

## 오미자, 매실 및 당밀을 함유하는 한방스포츠음료가 실험동물의 지구력과 에너지 대사 성분에 미치는 영향

사이플 바크리<sup>1</sup> · 우미희<sup>2</sup> · 이항우<sup>3</sup> · 최종원<sup>1,4</sup> · 김희숙<sup>2,4\*</sup>

<sup>1</sup>경성대학교 약학과, <sup>2</sup>경성대학교 식품생명공학과, <sup>3</sup>대구-경북 한방산업지원센터 <sup>4</sup>바이오텍연구소

Received October 14, 2008 / Accepted February 17, 2009

**Effects of Herbal Sports Drinks with Omija, Maesil and Molasses on the Endurance and Energy Metabolites of Experimental Animals.** Moch. Saiful Bachri<sup>1</sup>, Mi Hee Woo<sup>2</sup>, Hang Woo Lee<sup>3</sup>, Jong Won Choi<sup>1,4</sup> and Hee Sook Kim<sup>2,4\*</sup>. <sup>1</sup>Department of Pharmacy, <sup>2</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea, <sup>3</sup>Daegu-Gyungbuk Institute for Oriental Medicine Industry, <sup>4</sup>Institute of Biotech, Kyungsoong University - The antifatigue and endurance promoting properties of two Korean medicinal herb extracts and molasses with various mineral components were studied by evaluating forced-swimming capacity and biochemical parameters in ICR mice. The treatment groups were orally administered mineral beverages which were contained 6% sugar with the mixture of *Maesil* (*Prunus mume* fruit) extracts, *Omija* (*Schisandra chinensis* fruit) extracts and molasses for 4 weeks. The exercised forced-swimming tests were conducted after 28 days of beverage supplementation. The swimming times to exhaustion were longer 1.5~2 times in group 6 and group 10 than control group (Control: 93.2±10.4 sec; Beverage 6; 190.8±25.6 sec, Beverage 10; 173.6±21.8 sec; p<0.05). Moreover, the activity of hexokinase (Control: 5.23±0.38 μmol/g tissue; Beverage 6: 5.99±0.18 μmol/g tissue, Beverage 10: 6.13±0.25 μmol/g tissue, p<0.05) and citrate synthase (control: 42.9±1.87 μmol/g tissue; Beverage 6: 56.8±3.98 μmol/g tissue, Beverage 10; 59.5±3.09 μmol/g tissue, p<0.05) were also significantly higher than those of control group. Even if the treatment groups had long swimming than control group, there is no significant difference in the glycogen contents of gastrocnemius muscle or liver between the control group and each treatment group. This demonstrated an improvement in endurance. These results suggest that reported herbal beverage is very effective to combat fatigue, improve endurance and increase overall physical activity.

**Key words** : Sports drinks, *Omija*, *Maesil*, molass, endurance, anti-fatigue

### 서 론

우리나라에서도 마라톤 · 산악자전거 · 암벽등반 · 철인3종 경기 등 극한에 도전하는 익스트림 스포츠를 주말 레저 활동으로 즐기는 사람들이 늘고 있으며 운동 후 또는 운동 중에 물보다는 스포츠음료를 선호하는 경향이 있다. 스포츠 음료란 운동이나 노동 등으로 인해 체내에서 빠져나간 수분과 전해질을 보충해 주어 피로회복을 돕는 기능성 음료를 말하며 주요 성분으로는 당질(탄수화물)을 비롯해 나트륨, 칼륨, 마그네슘 등의 무기질을 함유하고 비타민 C가 포함되기도 한다. 최근 연구들에 의하면 운동선수들을 주축으로 한 젊은이들은 건강에 해로운 anabolic steroid를 사용하는 대신 필요한 영양소와 에너지를 빠르고 간편하게 효율적으로 얻기 위하여 만든 식품인 Ergogenic Aids(운동 및 영양 보조식품)를 선호하고 있다고 하였다[5,37]. Beltz와 Doering [3]은 과잉의 단백질, 정제된 아미노산 첨가, 과잉의 비타민과 무기

질 등이 함유된 보조식품이 얼마나 효과가 있는지 의문이며 오히려 부작용을 가져올 수 있다고 경고하였으며 Laos와 Metz [25]은 젊은 운동선수들이 경기력향상을 위하여 선호하는 약물들이 향상효과도 있지만 부작용을 가져올 수 있어 운동과 근력운동을 통한 경기력 향상이 가장 안전하고 효과가 있다는 것을 교육시키는 것이 중요하다고 하였다. 그러나 많은 운동선수들이 carnitine, creatine, 성장호르몬 분비자극제, octacosanol 및 인삼제품 등 Ergogenic Aids를 섭취하면 경기력 향상, 스테미나 증강 및 지구력 향상을 가져온다고 믿고 섭취하고 있으므로 스포츠영양학 및 스포츠의학에서는 경기력 향상을 위하여 또는 안전성을 증명하기 위하여 많은 연구들이 진행되고 있다[35]. 국외에서는 운동선수들의 운동 후 피로를 빨리 회복하고 근력을 키울 수 있는 스포츠 드링크, 에너지 드링크 등에 대한 연구들이 많이 진행되고 있으며 제품들도 많이 나오고 있다[13]. 국내에서는 조금 생소한 용어인 에너지 드링크는 호주와 유럽 등 해외에서는 선풍적인 인기를 얻고 있는 상황이며 미국 역시 270여 개의 제품이 출시돼 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 특히 해외의 에너지 드링크들은 익스트림 스포츠를 즐기는 소비자나 고도의 신체활동 및 두뇌활동을 하는 젊은 층에게 인기가 높는데 에너지

#### \*Corresponding author

Tel : +82-51-620-4713, Fax : +82-51-622-4986

E-mail : hskim@ks.ac.kr

드링크란 생물학적 기능을 증가시켜 대사가 원활하게 이루어져 에너지를 증가시킬 수 있는 성분이 들어있는 음료를 말하며 주로 항산화제, 타우린, 구아나, 카페인, 생강, 당 등이 함유되어 있어 에너지대사가 잘 일어나도록 도와준다고 생각되는 음료이다. 한 예로 지질대사에서 유리지방산의 미토콘드리아 유입을 촉매하는 CPT (carnitine palmitoyl transferase) 구성물질인 L-carnitine이 지방대사를 촉진시켜 주는 역할을 하는 것으로 밝혀져, 스포츠영양학에서 이와 관련된 연구가 진행되어지고 있으며[32] 영양보조식품으로 판매되고 있다[10]. 종래의 스포츠음료들은 단순히 수분공급과 전해질 보충을 주로 하기 때문에, 과중한 힘을 상습적으로 소모시키는 운동선수들의 근본적인 체력향상에 이바지 할 수 없는 문제점이 있었고, 이들의 음용은 단순히 갈증 해소만을 만족시키므로 원천적인 피로회복의 기능이 결여되어 있는 문제점이 있었으며 정제된 분지아미노산, 비타민을 강화한 음료나 운동 보조식품들에 대한 안전성 문제가 거론되기도 하였다[27]. 국내 스포츠영양학 또는 스포츠의학 분야에서도 단지 분지아미노산 및 비타민 등만을 혼합한 스포츠음료가 아닌 오랫동안 전통적으로 사용되어 안전성이 인정된 천연 허브 또는 한방재료의 기능성과 전해질을 병행한 스포츠건강음료 또는 스포츠기능성음료를 개발하려는 많은 노력이 진행되고 있다[7,14,16,21].

