게 개선시키는 것을 관찰할 수 있었다.

특히, 최대산소 섭취량의 경우 선행 연구들에서 같은 항목을 측정한 적이 없어 경향성 조차 비교 할 수 없었지만 절대값 뿐만 아니라 체중에 대한 상대적 수치에 있어서도 한방음료 섭취집단의 경우 사전에 비해 사후에 유의하게 증가한 것으로 나타났다($p<.01$). 뿐만 아니라 집단 간 비교에서도 사전 조사에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 사후 조사에서는 한방음료 섭취집단이 위약집단에 비해 유의하게 높은 수준의 최대산소 섭취량 수준을 보였다($p<.01$). 또한, 무산소성 역치 수준에 있어서도 한방음료 섭취집단의 사후 값이 위약 집단에 비해 $p<.05$ 유의 수준에서 유의하게 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 한방음료의 섭취가 유산소성 운동 능력을 향상시킬 가능성이 있다고 할 수 있다.

운동으로 야기된 생리적 환경의 변화는 항상성 유지를 위한 노력을 수반하게 되는데, 이에 따라 혈액 순환의 요구가 증가하고 혈액순환의 증가는 심박수의 증가를 야기하게 되고, 이러한 현상은 피로회복 과정에도 나타나게 되어 개인의 운동능력이나 피로회복 능력을 평가하는 지표로 활용되고 있다.⁴⁰⁾

본 실험 결과 사후 조사에서 집단간 유의한 차이가 발견되었다($p<.05$). 측정시기에 따라서는 유의한 차이를 발견할 수 없었으나 사후에 조사된 한방음료 섭취집단 최대심박수가 가장 높은 경향을 보였으며 운동 후 회복기의 빠른 감소가 나타났다. 이는 쌍화탕을 구성하고 있는 주된 약재들인 사물탕을 필드 하키 선수들에게 투여한 실험에서도 심박수와 관련된 같은 경향을 보여 쌍화탕의 보혈작용으로 인한 최대운동능력과 피로회복능력의 향상으로 추정할 수 있으나 운동시 한방음료가 심장에 미치는 기전에 대한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

또한, 운동 중 피로에 중요한 영향을 미치는 피로 유발 물질로 알려진 젖산 및 LDH는 에너지 대사과정을 바탕으로 생리적인 운동능력, 피로양상 분석의 지표로 사용되고 있다.⁴¹⁾ 피로회복은 대사작용에 의한 무산물의 제거, 소모된 에너지원의 보충, 항상성의 회복 등에 의해 이루어지며, 빠른 피로회복은 다음 운동을 위해 중요한 의미를 가진다 할 수 있다.⁴²⁾

본 실험 결과 젖산 농도는 모두 한방음료 섭취집단의 경우 사전과 사후 간에 $p<.01$ 의 유의 수준에서, 사후 조사에서는 집단 간 $p<.01$ 의 유의 수준에서 유의한 차이를 보였다. 측정 시기별 분석에 있어서는 최대운동부하 중 혈중 젖산 농도의 경우 한방음료 섭취집단에 있어 사전에 비해 사후에 유의한 감소($p<.05$)를 보였을 뿐만 아니라, 사후 조사에 있어서도 한방음료 섭취집단이 유의한 감소를 나타냈다($p<.05$). 또한 회복 30분에서의 측정에서

는 위약집단에서는 전·후 간 차이가 없었음에도 불구하고 한방음료 섭취집단만이 사전에 비해 $p<.05$ 의 유의 수준에서 감소하는 경향을 보여, 한방음료가 혈중 젖산 농도를 개선시킨 것으로 사료된다.

LDH의 경우 또한 측정 시기별 분석에서 최대운동부하 중 한방음료 섭취집단이 사전에 비해 사후에 유의한 증가($p<.01$)를 보였을 뿐만 아니라, 사후 조사에 있어서도 한방음료 섭취집단이 유의한 증가를 나타냈다($p<.05$). 따라서, 한방음료 섭취가 운동 중 피로와 관련한 혈중 젖산 수준의 개선을 위해 혈중 LDH의 발현에 긍정적 영향을 미치는 것으로 사료된다.

이는 이미 雙和湯의 주요 구성 성분인 四物湯과 建中湯類의 선행연구^{6,20)}에서도 동일한 결과를 나타내어 建中湯의 虛勞裏急諸不足証과 四物湯의 一切血証을 치료하는 두 처방을 합방함으로써 建中과 補陰의 효능이 작용한 결과로 해석할 수 있다.

