

## 고온에서의 점증적 최대운동시 매실함유 음료 및 생수섭취에 따른 심박수 및 혈중 젖산농도 변화의 비교

김 기 진 · 배 지 현\*

계명대학교 체육대학 체육학과 · 계명대학교 가정대학 식품영양학과\*

### Comparison of Heart Rate and Blood Lactate between Ingestion of *Prunus mume* Solution and Water during Graded Maximal Exercise in Hot Environment

Kijin Kim and Ji-Hyun Bae\*

Department of Physical Education, College of Physical Education, Keimyung University, Daegu

\*Department of Food Science & Nutrition, Keimung University, Daegu

#### ABSTRACT

Humans may lose considerable amounts of water and electrolytes from sweat during exercise in a hot climate. Optimal ingestion of fluid-replacement beverages may overcome an obstacle factor of exercise performance in the heat. This study was performed the comparison of heart rate and blood lactate between ingestion of *Prunus mume* solution and water solution during graded maximal exercise using bicycle ergometer in the heat(ambient temperature of 31~32°C and relative humidity of 50~55%). Ten healthy no-heat-acclimatized males participated in the study. Exercise duration until all-out of graded testing in the condition of *Prunus mume* solution ingestion(786.15±47.66 s) was significantly higher(P<0.05) than the condition of water ingestion. Heart rate at 4 min during graded testing and recovery phase in the condition of *Prunus mume* solution ingestion was significantly lower(P<0.05) than the condition of water ingestion. Blood lactate concentration at 30 min of recovery phase after graded maximal exercise in the condition of *Prunus mume* solution ingestion was significantly lower(P<0.05) than the condition of water ingestion. Recovery rate of blood lactate concentration at 15 min and 30 min of recovery phase after graded maximal exercise in the condition of *Prunus mume* solution ingestion was significantly lower(P<0.05) than the condition of water ingestion. Present results suggested that ingestion of *Prunus mume* solution showed the positive effects on the cardiorespiratory function and acid-base regulation as compared with ingestion of water during graded maximal exercise and recovery phase in hot environment.

---

Key words: *Prunus mume*, hot, lactate, heart rate.

## I. 서 론

고온환경에서의 운동시에는 체온조절의 어려움을 중심으로 한 다양한 제한요인이 효율적인 운동능력 발휘에 부정적인 영향을 미치게 된다. 고온환경에서의 체온조절시 생성된 열의 발산을 위해서는 순환기능의 말초혈관 이완현상과 더불어 발汗에 주로 의존하게 되는데, 현저한 발汗현상은 체액량의 감소현상을 초래하게 될 것이다. 이러한 변화는 결과적으로 정맥회귀량의 감소에 따른 1회 박출량 감소현상을 초래하게 되면서 일정한 심박출량을 유지하기 위한 심박수의 증가현상이 요구되어 심장을 중심으로 한 순환기능의 효율성이 저하될 것이다<sup>1,2)</sup>. 즉, 고온 다습의 환경하에서는 체온조절의 어려움으로 인한 체열축적의 증가현상으로 말미암아 순환기능에 대한 부담이 가중되면서 더욱 현저한 심박수의 증가현상을 초래하게 된다<sup>3)</sup>.

따라서 고온환경에서의 운동시에는 과도한 발汗에 의해 수분 및 전해질 손실이 현저하게 일어나면서 이의 재보충과 관련하여 스포츠음료의 필요성이 강조되어 왔다<sup>4)</sup>. 스포츠음료의 실제적인 기능에 대해서는 그 흡수율을 비롯하여 온도, 섭취량, 함유성분 등에 대한 검토가 이루어져 왔는데, 함유성분의 경우 단순한 수분 및 전해질에만 국한되는 것이 아니라 에너지원의 추가보충, 생리적 활성물질의 함유 등에도 관심이 제기되어 왔다. 최근에는 운동시 발汗을 통한 미네랄 손실에 대해서 스포츠음료를 통한 추가 섭취시 미네랄 균형의 긍정적인 효과가 나타나지 않는 것<sup>5)</sup>으로 지적되면서 그 함유물질과 관련하여 생리적 활성물질을 통한 에르고제닉 에이드(ergogenic aid)에 대한 관심이 제기되는 경향을 나타낸다. 생리적 활성물질의 함유와 관련해서는 생화학 및 영양학적 접근에 근거하여 구연산, 카르니틴, 비타민제 등이 포함되어 왔으며, 한의학적 접근에 의한 다양한 성분이 검토되어 왔다. 이와 관련하여 구연산을 비롯한 함유물질을 포함하고 있는 것으로 알려진 매실의 경우 생리적 기능 활성화에 그 효과를 가진 것으로 제안되어 왔다. 즉, 매실은 운동수행시 체내 신진대사 활성화, 노폐물 제거, 젖산생성 억제, 헤모글로빈