따라서 본 연구에서는 종래의 스포츠음료의 주성분인 전해질과 당을 병용하여 전해질과 수분을 동시에 공급하면서 피로회복 및 체력증진에 기여할 수 있는 복합적인 기능을 가지는 스포츠음료를 개발하고자 하였다. 스포츠음료 재료로서는 오미자, 매실 및 당밀을 사용하였다. 오미자에는 전문의약품으로 지정된 schizandrin을 비롯한 40여 종의 lignan들이 함유되어 있어 간세포 보호기능과 피로회복 기능이 있음이 밝혀진 바 있으며[28] 오미자는 우리나라 사람들에게도 몸에 좋은 한방재료로서 알려져 있다. 또한 우리나라에서 여름에 매실추출액 또는 매실과실주로 애용되고 있는 매실은

매실 농축액으로 만들어 소화기능 및 심장기능 촉진을 위한 의약품으로 사용하고 있으며 지구력 향상능력이 있다고 발표된 바 있다[6,29]. Octacosanol 역시 경기력 향상을 꿈꾸는 운동선수들이 선호하는 기능성물질이지만 왁스성분이기 때문에 6.6 mg/day을 넘지 못한다고 하였으며[35,38] 스포츠음료에 첨가하기에는 용해도에 어려움이 있어 사탕수수 왁스인 policosanol 형태로 녹아있는 당밀을 사용하기로 하였다. 이와 같이 피로회복과 경기력 향상에 도움을 주는 한방재료 또는 기능성 식품이지만 활성성분만을 이용하는데 제약이 있기 때문에 본 연구에서는 상승효과를 얻기 위하여 기능성 성분을 가진 오미자, 매실 및 당밀의 추출물을 전해질 용액에 혼합하여 스포츠이온음료를 제작하고 피로회복과 경기력 향상에 미치는 효능을 측정하기 위하여 실험동물에게 4주 동안 섭취시킨 후 탈진할 때까지 운동을 시켜 지구력과 혈액 내 피로물질들의 변화에 대하여 조사하였으며 혈액과 근육 조직의 효소활성도 측정하여 비교하였다.

### 재료 및 방법

#### 시료의 제조

오미자, 매실을 함유한 스포츠음료를 제조할 때 전해질 용액을 사용할 것인지 결정하기 위하여 물(대조군), 0.07% 소금물 또는 전해질 용액 각각에 오미자 및 매실 추출액을 첨가하여 5종의 혼합음료를 제조하여 사용하였다. 모든 실험에서 사용한 전해질 용액은 시판되는 이온음료와 비슷하게 제조하기 위하여 6% 설탕을 첨가하였으며 염화나트륨 0.1%, 구연산나트륨 0.045%, 구연산칼륨 0.046%, 염화칼슘 0.009% 및 염화마그네슘 0.007%이 함유되도록 제조하였다. 또한 지구력시험과 혈액 내 피로물질들의 변화를 실험하기위하여 실험동물에게 4주간 섭취시킨 시료는 Table 1과 같았으며 6% 당류를 함유한 이온음료(전해질 용액)에 오미자 농축액(고형분 50%), 매실농축액(고형분 99.5%) 및 당밀(고형분 78%)을

Table 1. Composition of ten kinds of Drinks

Composition	Drinks (g/l)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NaCl	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Na citrate · 2H <sub>2</sub> O	0	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
K citrate · H <sub>2</sub> O	0	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	0	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sugar	0		60	60	60	60	57	57	57	57
Omija Ex <sup>1)</sup>	0			20		20		20		20
Maesil Ex <sup>2)</sup>	0				0.8	0.8			0.8	0.8
Edible molass	0						4	4	4	4
pH adjusted	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7

<sup>1)</sup>Extract of *Schisandra* fruit was concentrated to 50% solid matter.

<sup>2)</sup>Extract of *Prunus* fruit was concentrated to 99% solid matter.

각각 또는 같이 혼합한 10종의 혼합음료이었다.

### 실험동물

실험동물은 효창사이언스로부터 분양받아 동물사의 일정한 조건(온도:  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 습도: 40-60%, 명암: 12시간 light/dark cycle) 하에서 2주가량 충분히 적응시켜 사육한 체중  $30\pm 5$  g ICR계 웅성 생쥐를 사용하였다. 6마리의 생쥐를 각각 음료의 섭취군으로 하여 실험에 사용하였다. 여러 비율로 제조된 음료를 실험동물에게 4주 동안 자유로이 섭취시켰다. 식이섭취량은 매일 측정하였으며 체중은 체중계(Sartorius ED323S, Sartorius Co, Germany)를 이용하여 1주일에 1회 일정한 시간에 측정하였다.

### 지구력 시험

지구력 수행능력을 평가하기 위하여 강제수영시험(Forced-swimming test)과 Treadmill 시험을 행하였다. 강제수영시험의 경우 4주 동안 물을 섭취한 대조군 및 음료수를 섭취한 음료군의 실험동물들을 각각 일주일에 2회 수영적응 훈련을 실시하였다. 4주 동안 음료섭취 실험동물들을 강제수영시험을 하기 16시간 전부터 물만 공급하고 절식시킨 후 강제수영시험에 사용하였다. 아크릴 플라스틱 수조( $70\times 70\times 60$  cm) 내에 섭씨  $24\sim 26^{\circ}\text{C}$  되는 물을 약 70% 정도 넣고, Leichtweis 등의 방법[26]에 따라 체중의 5%에 해당하는 추를 생쥐의 미근부(꼬리)에 매달아 강제로 수영하게 하였다. 탈진의 판단은 실험동물이 물속에서 7초간 표면상으로 떠오르지 않는 상태로 판정하였다. Glycogen 함량을 측정하기 위하여 탈진으로 판단된 동물을 즉시 도살하여 복부 대동맥을 통하여 혈액을 채취하고  $2,000\times$  g에서 10분간 원심분리하여 혈청을 분리하였으며, 효소활성시험을 위하여 간 및 골격근(Hexokinase 및 LDH 측정을 위해서는 장지신근(Extensor digitorum longus muscle), Citrate synthase 측정을 위해서는 가자미근(Soleus muscle))은 채취하여  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하여 두고 사용하였다.

Treadmill 시험의 경우 음료수를 4주 동안 섭취시킨 후 트레드밀(Rota-rod, Ugobasil, Italy) 상에서 탈진(all-out)할 때까지 주행시간을 측정하였다. 8 rpm의 운동강도에서 운동을 시작하여 3분 후 매 3분마다 4 rpm의 속도로 운동강도를 증가시켜 가면서 최종 40 rpm의 속도에서 탈진 시까지의 운동 지속시간을 측정하였다. 탈진상태는 생쥐가 주행 중에 트레드밀에서 떨어지는 시점으로 하였다.