스포츠 음료의 효용성 중 위 배출시간(gastric emptying rate)의 단축을 강조하면서 특히 Na 이온의 농도 하락으로 인한 저나트륨혈증(hyponatraemia)의 경기력 하락의 주요한 요소라는 의견이 대두 되어왔다.^{36,44,48)} 또한, CI과 K의 경우에 있어서도 운동량의 증가와 함께 체외로의 방출이 증가하는데, 이는 전해질 항성성과 체액 균형에 영향을 미쳐 결과적으로 경기력 하락을 유발한다.³⁸⁾

본 연구에서 섭취음료에 따라 운동 부하 중 혈액 내 전해질 농도의 차이를 분석한 결과 Na의 경우 음료의 종류에 따라 집단 간 $p<.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 발견되었으며, 한방음료 집단의 경우 전·후 간에 $p<.01$ 수준에서 유의한 차이가 발견되었다. 이외에 CI과 K도 사후 조사에서 집단 간 유의한 차이가 발견되었다($p<.05$). 이 중 Na의 경우 회복 중 한방음료 집단에 있어서만 사전에 비해 사후에 유의한 증가($p<.01$)가 관찰되었는데, 이러한 결과들은 인체에 투여한 다른 한약 실험에서도 같은 경향을 나타내어 한방음료 투여가 운동을 통한 과다한 체액 상실에 수반하는 전해질 평형성의 상실에 대해 빠른 회복을 나타내는 것을 알 수 있다.

운동 중 에너지원의 동원변화를 알아보기 위해 선택한 CPK, TC, TG, HDL, LDL, LDH, creatinine, glucose 등은 분석 결과 모든 항목에서 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 따라서 본 연구에서 제공된 한방음료의 섭취가 장거리 마라톤 선수의 운동 수행 중 에너지 공급에 대한 영향은 적었으나 앞으로 이를 구명하기 위해서는 추가적 연구가 필요할 것이다.

혈액 세포 구성의 변화를 조사하게 위해 선택한 RBC, WBC, Hct, Hb의 경우에 있어서도 모든 항목에서 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 따라서 한방음료가 혈액 성분의 변화에는 영향을 미치지 않는 것으로 보이며, 이러한 연구결과로 미루어 볼 때 본 연구에서 관찰된 유산소성 운동 능력의 향상은 혈액의 산소 운반 능력의 향상에 따른 것으로 보기는 어려울 것으로 사료된다. 결론적으로 본 연구에서 제공된 한방음료는 엘리트 장거리 달리기 선수의 유산소성 운동 능력을 향상시키는 것으로 나타났으나, 이는 팔불탕, 육미지황탕 및 보중익기탕과 근육피로회복에 대한 비교연구를 실시한 한대희가 혈액의 산소운반 능력에 기인한 것

으로 제안하였던 선행연구에서와는 달리 본 연구의 결과는 최대 산소섭취량의 향상, LDH 발현 증가를 통한 혈중 젖산 농도의 감소 및 전해질 향상성의 개선에 따른 것으로 시료된다.

결 론

健脚湯을 서울 소재 H 대학에 재학 중인 남학생 중 전문적으로 장거리 달리기에 참가하고 있는 엘리트 선수를 대상으로 투여한 결과 다음의 결론을 얻었다.

최대산소섭취량을 분석한 결과 1주일 복용한 후 $p<.05$ 수준에서 12.72%의 향상을 보였으며, 健脚湯 집단이 위약집단에 비해 $p<.01$ 수준에서 13.93% 높았다. 체중당 최대산소섭취량을 분석한 결과 한방음료 집단에 있어서만 $p<.01$ 수준에서 13.26%의 향상을 보였으며, 健脚湯 집단이 위약집단의 56.63 ± 3.32 ml/kg/min에 비해 $p<.01$ 수준에서 14.42% 높았다. 집단간 무산소성 역치 수준을 분석한 결과 섭취 후의 측정에서 健脚湯 집단이 위약집단에 비해 $p<.05$ 수준에서 9.48% 높았다. 최대운동 및 회복시 심박수의 변화를 측정한 결과 회복 60분에 있어서는 健脚湯 집단이 위약집단에 비해 9.03% 낮았다. 근육 피로를 측정할 수 있는 lactate 측정 결과 健脚湯 집단의 경우 운동직후 측정에서 $p<.05$ 수준에서 11.31%, 30분 경과한 후 측정에서는 $p<.01$ 수준에서 12.61%의 유의한 감소가 관찰되었다. LDH 측정 결과 健脚湯 집단의 경우 rest에서는 $p<.05$ 의 유의수준에서 2.88% 증가하였으며, post에서도 $p<.01$ 수준에서 9.39%의 유의한 증가가 관찰되었다. 사후 집단 간 검증에서는 rest에 있어 한방음료 집단이 위약집단보다 3.25%, post에 있어 위약집단에 비해 $p<.01$ 수준에서 3.97% 증가하였다. 전해질 검사에 있어서 Na와 Cl에 유의한 변화가 있었으며, K와 Ca은 유의한 변화가 없었다. 금지약물 검사를 한국과학기술연구원 도핑컨트롤팠션에 의뢰한 결과, 모두 음성으로 판별되어 운동선수들이 언제나 복용할 수 있다.