과 산소친화력 향상 등의 효과를 가진 것<sup>6)</sup>으로 알려져 왔다. 장거리 육상선수들이 매실을 섭취한 경우 산소운반능력에 대한 혈액성분의 긍정적인 변화를 나타내며<sup>7)</sup>, 여자 배드민턴 선수들의 경우 동일한 운동 강도에서 매실 엑기스 섭취후 혈중 젖산 농도의 축적현상이 감소되는 것으로 보고한 바 있다<sup>8)</sup>.

이에 본 연구에서는 대표적인 제한적 환경조건에 해당하는 고온환경에서의 운동시 매실음료 및 생수 음료를 각각 섭취하였을 때 기본적인 생리적 지표에 해당하는 심박수 및 혈중 젖산농도의 변화양상을 비교하므로써, 고온환경에서의 운동능력 향상과 관련하여 매실함유 음료섭취의 긍정적인 영향에 관한 가능성을 살펴보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 20대 신체건강한 남성 10명(연령 :  $23.10 \pm 1.50$ 세, 신장 :  $173.45 \pm 2.50$ cm, 체중 :  $72.15 \pm 2.35$ kg)으로 구성되었다.

### 2. 연구방법

본 연구는 기온  $31 \sim 33^\circ\text{C}$ 와 습도 50~55%의 고온하에서 자전거 에르고미터를 이용하여 점증적 최대운동을 수행토록 하면서 운동전, 후에 걸쳐 생수 및 매실함유음료를 각각 섭취하였다. 이때 심박수와 혈중 젖산농도를 측정하여 그 변화양상을 비교분석하였다.

#### 1) 점증적 최대운동

자전거 에르고미터(Monark, Sweden)를 이용하여 0 kp 및 60 rpm의 운동부하에서 2분간 준비운동을 실시한 후 1분간 휴식하고 회전수 60 rpm으로 고정하여 0 kp에서 시작하여 2분간 운동을 실시한 이후 2분 간격으로 0.5 kp씩 점증하여 올라오에 이르기까지 운동을 수행토록 하였다.

#### 2) 음료섭취 유형 및 시기

음료유형은 비교군으로서 생수음료와 실험군으로서 20.0%의 매실함유음료로 구분하였는데, 그 농도의 결정은 예비실험과정에서 0.5%~20%의 유형중

가장 그 영향이 현저한 농도로 간주된 20.0%로 하였다. 동일 피험자에 대하여 각각의 음료를 외형상 동일한 캔으로 제작하여 추첨에 의해서 결정된 순서대로 반복 섭취토록 하였다. 섭취시기는 운동시작전 15분, 운동종료후 1분 및 15분으로서 각각 250 ml를 섭취하였다.

### 3) 측정항목 및 시기

측정항목은 심박수와 혈중 젖산농도로서, 심박수는 Polar system(Finland)을 이용하여 측정하였으며, 혈중 젖산농도는 fingertip에 의한 채혈을 실시하여 젖산분석기(YSI 1500, USA)로서 측정하였다. 측정시기는 안정시, 음료 섭취후 운동시작 직전, 운동 중의 각 단계별 운동부하 종료 30초전, 운동 직후, 회복기 3분, 5분, 7분, 15분, 20분, 25분 및 30분에 각각 실시하였다. 이러한 측정결과를 토대로 심박수 및 혈중 젖산농도 최고치, 젖산역치 수준과 그 수준에서의 심박수, 혈중 젖산농도 및 운동강도, 올라웃에 이르는 운동시간, 회복기 30분의 심박수 및 혈중 젖산농도 회복률 등을 산출하였다.