### 실험동물의 혈청 및 조직의 생화학적 시험

혈액중의 중성지방(TG), glucose, 젖산(lactic acid), 무기인산염(inorganic phosphate) 및 암모니아(ammonia)의 농도 측정은 상업용 분석 kit를 이용하여 각각 분석하였다. 간조직 및 비복근(gastrocnemius muscle) 중의 glycogen 농도 측정

을 위하여 동물조직에 30% KOH 용액을 가하고  $100^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 가열한 다음, 95% ethanol을 가한 후,  $4,000\times$  g에서 15분간 원심분리하여 침전물을 얻었다. 이 침전물에 0.5 ml의 정제수와 1.0 ml의 anthrone을 가하여 열탕 water bath에 20분간 방치 후 620 nm에서 비색정량 하였다.

골격근의 효소활성을 측정하기 위하여 Polytron homogenizer를 이용하여 일정량의 조직을 100 mM potassium phosphate 완충액(pH 7.4)에 균질화한 후 hexokinase의 활성은 Joshi 등의 방법[18], lactate dehydrogenase(LDH)의 활성은 Pesce 등의 방법[30], citrate synthase의 활성은 완충액에서 균질화한 후 미토콘드리아막을 파괴하기 위하여 동결과 용해를 3회 반복한 후 Stere의 방법[33]에 준하여 측정하였다. 각 효소의 활성은  $\mu\text{mol/g tissue}$ 로 나타내었다.

### 통계 처리

모든 통계 처리에 SPSS program을 사용하였으며 통계적 유의성은 Duncan's multiple range test로서 검정하였으며,  $p<0.05$ 일 때 통계적으로 유의성이 있다고 판정하였다.

## 결과 및 고찰

### 실험동물의 지구력에 미치는 전해질의 영향

오랜 시간 운동을 하는 사람들에게 있어 당을 함유한 이온음료의 섭취는 땀으로 소실된 수분과 전해질을 보충해 주어 탈수와 낮은 전해질로 인한 심폐기능장애, 근육손상, 피로누적 등을 개선시킬 수 있다[32]. 피로회복 개선과 지구력 증강에 도움을 주는 한방스포츠 음료를 개발하는데 있어 전해질을 첨가할 것인지 결정하기 위하여 동물실험을 시행하였다.

5종류의 음료로서 음료 1(물, 대조군), 음료 2(0.07% 식염수), 음료 3(전해질 용액), 음료 4(0.07% 식염수 + 오미자 10 g/l + 매실 엑스 0.4 g/l + 당밀 4 g/l), 음료 5(전해질 용액 + 오미자 10 g/l + 매실 엑스 0.4 g/l + 당밀 4 g/l)를 제조하였으며 전해질 용액의 조성은 재료 및 방법에 기재된 대로 제조하였다. 4주 동안 음료를 자유로이 섭취시킨 후 강제수영시험 및 treadmill 시험을 행한 결과는 Fig. 1의 A 및 B와 같았다. 식염수(음료 2) 및 6% 당이 함유된 전해질 용액(음료 3)을 4주 동안 섭취한 실험동물군의 지구력과 물을 섭취한 대조군을 비교하였을 때 treadmill 주행시간(Fig. 1A) 및 강제수영시간(Fig. 1B)이 거의 증가하지 않은 것으로 나타났다. 또한 0.07% 식염수에 오미자와 매실 및 당밀을 넣은 음료를 섭취한 실험군(group 4) 역시 지구력이 증가하지 않았으나 양이온으로 나트륨이온, 칼슘이온, 마그네슘이온, 칼륨이온과 음이온으로 염소이온, 구연산이온 등 전해질이온을 체액성분과 비슷하게 적당량 혼합한 전해질용액에 오미자, 매실 및 당밀을 넣은 음료(group 5)를 섭취한 경우 실험동물의 강제수영시간 및 treadmill 주행 시간이 길어진 것을 알 수 있었다. 스포

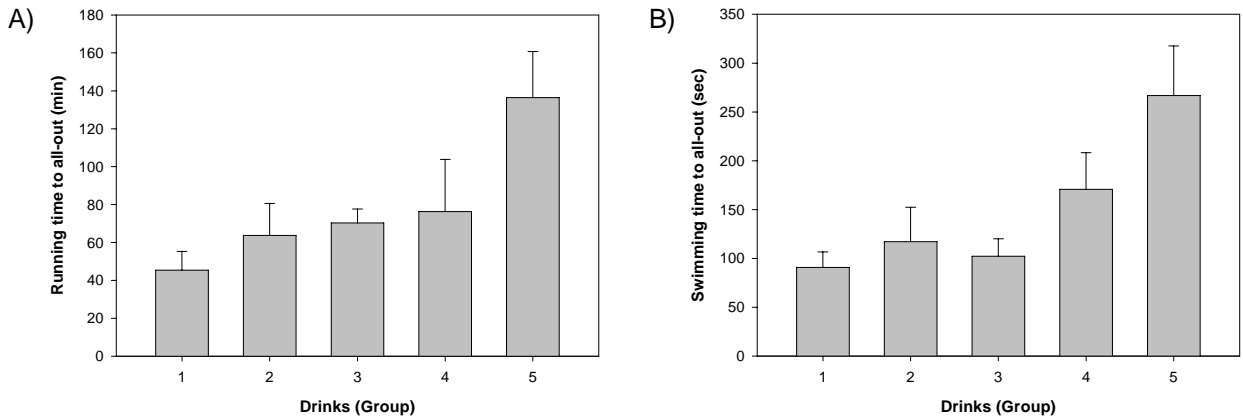


Fig. 1. Effects of Drinks on the exercise endurance of experimental mice. The endurance tests were carried out after drinking samples *ad libitum* for 4 weeks. Group 1: water, group 2: saline, group 3: ionic water, group 4: saline with *Omiija*, *Maesil*, and Molasses, group 5: ionic water with *Omiija*, *Maesil*, and Molasses. A) Running time to exhaustion on treadmill was measured as described in 'Materials and Methods' B) Swimming time to exhaustion in the pool was measured with 5% of the body weight attached to the tail.

츠음료로 알려져 있는 포카리스웨트, 게토레이 또는 파워에이드와 같은 이온음료들의 경우 주로 전해질용액과 6-8%의 당이 주요성분인 음료로서 장시간 운동 중 일어날 수 있는 탈수 및 저혈당, 저나트륨 혈증으로 인한 신체의 손상을 효과적으로 예방한다고 하였으며 Von Duvillard 등은 격렬한 운동 시 1-2시간 간격으로 500 ml 정도의 당이 함유된 전해질음료를 마시도록 권장하였다[36]. 그러나 본 동물실험 결과에서는 이온음료 만으로는 운동시간을 연장시킬 수 없었으며 가능성이 있는 성분을 이온음료에 혼합하였을 때에만 효과가 있는 것으로 나타났다 Khanna와 Manna [20]는 운동선수에게 운동하는 동안 당이 함유된 이온음료를 마시게 하였을 때 12.5% 당-이온음료를 마신 그룹은 물을 마신 그룹에 비하여 심폐기능과 젖산 제거능이 개선되었으나 5% 당-이온음료를 마신 그룹은 물을 마신 그룹과 유의적인 차이가 없었다고 하였으며 본 실험에서 6% 당-이온음료를 마신 실험군의 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 *in vitro*에서 생리활성이 증명된 물질들이라 하더라도 물에 녹여서 섭취하는 것 보다는 당과 이온이 혼합된 용액에 녹여서 섭취하는 것이 생리활성 물질의 흡수를 도울 수 있음을 말해줌으로 이온음료에 추출물을 혼합하여 스포츠음료를 제작하기로 결정하였다.