참고문헌

- 강호율. 한약재를 이용한 스포츠 드링크 개발, 대한 스포츠 한의학회지, 1(1):31, 1991.
- 김기진. 12주간 매실음료 섭취가 최대하운동시 산소 운반 및 운동지속 능력에 미치는 영향. 운동과학, 12(1):95-104, 2003.
- 김길훤, 운동부하 후의 피로회복에 미치는 보중익기탕 및 육미지황탕의 효과, 경희대학교 한의학 박사학위논문, 1984.
- 나창수, 유대환, 최동희, 김정상, 장경선. 죽력이 유영운동으로 유발된 피로에 미치는 영향. 대한한의학회지, 22(4):90-100, 2001.
- 노재금. 인삼의 급성다량투여가 항피로 및 피로회복에 미치는 영향, 고려대학교 체육학 박사학위논문, 1988.
- 박동일, 조인주. 황기건중탕 및 가미황기건중탕이 훈취의 운동피로회복에 미치는 영향. 대한한의학회지, 18(2):155-166, 1997.
- 박상갑. 매실액기스 투여가 여자 배드민턴 선수들의 혈액 성분에 미치는 영향, 대한스포츠의학회지, No.6, Vol.1, 1990.
- 박상갑. 매실액기스 섭취가 장거리 선수의 혈액성분에 미치는 영향, 대한스포츠의학회지, No.6, Vol.1, 1988.
- 박성혜, 곽준수, 박성진, 한종현. 인진쑥 추출물을 함유한 음료가 대학운동선수의 피로회복 물질과 심박수 및 혈청자질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 33(5):839-846, 2004.
- 백일영, 박태선, 오세욱, 우진희, 진화은, 박형란. 가시오갈피 투여가 최대부하와 최대하부하 운동시 피로유발요인과 산화-황산화 체계에 미치는 영향. 한국체육학회, 41(3):305-315, 2002.
- 서장원. 보중익기탕 복용이 근력 및 호흡 순환 계통에 미치는 영향, 경희대학교 체육학 석사학위논문, 1990.
- 송순기, 금동호, 오재근, 이명종. 보중익기탕 투여가 장거리 달리기 선수의 에너지 및 전해질 대사에 미치는 영향. 동국대학교 한의학연구소 논문집, 6(2):99-117, 1988.
- 오재근. 오미자를 이용한 스포츠 드링크의 효능. 한국체육학회, 41(2):617-633, 2002.
- 오재근, 유종만, 이규성, 조준용, 강명신, 최용어. 6주간의 청서익기탕 경구 투여가 에너지대사 및 호르몬 변화에 미치는 영향, 체육과학연구소 논문집, Vol.13, No.1, 1984.
- 오재근, 이규성, 조준용, 강명신, 최용어. 운동전 후 청서익기탕 투여방법이 2,000m 달리기시 선수들의 운동피로회복에 미치는 영향, 체육과학연구소 논문집, Vol.13, No.1, pp 73-87, 1994.
- 유승희. 인삼복용이 운동선수의 운동수행 능력 및 생화학적 변화에 관한 연구. 대한스포츠의학지, 11(1):32-41, 1993.
- 윤광로, 조성계, 정동식. 가시오갈피 투여가 운동능력에 미치는 효과, 스포츠과학 연구보고서, 1986.
- 윤진환. 팔물탕 급성투여가 접종적부하 운동후 혈중젖산 및 혈액가스 변화에 미치는 영향. 한국사회체육학회, 15:635-647, 2001.
- 이명천, 김영수, 박현, 임한주, 윤성원, 이종각, 정동식, 한종우. 흑삼과 전해질을 함유한 스포츠음료의 개발. 운동영양학회지, 1(2):77-96, 1997.
- 이철완. 사군자탕, 사물탕 및 팔물탕이 근육피로회복에 미치는 실험적 연구, 경희대학교 한의학 석사학위논문, 1988.
- 이상현, 윤영조, 고성식, 이재일. 동충하초 투여가 최대유산소성 능력과 팔회복에 미치는 영향. 한국체육교육학회지, 6(2):187-193, 2002.
- 장재훈, 허선. 접증 부하운동시 중년 여성 마라톤 동호인의 LDH와 CPK 활성변화. 한국체육학회지, 44(3):459-468, 2005.
- 정동식, 강경택, 심성태, 옥정석, 이종각, 조성계. 인삼과 가시오가피의 투여가 운동능력, 젖산내성 및 회복율에 미치는 효과, 스포츠과학연구보고서, 1988.
- 정일규, 김양수, 위승두, 노재금, 김성수. 흑삼투여가 최대하운동시 인체 대사반응에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 11(1), 1993.
- 정일규. 흑삼추출후의 장기간 투여가 최대 및 최대하 운동시 에너지 대사 효소활성도 및 뇌하수체 부신계 호르몬 반응에 미치는 영향, 고려대학교 대학원, 1992.