### 4) 통계처리

측정항목별 평균 및 표준편차를 산출하고, 측정항목에 대한 시기별 변화양상에 대한 두 음료유형간의 유의차를 검정하기 위하여 산출항목과 항목별 동일 시기에서의 심박수 및 혈중 젖산농도에 대한 음료유형간 Student's t-test를 실시하였다. 유의수준은 5%를 기준으로 하였다.

## III. 결 과

점증적 최대운동시 최고치 및 젖산역치수준에서의 측정결과는 Table 1에 나타난 바와 같이, 올라웃에 이르는 최대운동지속시간에서 매실음료 섭취시가 786.15±47.66초로서 생수음료 섭취시에 비해서 유의하게( $P<0.05$ ) 높았다. 그러나, 심박수 최고치, 혈중 젖산농도 최고치 및 젖산 역치 수준에서의 측정결과에서는 두 음료 유형간에 유의한 차이가 없었다.

점증적 최대운동시 및 회복기의 심박수의 변화는 Table 2에서 나타난 바와 같다. 운동종과 회복기에 걸쳐 전반적으로 매실음료 섭취시가 생수음료 섭취시에 비해서 낮은 심박수를 나타냈는데, 특히, 운동 중 4분, 회복기 15분 및 30분에 매실음료 섭취시가 생수음료 섭취시에 비해서 유의하게( $P<0.05$ ) 낮은 심박수를 나타냈다.

점증적 최대운동시 및 회복기의 혈중 젖산농도 변화는 Table 3에서 나타난 바와 같다. 운동종과 회복기에 걸쳐 전반적으로 매실음료 섭취시가 생수음료 섭취시에 비해서 낮은 혈중 젖산농도를 나타냈는데, 특히, 회복기 30분에 매실음료 섭취시가 3.11±0.45 mM로서 생수음료 섭취시의 3.78±0.56 mM에 비해서 유의하게( $P<0.05$ ) 낮았다.

점증적 최대운동후 회복기 15분 및 30분의 심박수 및 젖산회복률은 Table 4에서 나타난 바와 같은데, 젖산회복률에서 매실음료 섭취시가 회복기 15분 및 30분 모두에서 생수음료 섭취시보다 유의하게( $P<0.05$ ) 높았으며, 심박수 회복률에서도 매실음료 섭취시

Table 1. Results of peak values and physiological variables corresponding to lactate threshold in graded maximal test

Type	Duration until all-out(sec)	Peak		Lactate threshold		
		HR (beats/min)	LA (mM)	HR (beats/min)	LA (mM)	Intensity (kp)
Control	737.82	183.00	7.76	144.40	3.18	1.15
	36.22	13.84	0.83	18.69	0.39	0.34
Experiment	786.15*	185.72	7.68	145.64	2.86	1.16
	47.66	9.44	0.66	11.36	0.41	0.32

Values are mean and SD

\*  $P<0.05$ (Compared to control type)

**Table 2.** Changes of heart rate during graded maximal exercise and recovery phase (beats/min)

Type	Rest	Before exercise	During exercise(min)			Recovery phase(min)				
			4	8	12	0	3	5	15	30
Control	71.60	85.70	133.45	161.00	182.43	183.00	129.00	115.63	103.00	94.18
	5.77	14.12	12.90	13.83	12.49	13.84	10.69	7.43	5.33	8.04
Experiment	72.00	83.72	123.60*	153.30	178.13	185.72	125.20	115.20	98.60*	89.80*
	6.57	10.58	12.78	14.03	15.77	9.44	11.63	9.52	6.50	6.23

Values are mean and SD

\* P<0.05(Compared to control type)