음료 조성물에 따른 지구력 향상 효과

Table 1과 같이 구성성분을 달리 한 10 종류의 음료를 제조하여 4주 동안 실험동물에게 자유로이 섭취시킨 후 식사섭취량 및 체중증가량을 측정하였으며 4주 후에는 탈진(all-out)할 때까지 강제수영을 시키고 수영시간을 측정하였다. Table 2에서와 같이 식사섭취량에서 실험군들 사이에 유의적인 차이가 없었으며 체중증가량에서는 당밀을 포함한 음료를 섭취한 경우와 오미자를 포함한 음료를 섭취한 경우 사이에 유의적인 차이가 있었으나 물을 섭취한 대조군에 비

Table 2. Effect of Drinks on food intake, body weight gain and food efficiency ratio in experimental mice

Group	Food intake (g/day)	Body weight gain (g)	Food efficiency ratio
1	5.28±0.83 <sup>a</sup>	27.3±2.4 <sup>ab</sup>	0.185±0.05 <sup>a</sup>
2	5.36±0.97 <sup>a</sup>	28.4±1.8 <sup>ab</sup>	0.193±0.07 <sup>a</sup>
3	5.19±0.77 <sup>a</sup>	28.7±2.3 <sup>ab</sup>	0.205±0.04 <sup>a</sup>
4	5.41±0.52 <sup>a</sup>	26.3±2.2 <sup>b</sup>	0.173±0.06 <sup>a</sup>
5	5.25±0.75 <sup>a</sup>	28.3±1.9 <sup>ab</sup>	0.196±0.05 <sup>a</sup>
6	5.23±0.69 <sup>a</sup>	26.5±1.7 <sup>ab</sup>	0.184±0.07 <sup>a</sup>
7	5.33±0.82 <sup>a</sup>	30.7±2.1 <sup>a</sup>	0.212±0.09 <sup>a</sup>
8	5.47±0.72 <sup>a</sup>	27.0±2.5 <sup>ab</sup>	0.186±0.08 <sup>a</sup>
9	5.23±0.69 <sup>a</sup>	28.0±2.4 <sup>ab</sup>	0.192±0.05 <sup>a</sup>
10	5.19±0.88 <sup>a</sup>	27.6±2.6 <sup>ab</sup>	0.194±0.06 <sup>a</sup>

Values are mean±S.D. of 6 mice.

Values followed by the same letter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

Body weight gain = final body weight after 4 weeks (g) - initial weight (g)

Food efficiency ratio (FER) = body weight gain (g/day)/ food intake (g/day)

하여는 차이가 없었다. 각각의 음료를 4주 동안 섭취시킨 실험동물에게 강제수영을 시켜 얻은 지구력시험 결과는 Table 3와 같았다. 물만 섭취시킨 대조군(group 1)에 비하여 전해질용액에 당 또는 당과 당밀만을 함유한 group 3 및 group 7를 섭취한 실험군에서도 강제유영시간이 증가하였으나 유의적인 차이는 아니었으며 전해질+당+오미자가 함유된 4번 음료(group 4) 역시 유의적인 증가는 보이지 않았다. 전해질+당+매실(group 5), 전해질+당+오미자+매실(group 6), 전해질+당+당밀+오미자(group 8), 전해질+당+당밀+매실(group 9), 전해질+당+당밀+오미자+매실(group 10)의 경우 강제유

Table 3. Effect of Drinks on the swimming capacity of mice with 5% of the body weight attached to the tail

Group	Swimming time to exhaustion (sec)
1	93.2±10.4 <sup>d</sup>
2	103.7±13.7 <sup>cd</sup>
3	120.5±20.8 <sup>bcd</sup>
4	125.4±15.2 <sup>bcd</sup>
5	128.9±14.9 <sup>bc</sup>
6	190.8±25.6 <sup>a</sup>
7	130.8±19.1 <sup>bc</sup>
8	141.7±20.5 <sup>b</sup>
9	139.2±16.9 <sup>b</sup>
10	173.6±21.8 <sup>a</sup>

Values are mean±S.D. for 6 mice.

Values followed by the same letter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

영시간에 유의적인 증가를 보였으며 특히 오미자와 매실을 전해질용액에 함께 첨가한 음료인 6번 음료와 10번 음료에서 가장 유의적인 증가를 보여 1.5-2배 정도의 지구력 증진 효과를 보였다. 설탕으로만 전체 6% 당을 보충한 3번 음료에 비하여 당밀을 설탕과 함께 섞어 6%의 당이 되도록 제조한 음료에서 지구력의 유의적인 증가를 보였다.

오미자는 오미자나무의 익은 열매를 말린 것으로, 맛은 시고 성질은 따뜻하며 폐경, 신경, 비경에 작용하고 기와 폐를 보하고 기침을 멈추고, 갈증을 멈춘다고 되어 있다. 약리실험에서 중추신경계통 흥분작용, 피로회복 촉진작용, 심장혈관계통 기능회복작용, 혈압조절작용, 위액분비 조절작용, 혈당량 낮춤작용, 글리코젠함량을 늘이는 작용 등이 있으며 schizandrin을 포함한 40 여종의 lignan을 함유하고 있으며 전문의약품으로 등록되어 있다[15,23]. 또한 알칼리성 식품인 매실은 구연산, 사과산, 호박산, 주석산과 같은 유기산이 특히 풍부한 식품으로 피로회복에 도움이 된다고 알려져 있다. Chuda 등

[6]은 매실농축액에 함유된 hydroxymethyl-2-fufural의 구연산 에스테르가 혈류개선 효과가 있다고 하였으며 Tanaka 등 [34] 역시 매실엑스의 장기섭취가 물리적인 스트레스에 민감하게 반응하여 혈소판 점착응집이 잘 되는 사람들의 혈액을 개선하는 예방의학적 효과가 있음을 시사하였다. 사탕수수의 왁스는 주로 옥타코사놀(C28)을 포함한 탄소수 26-36개 정도를 가진 고급알콜들 및 지방산 에스테르 형태로 구성되어 있어 총칭하여 폴리코사놀로 불리우고 있으며 당밀이 함유하고 있는 폴리코사놀은 옥타코사놀과 트리아콘타놀(C30)으로 구성되어 있는 것으로 분석되어 있어[22] 지구력 향상에 도움을 주었으리라 사료된다. 제조음료를 4주 동안 섭취한 실험동물의 지구력 시험 결과(Table 3)는 오미자와 매실을 같이 이온음료에 혼합한 음료가 오미자와 매실 각각을 혼합한 음료에 비하여 지구력 증강에 상승효과가 있음을 보여 주었으므로 실험동물의 혈액 내 피로물질 및 조직 내 효소활성을 측정하므로써 지구력 증강효과에 대한 설명을 하고자 하였다.