26. 하 장, 박태현. 팔물탕이 생체의 젖산내성 및 회복률에 미치는 영향. 한방성인병학회지, 6(1):174-183, 2000.
27. 한대희. 쌈화탕, 팔물탕, 유히탕 및 보증익기탕 전탕후의 운동부하조건에 따른 근육피로회복에 관한 실험적 연구, 대전대학교 한의학 석사학위논문, 1991.
28. 한상필. 인삼이 운동경기력 향진효과연구. 한국인삼연초연구소(대한체육회 연구보고서), 1-97, 1984.
29. 許浚. 東醫寶鑑(影印本). 서울, 남산당, 113, 447, 1976.
30. 흥성일, 박해근. 인삼이 훈 생쥐의 운동능력 및 유산생성량에 미치는 영향, 대한생리학회지, No. 9, Vol. 1, 1973.
31. 황인경. 급성다량 인삼투여가 운동후 혈액 성분, 전해질 및 제효소 변화에 미치는 영향, 이화여자대학교 체육학 석사학위논문, 1988.
32. 謝觀. 中國醫學大辭典(影印本). 서울, 행림서원, p 879, 1975.
33. 李挺. 醫學入門(蔡仁植譯). 서울, 송문사, 3권, 496, 1974.
34. Colombani, P.C. Metabolic effects of a protein-supplemented carbohydrate drink in marathon runners. Int J Sport Nutr, 9(2):181-201, 1999.
35. Goulet, E.D., Dionne, I.J. Assessment of the effects of eleutherooccus senticosus on endurance performance. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 15(1):75-83, 2005.
36. Hsieh, M. Recommendations for treatment of hyponatraemia at endurance events. Sports Med. 34(4):231-238, 2005.
37. Hsu, C.C., Ho, M.C., Lin, L.C., Su, B., Hsu, M.C. American ginseng supplementation attenuates creatine kinase level induced by submaximal exercise in human beings. World J Gastroenterol. 11(34):5327-5331, 2005.
38. Jung, A.P., Bishop, P.A., Al-Nawwas, A., Dale, R.B. Influence of Hydration and Electrolyte Supplementation on Incidence and Time to Onset of Exercise-Associated Muscle Cramps. J Athl Train. 40(2):71-75, 2005.
39. Khanna, G.L. and Manna, I. Supplementary effect of carbohydrate-electrolyte drink on sports performance, lactate removal & cardiovascular response of athletes. Indian J Med Res. 121(5):665-669, 2005.
40. Madanmohan, Udupa, K., Bhavanani, A.B., Shatapathy, C.C. & Sahai, A. Modulation of cardiovascular response to exercise by yoga training. Indian J Physiol Pharmacol. 48(4):461-465, 2005.
41. Nagel, D., Seiler, D. and Franz, H. Biochemical, hematological and endocrinological parameters during repeated intense short-term running in comparison to ultra-long-distance running. Int J Sports Med. 13(4):337-343, 1992.
42. Nassis, G.P., Williams, C. and Chisnall, P. Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running. Br J Sports Med. 32(3):248-252, 1998.
43. Power, S.K. & Howley, E.T. Exercise physiology, 4th ed. McGraw-Hill, 44, 2001.
44. Robinson, T.A., Hawley, J.A., Palmer, G.S., Wilson, G.R., Gray, D.A., Noakes, T.D., Dennis, S.C. Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 71(2-3):153-160, 1995.
45. Suzuki, M., Umeda, T., Nakaji, S., Shimoyama, T., Mashiko, T. & Sugawara, K. (2004). Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. Br J Sports Med. 38(4):436-440, 2004.
46. Van Hall, G. Lactate as a fuel for mitochondrial respiration. Acta Physiol Scand. 168(4):643-656, 2000.
47. Voces, J., Cabral de Oliveira, A.C., Prieto, J.G., Vila, L., Perez, A.C., Duarte, I.D., Alvarez, A.I. Ginseng administration protects skeletal muscle from oxidative stress induced by acute exercise in rats. Braz J Med Biol Res. 37(12):1863-1871, 2004.
48. Weschler, L.B. Exercise-associated hyponatraemia : a mathematical review. Sports Med. 35(10):899-922, 2005.
49. Wu, H.J., Chen, K.T., Shee, B.W., Chang, H.C., Huang, Y.J., Yang, R.S. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. World J Gastroenterol. 10(18):2711-2714, 2004.