**Table 3.** Changes of blood lactate concentration during graded maximal exercise and recovery phase (mM)

Type	Rest	Before exercise	During exercise(min)			Recovery phase(min)				
			4	8	12	0	3	5	15	30
Control	1.41	1.38	2.63	3.89	5.70	6.86	7.73	7.23	6.12	3.78
	0.54	0.67	0.62	0.63	0.93	0.67	1.00	0.98	0.86	0.56
Experiment	1.38	1.34	2.50	3.78	5.02	6.41	7.47	7.21	5.09	3.11*
	0.49	0.42	0.52	0.66	0.96	1.07	1.13	0.85	1.10	0.45

Values are mean and SD

\* P<0.05(Compared to control type)

**Table 4.** Recovery rate of blood lactate and heart rate at 15 min and 30 min of recovery phase after graded maximal exercise (%)

Type	Heart rate		Blood lactate	
	Rec-15	Rec-30	Rec-15	Rec-30
Control	70.43	78.46	25.76	61.96
	12.34	11.36	6.75	9.85
Experiment	77.11	85.18	42.34*	73.55*
	10.94	12.40	8.75	11.24

Values are mean and SD

\* P<0.05(Compared to control type)

가 높았으나 통계적 유의차는 없었다.

#### IV. 고 찰

고온환경에서의 운동수행시 생리적 변화양상은 선수들의 트레이닝 및 경기상황에서 고온이 경기력의 중요한 제한적 환경요인으로 작용한다는 관점에서

주요 요인으로 고려되어 왔다. 고온에서의 경기력 제한요인에 대한 주된 초점은 체온조절, 수분대사 및 에너지원 등의 관점에서 평형상태 유지의 어려움이 제공되면서 생리적 기능의 효율적인 발휘가 장애를 가지게 되므로서 경기력의 부정적 영향을 받게 된다는 것이다. 고온환경에서의 생리적 기능의 대표적인 부정적 현상으로는 체온증가, 심박수 증가, 글리코겐 이용량 증가, 젖산생성 증가 등이 제시될 수 있다. 고온환경에서의 운동시 체온의 현저한 증가를 억제하기 위한 반응으로는 발한에 의한 탈수 및 전해질의 불균형이 초래됨<sup>9)</sup>에 따라서 이의 추가섭취를 위해서 수분, 글루코스 및 전해질 등을 함유한 스포츠음료의 필요성이 제시되어 왔다<sup>10, 11)</sup>. 본 연구에서 이용된 매실함유 음료는 알칼리성이면서 풍부한 구연산과 무기질 등을 함유하여 스포츠음료로서 활용되는 경우 고온환경에서의 부정적 생리적 현상의 대표적인 항목으로 간주되는 심박수 및 젖산생성의 현저한 증가를 효율적으로 방지하는데 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

운동수행시 탄수화물 및 전해질 함유를 중심으로 한 음료의 추가섭취시 장시간 운동능력을 중심으로 한 경기력의 향상효과에 관한 연구결과는 긍정적인 효과를 보고한 경우가 많으나 거의 영향을 미치지 않는 것으로 보고한 경우도 다수 있다<sup>12)</sup>. 결과적으로 스포츠음료의 중요성에 대해서는 운동강도 및 운동 시간, 운동시 기온을 비롯한 환경적 요인, 음료의 함유 성분, 피험자의 생리적 능력 등이 복합적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 고온에서의 운동시에는 보다 높은 체액 감소현상에 의해서 혈류량이 감소되어 동일한 운동강도에서 요구되는 심박출량을 유지해 주기 위해서 심박수의 증가가 더욱 현저해지며<sup>13)</sup>, 수분의 추가섭취에 의해서 이러한 증가현상이 다소 둔화될 수 있는 것으로 알려져 왔다<sup>14)</sup>. 고온환경에서의 심박수 증가현상은 운동강도, 대기온도의 수준 및 피험자의 고온에 대한 적응 정도 등에 따라서 차이를 나타낸다. Nadel 등<sup>15)</sup>은 고온에 적응되지 않은 피험자를 대상으로 1.55 l/min의 산소섭취량이 요구되는 강도로 자전거 에르고미터 운동시 26°C에서는 113회/분을 나타낸 반면 36°C에서는 131회/분로 증가하였다고 보고한 바 있으나, Pivarnik 등<sup>16)</sup>은 고온에 충분히 적응된 피험자를 대상으로 22.8°C와 33.5°C의 기온에서 운동을 수행토록 했을때 심박수의 현저한 차이가 없는 것으로 보고한 바 있다. 따라서 고온환경에서의 운동시 스포츠음료의 중요성에 대해서는 운동선수의 경우 개인의 특성에 따라서 그 영향의 차이를 나타낼 수 있다는 것을 엿볼 수 있다.