#### 강제유영한 실험동물의 혈장성분에 미치는 영향

Table 3에서와 같이 몸무게의 5%되는 추를 꼬리에 달고 탈진할 때까지 강제유영을 시킨 다음, 실험동물의 복부대동맥으로부터 혈액을 채취하고 혈장성분을 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 중성지방 함량을 보면 전해질+당+오미자+매실을 함유한 6번 음료 및 전해질+당+당밀+오미자+매실을 함유한 10번 음료의 경우 가장 낮은 수치를 나타내었으나 모든 음료들 사이에 유의적인 차이는 없었다. 혈장내 포도당 수준을 보면 전해질 용액+당 또는 전해질용액+당+당밀에 오미자 또는 매실을 각각 넣은 4번, 5번, 8번, 9번 음료에서 유의적인 차이로 감소하였으며 오미자와 매실을 함께 넣어준 6번 음료 및 10번 음료에서 포도당 수준이 가장 낮게 나타났다. 이는 탈진 때까지 강제유영을 시켰기 때문에 포도당이 운동에너지로 사용되었음을 알 수 있었다.

Table 4. Effect of Drinks on biochemical substance level in serum after forced-swimming test

Group	Level in serum (mg/dl)				
	Neutral lipid	Glucose	Lactate	Inorganic phosphate	Ammonia
1	164.9±32.5 <sup>a</sup>	140.4±3.98 <sup>a</sup>	52.1±8.13 <sup>a</sup>	6.32±0.25 <sup>ab</sup>	172.3±12.8 <sup>a</sup>
2	186.1±43.8 <sup>a</sup>	138.7±4.11 <sup>a</sup>	49.6±9.12 <sup>ab</sup>	6.12±0.17 <sup>ab</sup>	169.2±14.2 <sup>a</sup>
3	165.7±41.2 <sup>a</sup>	137.2±4.23 <sup>a</sup>	46.5±8.43 <sup>ab</sup>	6.25±0.19 <sup>ab</sup>	162.7±13.8 <sup>ab</sup>
4	163.6±28.2 <sup>a</sup>	125.3±3.88 <sup>bc</sup>	42.7±9.41 <sup>ab</sup>	6.44±0.13 <sup>a</sup>	163.5±13.5 <sup>ab</sup>
5	160.2±25.6 <sup>a</sup>	128.9±3.21 <sup>b</sup>	40.5±7.23 <sup>ab</sup>	6.13±0.26 <sup>ab</sup>	158.9±14.6 <sup>ab</sup>
6	143.6±21.8 <sup>a</sup>	109.1±2.47 <sup>d</sup>	36.8±7.35 <sup>ab</sup>	6.27±0.18 <sup>ab</sup>	148.1±12.3 <sup>ab</sup>
7	163.8±19.7 <sup>a</sup>	135.5±3.99 <sup>a</sup>	51.6±8.26 <sup>ab</sup>	6.29±0.17 <sup>ab</sup>	168.2±12.7 <sup>a</sup>
8	159.2±24.5 <sup>a</sup>	119.8±3.13 <sup>c</sup>	42.5±7.19 <sup>ab</sup>	6.14±0.14 <sup>ab</sup>	156.4±14.1 <sup>ab</sup>
9	153.4±25.3 <sup>a</sup>	125.2±2.56 <sup>bc</sup>	41.7±6.35 <sup>ab</sup>	6.03±0.15 <sup>b</sup>	155.2±14.5 <sup>ab</sup>
10	136.2±20.5 <sup>a</sup>	106.4±3.52 <sup>d</sup>	34.8±6.72 <sup>b</sup>	6.38±0.21 <sup>ab</sup>	139.6±13.2 <sup>b</sup>

Values are mean±S.D. of 6 mice.

Values followed by the same letter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

지구력 시험에서 근육의 피로도를 측정하기 위하여 근육의 피로 원인물질이라고 알려져 있는 젖산, 암모니아, 무기인산 함량을 혈액 중 수준으로 측정한다[2,11,17]. 혈장중 젖산 함량을 보면 물을 섭취한 대조군에 비하여 다른 모든 음료를 섭취한 실험군에서 유의적인 차이는 아니지만 젖산의 함량이 낮아진 것을 관찰할 수 있었으며 10번 음료의 경우 유의적인 젖산 함량의 감소를 확인할 수 있었다. 대조군에 비하여 1.5-2 배 정도 오랜 시간의 강제수영시간에도 불구하고 오히려 대조군에 비하여 젖산 함량이 낮은 것은 간 기능이 향상되어 젖산이 제거되었거나 유산소운동의 증진이 있어 젖산 생성이 감소되었을 가능성을 생각할 수 있다.

혈장내 무기인산 함량의 경우 근육세포에 저장되어 있는 creatine phosphate가 creatine kinase에 의하여 분해되면서 운동에너지로 사용되었을 가능성을 생각할 수 있으며 전해질+당+당밀+매실 함유음료(9번 음료)의 경우 무기인산 함량이 낮은 것으로 나타났으나 다른 음료에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 혈장 내 암모니아 수치를 보면 전해질+당 함유 음료 또는 전해질+당+당밀 함유 음료에 비하여 오미자 또는 매실을 각각 함유한 음료의 경우에서 감소하는 경향을 보였으나 오미자와 매실을 동시에 함유한 음료인 6번 음료와 10번 음료의 경우 암모니아 수치가 148.1±12.3 또는 139.6±13.2 mg/dl로 더욱 낮은 암모니아 함량을 보였으며 10번 음료만이 유의적인 감소를 보인 것으로 나타났다. 운동 중 골격근육의 단백질이나 아미노산이 에너지로 사용되기 위해서 아미노기가 전이되고 남은 탄소골격( $\alpha$ -keto acid)은 TCA cycle로 들어가 최종적으로 산화된다. 혈중 암모니아는 운동 중에 증가되는 것으로 알려져 있으며[17], Schenker 등[31]은 과잉의 암모니아는 중추신경계에 유독하므로 운동 때문에 생성된 암모니아 축적은 중추신경의 피로를 유발할 수 있다고 하였다. 이 실험에서 6번 음료 및 10번 음료 섭취군의 경우 대조군이나 다른 실험군들에 비하여 강제수영시간이 1.5-2 배 길어졌는데도 불구하고 피로물질인 혈액의 암모니아 수준이 유의적으로 감소하였다. 이러한 결과로부터 강제수영을 한 실험동물의 피로를 개선하는데 전해질+당+오미자+매실 음료(6번 또는 10번 음료)가 효과가 있었음을 알 수 있다.