한편, 추가섭취에서 이용되는 음료의 성분과 관련하여 Nadel 등<sup>17)</sup>은 고온에서의 운동시 수분의 충분한 섭취는 체온조절기능에 대한 영향은 현저하지 않지만, 심박수의 증가억제에는 중요한 영향을 미치는 것으로 보고하면서, 수분만의 섭취도 운동능력 유지에 도움이 되는 것으로 보고한 바 있다. 또한 Below와 Coyle<sup>18)</sup>은 기온 31°C, 습도 54% 및 풍속 3.5m/초의 환경에서 최대산소섭취량 기준 80%의 강도로 50분간의 사이클링 운동시 수분섭취량과 성분을 기준으로 한 비교에서, 1.33 l의 수분량을 섭취한 그룹이 0.2 l만을 섭취한 그룹보다 심박수가 낮게 나타났으며, 동일거리의 운동소요시간이 6.5% 빠르게 나타났다. 또한 탄수화물이 함유된 음료를 섭취한 그룹이

일반생수만을 섭취한 그룹보다 동일거리의 운동소요시간이 6.3% 빠르게 나타나므로서, 수분섭취량 및 함유성분이 그 효과에 대해서 중요한 요인으로 작용하는 것으로 간주되었다.

최근에 Hamilton 등<sup>19)</sup>은 고온에서의 운동시 수분만의 추가섭취에 의해서 심박수의 현저한 증가현상이 방지될 수 없기 때문에 체액 감소의 독립적인 작용이 아니며, 글루코스의 병행투여시 순환계 흐름의 작용을 원활하게 하면서 심박수의 증가에 대한 보다 효과적인 둔화작용 효과를 가져오는 것으로 주장한 바 있다.

본 연구에서 고온에서의 점증적인 운동시 매실음료의 섭취시가 전반적으로 생수음료 섭취시보다 동일시기에서 낮은 심박수를 나타내면서, 올라오에 이르는 최대운동지속시간이 유의하게( $P < 0.05$ ) 높은 것은 매실함유 음료섭취가 체액 감소현상의 둔화 효과에 보다 적절한 방법으로 해석될 수 있으며, 이와 같은 효과는 수분만의 섭취보다는 매실 자체에 포함된 전해질의 적절한 함유가 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 고온환경을 비롯한 생리적 조건에 의해서 현저한 탈수과정이 부가되었을 때, 혈중 젖산농도 최고치를 높은 수준으로 끌어올리는 최대운동능력의 저하를 나타내는 것<sup>20)</sup>으로 보고한 경우를 고려한다면, 탈수현상은 운동능력의 중요한 제한요인으로 작용하며, 탈수의 부정적인 영향을 방지하기 위한 수분의 추가섭취는 운동시 중요한 고려사항에 해당한다고 볼 수 있다. 고온환경에서 매실함유 음료섭취시가 유의하게( $P < 0.05$ ) 높은 최대운동지속시간을 나타낸 것은 생수음료에 비해서 효과적인 스포츠음료로 활용될 수 있음을 의미한다. 또한, 고온에서의 운동시 혈장량을 비롯한 세포외액의 적절한 유지를 위해서는 전해질농도의 적절한 유지가 도움이 되기 때문에 일반적인 생수보다는 전해질이 함유된 음료를 섭취하는 것이 효과적인 것으로 간주되어 왔다<sup>21)</sup>.