강제수영을 한 실험동물 골격근의 효소활성에 미치는 영향 피로회복에 좋다고 알려진 오미자, 매실 및 당밀을 이온음료에 혼합하여 제조한 10종의 음료를 4주 동안 실험동물에게 섭취시킨 후 Table 3에서와 같이 탈진할 때까지 강제수영시킨 후 도살하고 뒷다리 근육을 적출하여 효소활성을 분석한 결과는 Table 5와 같았다. 젖산탈수소효소(Lactate dehydrogenase, LDH)의 경우 음료를 섭취한 모든 실험군에서 활성의 유의적인 차이를 발견하지 못했으나 6번 음료 및 10번 음료를 섭취한 실험동물의 경우 LDH 활성이 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 당이 분해되는 과정인 해당작용에서

Table 5. Effect of Drinks on enzyme activity in tissue after forced-swimming test

Group	μmol/g tissue		
	Lactate dehydrogenase	Hexokinase	Citrate synthase
1	84.9±12.1 <sup>a</sup>	5.23±0.38 <sup>c</sup>	42.9±1.87 <sup>d</sup>
2	91.0±7.4 <sup>a</sup>	5.41±0.42 <sup>c</sup>	45.6±2.11 <sup>cd</sup>
3	85.6±6.9 <sup>a</sup>	5.33±0.37 <sup>c</sup>	44.7±4.19 <sup>cd</sup>
4	83.6±10.1 <sup>a</sup>	5.58±0.28 <sup>abc</sup>	49.3±2.43 <sup>bc</sup>
5	82.5±12.3 <sup>a</sup>	5.60±0.15 <sup>abc</sup>	48.7±3.13 <sup>bc</sup>
6	77.0±11.5 <sup>a</sup>	5.99±0.18 <sup>ab</sup>	56.8±3.98 <sup>a</sup>
7	81.2±9.2 <sup>a</sup>	5.44±0.26 <sup>bc</sup>	45.3±2.48 <sup>cd</sup>
8	79.5±11.9 <sup>a</sup>	5.53±0.24 <sup>bc</sup>	50.1±3.15 <sup>bc</sup>
9	77.2±8.6 <sup>a</sup>	5.69±0.31 <sup>abc</sup>	51.3±2.47 <sup>b</sup>
10	75.1±8.8 <sup>a</sup>	6.13±0.25 <sup>a</sup>	59.5±3.09 <sup>a</sup>

Values are mean±S.D. of 6 mice.

Values followed by the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

ATP가 생성되면 NAD<sup>+</sup>가 필요하며 무산소운동에서 연속적인 ATP를 생성하기 위하여 LDH에 의한 NAD<sup>+</sup> 공급이 필요하고 그 결과로 젖산이 생성되게 된다. Table 3에서와 같이 강제수영시간이 1.5-2 배 정도 길어진 6번과 10번 음료의 경우에서와 같이 긴 시간동안 강제수영을 했는데도 불구하고 혈장 내 젖산의 함량은 감소하였고 골격근육의 LDH 활성은 낮아지는 경향으로 보아 무산소 운동에 의한 젖산생성보다는 유산소 운동으로의 전환이 이루어졌을 것으로 생각된다. Delamarche 등[12]은 장시간 운동 중에는 포도당 보다는 유리지방산이 에너지원으로 사용되며 catecholamine과 관련이 있다고 하였다.

강제수영 후 실험동물 골격근육의 헥소키나제(Hexokinase, HK) 활성을 비교해 보면 전해질+당 또는 전해질+당+당밀 용액에 매실과 오미자를 함께 넣은 6번 음료와 10번 음료에서 활성이 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며 특히 당밀과 함께 매실과 오미자가 함유되어 있는 10번 음료에서 헥소키나제 활성이 가장 증가한 것으로 확인되었다. 헥소키나제는 포도당이 해당과정에 들어갈 때 필요한 첫 번째 효소이다. 헥소키나제에 의하여 포도당이 6-인산화 포도당(Glu-6-P)이 되어서 해당과정에 들어가기 때문에 헥소키나제가 조절효소라고 할 수 있는데 6번 음료와 10번 음료를 섭취한 실험군에서 헥소키나제 활성이 증가한 것은 근육에 저장되어 있던 포도당 및 glycogen이 효율적으로 에너지대사에 참여하였음을 말해 준다.

강제수영 후 실험동물 골격근육의 구연산 합성효소(Citrate synthase, CS) 활성을 보면 전해질+당 또는 전해질+당+당밀 음료에 오미자 또는 매실을 넣은 4, 5, 6, 8, 9 및 10번 음료를 섭취한 실험군의 경우 활성이 유의적으로 증가하였다. 골격근육의 구연산 합성효소의 활성이 증가한 실험군

중에서 특히 오미자와 매실을 동시에 함유한 6번 음료 및 10번 음료를 섭취한 실험군의 구연산 합성효소의 활성이  $56.8 \pm 3.98$  또는  $59.5 \pm 3.09$   $\mu\text{mol/g}$  조직으로 물만 섭취한 대조군의  $42.9 \pm 1.87$   $\mu\text{mol/g}$  조직에 비하여 32.4~38.7% 증가되었음을 알 수 있다. 구연산 합성효소는 포도당이 해당과정을 거쳐 분해되어 생성된 피루빅산, 암모니아가 제거된 아미노산의 탄소골격으로부터 생성된 아세틸 CoA, 또는 유리지방산이  $\beta$ -산화되어 생성되거나 케톤체가 분해되어 생성된 아세틸 CoA가 완전산화 되기 위하여 구연산회로(TCA cycle)에 들어갈 때 필요한 효소이다. 무산소운동에서는 포도당 1 분자가 젖산으로 되면서 2 분자의 ATP ( $2 \times 7,300$  cal)밖에 생성하지 못하지만 유산소운동에서는 포도당 1 분자가 완전산화되어 탄산가스와 물로 되면서 36 분자의 ATP ( $36 \times 7,300$  cal)를 생성하게 되어 효율적인 에너지 발생 시스템이라고 볼 수 있다. Bigard 등[4]에 의하면 고도에서 지구력 훈련을 받은 흰쥐 실험군에서 골격근육의 젖산탈수소효소의 활성은 감소하고 포도당을 인산화시키는 핵소키나제(HK), TCA cycle과 관련된 구연산합성효소(CS), 지방산의  $\beta$ -산화와 관련된 3-hydroxyacyl CoA dehydrogenase (HAD)의 활성이 증가된 것을 관찰하였다고 하였다.

Table 3, 4 및 5를 종합해 볼 때 오미자와 매실 또는 오미자, 매실 및 당밀을 함께 함유한 전해질음료(group 6 및 group 10)는 전해질 음료만 함유한 음료(group 2, 3 및 7) 또는 오미자 또는 매실 각각을 함유한 전해질 음료(group 4, 5, 8 및 9)에 비하여 실험동물의 지구력을 증강시켰으며 피로물질인 젖산함량 감소, 해당과정의 첫 번째 효소인 핵소키나제의 활성증가, 무산소운동과 관련된 젖산 탈수소효소의 활성 감소 및 유산소운동과 관련된 구연산 합성효소의 활성증가를 가져왔다. 이러한 결과로부터 6번 및 10번 음료는 실험에 사용한 다른 음료들에 비하여 실험동물의 피로예방 또는 피로회복을 촉진시키고 유산소운동을 증가시킴으로서 지구력을 증강시키는데 도움을 주었음을 알 수 있었다.

#### 강제유영 후 실험동물의 간과 근육조직 glycogen 함량에 미치는 영향

근육의 무산소운동에서 glycogen이 사용되지만 유산소운동에서도 지방산의 효율적인 산화를 위하여 필요한 옥살로아세트산을 생산할 glycogen이 필요하기 때문에 간과 근육의 glycogen 축적은 지구력 증진 및 운동효율을 높여준다고 하였다[9]. Azevedo 등[1]은 지구력 운동을 훈련받은 운동선수들의 근육은 훈련받지 않은 사람들의 근육보다 근육 glycogen이 천천히 분해된다고 하였으며 또한 생성된 젖산의 함량도 낮다고 하였다.

여러 성분을 조합하여 제조한 10 종의 음료를 4주 동안 섭취시킨 실험동물을 탈진할 때까지 강제수영시킨 후 도살하고 간과 비복근을 적출하여 glycogen 함량을 분석한 결과는

Table 6. Effect of Drinks on glycogen level in tissue after forced-swimming test

Group	mg/g tissue	
	Liver	Gastrocnmius muscle
1	$0.61 \pm 0.18^a$	$0.30 \pm 0.08^a$
2	$0.55 \pm 0.22^a$	$0.32 \pm 0.10^a$
3	$0.58 \pm 0.21^a$	$0.30 \pm 0.09^a$
4	$0.52 \pm 0.25^a$	$0.29 \pm 0.13^a$
5	$0.51 \pm 0.23^a$	$0.31 \pm 0.06^a$
6	$0.48 \pm 0.21^a$	$0.27 \pm 0.08^a$
7	$0.53 \pm 0.18^a$	$0.33 \pm 0.07^a$
8	$0.45 \pm 0.27^a$	$0.28 \pm 0.11^a$
9	$0.50 \pm 0.16^a$	$0.27 \pm 0.12^a$
10	$0.39 \pm 0.19^a$	$0.23 \pm 0.09^a$

Values are mean $\pm$ S.D. of 6 mice.

Values followed by the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 6과 같았다. 간과 근육조직에 남아있는 glycogen 함량을 비교해 볼 때 10번 음료 섭취군이 다른 실험군에 비하여 가장 감소한 경향이 있었으나 유의적인 차이는 아니었으며 이는 강제유영시 간과 근육에 저장된 glycogen이 사용되었음을 간접적으로 말해 준다. 10종의 음료를 섭취한 실험동물들에게 탈진할 때까지 뛰게 하는 대신 모든 실험군을 10분 동안 treadmill을 뛰게 한 후 피로도를 측정하기 위하여 간에 남아있는 glycogen 함량을 측정한 결과를 보면 6번 또는 10번 음료를 섭취한 실험동물의 간에서 glycogen 함량이 유의적으로 높았다(data not shown). Koo 등[24]은 감초, 계피, 복분자, 산수유 등 8종의 한약재를 혼합하여 추출하고 알콜발효를 시킨 herbkin은 실험쥐에게 먹었을 때 강제수영시간이 증가하였으며 피로물질이 감소하였다고 하였고, Jung 등[19]은 강장효과를 가지는 것으로 알려진 한약재 추출물들을 먹인 실험동물에게 강제유영을 시켰을 때 동충하초 및 잎새버섯 추출물 섭취가 대조군에 비하여 강제유영시간이 유의적으로 증가하였음에도 혈장의 젖산 함량 및 암모니아 함량을 감소시켰다고 하였으며 간조직 및 골격근육조직의 glycogen 함량에는 감소하는 경향은 있었으나 유의적인 차이가 없었으며 이는 대조군에 비하여 지방산의 효율적인 이용으로 저장된 glycogen을 절약한 것이라고 가능성을 제시하였다.

결론적으로 스포츠음료로서의 기능은 장시간 운동에 의하여 고갈된 수분보충, 전해질 보충, 피로물질의 감소 및 운동시간의 증가라고 할 수 있다. 본 실험에서 동물실험 결과, 오미자, 매실 및 당밀 추출물을 당이 함유된 이온음료에 혼합한 음료가 물이나 소금물에 혼합한 음료보다 스포츠음료로서의 효과가 높았으며 이온음료에 혼합하더라도 오미자, 매실 및 당밀을 각각 혼합한 경우에 비하여 함께 혼합하였을 때 상승효과가 나타났음을 알 수 있었다. 이는 각각 재료에 들어있는 schizandrin류 리그난들, 유기산들, octacosanol 등

기능성물질들이 이온음료와 혼합됨으로서 생체에 효율적으로 흡수되었고 흡수된 기능성물질들의 보충작용에 의하여 상승효과를 나타낸 것이라고 생각한다. 실험동물에게 피로물질 축적 감소 및 지구력 증강의 효과를 가져왔던 본 연구의 결과가 젊은 운동선수들에게도 영향을 미치는지 조사하기 위하여 지속적인 연구를 진행하고 있다.

요 약

한방재료 즉 오미자 및 매실 추출물과 당밀이 혼합된 미네랄 음료의 항피로효과 및 지구력 증진효과를 연구하기 위하여 ICR 생쥐의 강제수영능력 및 생화학적 요인을 측정하였다. 6% 당과 전해질용액에 오미자추출물, 매실추출물 및 당밀을 혼합한 음료들을 실험군들에게 4주 동안 자유로이 섭취시켰다. 음료들을 섭취한 10 group의 실험동물들은 28일 후 강제수영하였으며 한방음료를 섭취한 실험군(6번 음료; 190.8±25.6 sec, 10번 음료; 173.6±21.8 sec; p<0.05)의 강제수영시간은 대조군(93.2±10.4 sec)에 비하여 1.5~2배 증가하였다. 또한 6번 음료 및 10번 음료의 hexokinase 및 citrate synthase 활성 역시 대조군에 비하여 유의적으로 높았다 (hexokinase 활성 - 대조군:5.23±0.38 μmol/g tissue; 6번 음료: 5.99±0.18 μmol/g tissue, 10번 음료: 6.13±0.25 μmol/g tissue, p<0.05, citrate synthase 활성 - (대조군: 42.9±1.87 μmol/g tissue; 6번 음료: 56.8±3.98 μmol/g tissue, 10번 음료; 59.5±3.09 μmol/g tissue, p<0.05). 한방음료를 섭취한 실험군이 대조군에 비하여 훨씬 오랜 시간 강제수영을 하였으나 비복근 및 간의 glycogen 함량은 실험동물군들 사이에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이것은 지구력이 증진되었음을 보여주는 한 예이다. 이러한 실험결과는 실험에 사용한 한방음료가 피로예방, 지구력 증진 및 운동수행능력을 증진하는데 매우 효과가 있음을 말해준다.

감사의 글

본 연구는 부산테크노파크 사업인 2008년 산학공동기술혁신사업(2008 BTP) 및 지식경제부와 한국산업기술재단의 전략기술인력양성사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

1. Azevedo, J., L. Jr, J. K. Linderman, S. L. Lehman, and G. A. Brooks. 1998. Training decreases muscle glycogen turnover during exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **78**, 479-486.
2. Banister, E. W., W. Rajendra, and B. J. Mutch. 1985. Ammonia as an indicator of exercise stress implications of recent findings to sports medicine. *Sports Med.* **2**, 34-46.