매실의 경우 유기산, 섬유소 및 천연미네랄을 충분히 함유하므로서 전해질 추가섭취에 도움을 줄 수 있을 것이다. 그러나, Johnson 등<sup>5)</sup>이 지적한 바와 같이 기존의 상업적 스포츠음료가 전해질 균형유지에 일정한 도움을 주지 않는다는 것과 본 실험에 적용된 매실함유 음료의 전해질 균형에 미치는 영향과의

차이를 명확히 하기 위해서는 전해질 균형과 관련된 추가실험이 실시될 필요성은 있다. 또한 체중을 기준으로 4~5%의 감소가 주어지는 운동조건에서의 분석이 체액변화에 대한 음료의 추가섭취 효과를 보다 명확하게 제시할 수 있다<sup>22)</sup>는 관점에서 본 연구에서 적용된 실험은 비교적 단시간의 점증적 최대운동조건인 점을 고려해야 할 것이다.

한편, 매실에는 유기산중 가장 많이 함유되어 있는 것이 구연산으로서, 레몬이나 감귤에 비해 보다 많은 양이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다<sup>23)</sup>. 구연산의 추가섭취는 높은 강도의 운동시 유산소성 대사의 활성화를 통해서 체내 젖산 축적현상을 방지할 수 있는 것으로 널리 알려져 왔다<sup>24, 25)</sup>.

본 연구에서 매실음료 섭취시가 더욱 많은 운동지속시간에도 불구하고 생수음료 섭취시와 혈중 젖산농도 최고치의 거의 동일한 결과, 회복기 30분에 생수음료 섭취시보다 유의하게( $P<0.05$ ) 낮은 혈중 젖산농도, 회복기 15분 및 30분에 보다 높은 혈중 젖산농도의 회복률 등을 나타낸 것은 매실에 포함된 구연산 섭취의 영향으로 해석될 수 있을 것이다. 또한 통계적 유의성은 없으나, 점증적 운동수행시 동일한 운동강도에서 매실음료 섭취시가 생수음료의 섭취시보다 낮은 혈중 젖산농도를 나타내면서 젖산역치수준에서의 운동강도가 높게 나타난 것은 고온환경에서의 운동시 매실함유 음료섭취가 젖산 축적현상의 지연효과를 가져다 줄 가능성을 제시해 볼 수 있다.

따라서 고온에서의 운동시 매실함유 음료섭취는 순환기능 및 체내 산-염기평형 등과 관련하여 생수음료에 비해서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각되며, 운동후 젖산 제거에도 효과적인 것으로 간주된다. 매실함유 음료의 효용성을 높이기 위해서는, 그 효과와 관련하여 구연산 및 전해질 등을 함유하고 있는 기존 스포츠음료와의 차이점에 대해서 비교 분석될 필요성이 있을 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 기온 31~32°C와 습도 50~55%의 고온하에서 자전거 에르고미터를 이용하여 점증적 최대운동을 수행토록 하면서 운동전, 후에 걸쳐 생수 및

매실음료를 각각 섭취토록 하였을때, 점증적 최대운동시 올라오에 이르는 최대운동지속시간은 매실음료 섭취시가 786.15±47.66초로서 생수음료 섭취시에 비해서 유의하게( $P<0.05$ ) 높았다. 운동중 4분, 회복기 15분 및 30분에 매실음료 섭취시가 생수음료 섭취시에 비해서 유의하게( $P<0.05$ ) 낮은 심박수를 나타냈으며, 회복기 30분에는 혈중 젖산농도도 유의하게( $P<0.05$ ) 낮았다. 점증적 최대운동후 젖산회복률에서 매실음료 섭취시가 회복기 15분 및 30분 모두에서 생수음료 섭취시보다 유의하게( $P<0.05$ ) 높았다. 따라서, 고온에서의 운동시 매실함유 음료섭취는 순환기능 및 체내 산-염기평형 등과 관련하여 생수음료에 비해서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각되며, 운동후 젖산 제거에도 효과적인 것으로 간주된다.