3. Beltz, S. D. and P. L. Doering. 1993. Efficacy of nutritional supplements used by athletes. *Clin. Pharm.* **12**, 900-908.
4. Bigard, A. X., A. Brunet, C. Y. Guezennec, and H. Monod. 1991. Skeletal muscle changes after endurance training at high altitude. *J. Appl. Physiol.* **71**, 2114-2121.
5. Calfee, R. and P. Fadale. 2006. Popular ergogenic drugs and supplements in young athletes. *Pediatrics* **117**, e557-e589.
6. Chuda, Y., H. Ono, M. Ohnishi-Kameyama, K. Matsumoto, T. Nagata, and Y. Kikuchi. 1999. Mumebral, citric acid derivative improving blood fluidity from fruit-juice concentrate of Japanese apricot. *J. Agric. Food Chem.* **47**, 828-831.
7. Choi, Y. J., J. K. Oh, and G. S. Ahn. 2007. Functional food for sports. Korea Patent 10-0714464.
8. Coleman, E. 1991. Study of sports drinks. *Food and Packaging* **32**, 584-586.
9. Coyle, E., A. Coogan, M. Hemmert, and J. Ivy. 1986. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J. Appl. Physiol.* **61**, 165-172.
10. Crill, C. M. and R. A. Helms. 2007. The use of carnitine in pediatric nutrition. *Nutr. Clin. Pract.* **22**, 204-213.
11. Dawson, C. A., E. R. Nadel and S. M. Horvath. 1971. Arterial blood and muscle lactates during swimming in the rat. *J. Appl. Physiol.* **30**, 322-327.
12. Delamarche, P., M. Monnier, A. Gratas-Delamarche, H. E. Koubi, M. H. Mayet, and R. Favier. 1992. Glucose and free fatty acid utilization during prolonged exercise in prepubertal boys in relation to catecholamine responses. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **65**, 66-72.
13. Gleim, G. G. and B. Glace. 1998. Carnitine as an ergogenic aid in health and disease. *J. Am. Coll. Nutr.* **17**, 203-204.
14. Han, J. W. and S. H. Park. 2006. produced by using medicinal herbs with a usage as recovery of exhaustion. Korea Patent 10-0637700.
15. Hikino, H., Y. Kiso, H. Taguchi, and Y. Ikeya. 1984. Antihepatotoxic actions of lignoids from *Schizandra chinensis* fruits. *Planta Med.* **50**, 213-218.
16. Hong, S. -G., D. -S. Yang, B. -J. Kang, H. -S. Lee, and Y. Yoon. 2003. Effects of formula (JR-22) maybe containing traditional herbs on maximal exercise performance and antioxidant materials in murine model. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 1076-1081.
17. Itaya, K. and M. Ui. 1966. A new micromethod for the colorimetric determination of organic phosphate. *Clin. Chim. Acta* **14**, 361-366.
18. Joshi, M. D. and V. Japannathan. 1969. Hexokinase. *Methods in enzymology* **13**, 371-381.
19. Jung, K., I. -H. Kim, and D. Han. 2004. Effect of medicinal plant extracts on forced swimming capacity in mice. *J. Ethnopharmacol.* **93**, 75-81.
20. Khanna, G. L. and I. Manna. 2005. Supplementary effect of carbohydrate-electrolyte drink on sports performance, lactate removal and cardiovascular response of athletes. *Indian J. Med. Res.* **121**, 665-669.



21. Kim, K. M., K. W. Tu, D. H. Kang, and H. J. Suh. 2002. Anti-stress and anti-fatigue effect of fermented rice bran. *Phytotherapy Res.* **16**, 700-702.
22. Kim, H. S. 2008. Development of herbal sports drinks for the anti-fatigue and exercise endurance. *2008 BTP Report* pp. 49.
23. Kvasnickova, L., Z. Glatz, H. Sterbova, V. Kahle, J. Slanina, and P. Musil. 2001. Application of capillary electrochromatography using macroporous polyacrylamide columns for the analysis of lignans from seeds of *Schisandra chinensis*. *J. Chromatography A* **916**, 265-271.
24. Koo, H. -N., J. -K. Lee, S. -H. Hong, and H. -M. Kim. 2004. Herbkinase increases physical stamina in mice. *Biol. Pharm. Bull.* **27**, 117-119.
25. Laos, C. and J. D. Metz. 2006. Performance-enhancing drug use in young athletes. *Aldolesc. Med. Clin.* **17**, 716-731.
26. Leichtweis, S. B., C. Leeuwenburgh, D. J. Parmelee, R. Fiebig, and L. L. Ji. 1997. Rigorous swim training mitochondrial function in post-ischaemic rat heart. *Acta Physiol. Scand.* **160**, 139-148.
27. Matsumoto, K., H. Hayase, K. Imaizumi, H. Tsujimoto, and R. Mitsuzono. 2007. Branched-chain amino acids supplementation attenuates the accumulation of blood lactate dehydrogenase during distance running. *J. Sports Med. Phys. Fitness* **47**, 316-322.
28. Opletal, L., H. Sovová, and M. Bártlová. 2004. Dibenzo [a,c]cyclooctadiene lignans of the genus *Schisandra*: importance, isolation and determination. *J. Chromatography B* **812**, 357-371.
29. Park, T. S. 2005. The annual report of KFDA. *Korean Food Drug Admin.* **9**, 467-468.
30. Pesce, A., T. P. Fondy, F. Stolzenbach, F. Castillo, and N. O. Kaplan. 1967. Comparative enzymology of lactate dehydrogenase. *J. Biol. Chem.* **242**, 2151-2167.
31. Schenker, S, D. W. McCandless, E. Brophy, and M. S. Lewis. 1967. Studies on the intercerebral toxicity of ammonia. *J. Clin. Invest.* **46**, 838-848.
32. Soh, D. M., E. K. Won, K. S. Choi, J. S. Park, N. I. Kim, Y. I. Kim, J. J. Lee, and D. S. Yeon. 2000. Effects of L-carnithine containing electrolyte beverages on endurance performance and glycogen sparing effects of trained rats. *Korean J. Sports Med.* **18**, 314-324.
33. Srere, P. A. 1969. Citrate synthetase. *Methods in enzymology* **13**, 3-11.
34. Tanaka, K., K. Koga, T. Kawamura, K. Kawabata, T. Soejima, T. Endoh, T. Bando, K. Fukuda, N. Kanai, and M. Sakakibara. 2004. Evaluation of the effects of Japanese apricot extracts on blood fluidity by means of MC-FAN. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **57**, 81-87.
35. Taylor, J. C., L. Rapport, and G. B. Lockwood. 2003. Octacosanol in human health. *Nutrition* **19**, 192-195.
36. Von Duvillard, S. P., W. A. Braun, M. Markofski, R. Beneke, and R. Leithäuser. 2004. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition* **20**, 651-656.
37. Williams, M. H. 2005. Dietary supplements and sports performance: minerals. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **11**, 43-49.
38. Yang, D. C. 2005. The annual report of KFDA. *Korean Food Drug Admin.* **9**, 456-457.