## VI. 참고문헌

1. Saltin, B.: Circulatory response to submaximal and maximal exercise after thermal dehydration. *J. Appl. Physiol.*, 19: 1125-1132, 1964.
2. Williams, C. G., Bredell, G. A. G., Wyndham, C. H., Strydom, N. B., Morrison, J. F., Peter, J., Fleming, P. W., and Ward, J. S.: Circulatory and metabolic reactions to work in the heat. *J. Appl. Physiol.*, 17: 625-638, 1962.
3. Brouha, L. A.: Effect of work on the heart. In *Work and the Heart*, edited by Rosenbaum, F. F., and Belknap, E. L., Harper & Row Publishers, Inc., Chap. 21, 1959.
4. Wells, C. L., Schraddo, T. A., Stern, J. R., and Krahenbul, G. S.: Physiological responses to a 20-mile run under thress fluid replacement treatments. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 17: 364-369, 1985.
5. Johnson, H. L., Nelson, R. A., and Consolazio, C. F.: Effects of electrolyte and nutrient solutions on performance and metabolic balance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 20: 1, 26-33, 1988.
6. 최건우: 매실농축액 복용이 유산소지구력, 운동

- 후 유산회복률에 미치는 영향. 한국체육학회지, 31(2): 327-333, 1992
7. 박상갑, 김현두: 매실엑기스 섭취가 장거리선수의 혈액성분에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 6(1): 26-30, 1998.
  8. 박상갑: 매실엑기스 투여가 여자배드민턴 선수들의 혈액성분에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 8(1): 40-43, 1990.
  9. Strydom, N. B., and Holdsworth, L. O.: The effects of different levels of water deficit on physiological responses during heat stress. *Int. Z. Agnew. Physiol.*, 26: 95-102, 1998.
  10. Francis, K. T.: Effect of water and electrolyte replacement during exercise in the heat on biochemical indices of stress and performance. *Aviat. Space Environ. Med.*, 49: 461-465, 1979.
  11. Sawka, M. N.: Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24: 657-670.
  12. Maughan, R. J., and Noakes, T. D.: Fluid replacement and exercise stress : a brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. *Sports Medicine*, 12: 1, 16-31, 1991.
  13. Rowell, L. B.: Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol. Rev.*, 54: 75-159, 1974.
  14. Montain, S. J., and Coyle, E. F.: The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J. Appl. Physiol.*, 73: 1340-1347, 1992.
  15. Nadel, E. R., Cafarelli, E., Roberts, M. F., and Wenger, C. B.: Circulatory regulation during exercise in different ambient temperatures. *J. Appl. Physiol.*, 46: 430-437, 1979.
  16. Pivarnik, J. M., Grafner, T. R., and Elkins, E. S.: Metabolic, thermoregulatory, and psychophysiological responses during arm and leg exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 20: 1, 1-5, 1988.
  17. Nadel, E. R., Fortney, S. M., and Wenger, C. B.: Effect of hydration state on circulatory and thermal regulation. *J. Appl. Physiol.*, 47: 715-721, 1980.
  18. Below, P. R., and Coyle, E. F.: Fluid and carbohydrate ingestion individually benefit exercise lasting one-hour (Abstract). *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25(Suppl.): S3, 1993.
  19. Hamilton, M. C., Gonzalez-Alonso, J., Montain, S., and Coyle, E. F.: Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. *J. Appl. Physiol.*, 71: 871-879, 1991.
  20. Saltin, B.: Aerobic and anaerobic work capacity after dehydration. *J. Appl. Physiol.*, 19: 1114-1118, 1964.
  21. Powers, S. K., Lawler, J., Dodd, S., Tulley, R., Landry, G., and Wheeler, K.: Fluid replacement drinks during high intensity exercise: effects on minimizing exercise-induced disturbances in homeostasis. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 60: 54-61, 1990.
  22. Myhre, L. G., Hartung, G. H., and Tucker, D. M.: Plasma volume and blood metabolites in middle-aged runners during a warm weather marathon. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 48: 227-240, 1982.
  23. 김 원: 자원식물학. 대구: 경북대학교 출판사, 1987.
  24. Kowalchuk, J. M., Maltais, S. A., Yamaji, K., and Hughson, R. L.: The effect of citrate loading on exercise performance, acid-base balance and metabolism. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 58: 8, 858-864, 1989.
  25. Potteiger, J. A., Nickel, G. L., Webster, M. J., Haub, M. D., and Palmer, R. J.: Sodium citrate ingestion enhances 30 km cycling performances. *Int. J. Sports Med.*, 17, 7-11, 1996.