

매일함유 음료섭취가 장시간 운동시 심박수, 호흡가스 변인 및 혈중 젖산농도 변화에 미치는 영향

김 기 진 · 배 지 현*

계명대학교 체육대학 체육학과, 계명대학교 식품영양학과*

Effects of Sports Drink Including the Extract from *Prunus mume* on the Changes of Respiratory Variables, Heart Rate, and Blood Lactate Concentration in Submaximal Exercise

Ki-Jin Kim and Ji-Hyun Bae*

Department of Physical Education, Collge of Physical Education,

Keimyung University, Taegu

Department of Food Science & Nutrition, Keimyung University, Taegu*

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effects of sports drink including the extract from *Prunus mume* on the changes of oxygen uptake, minute ventilaton, heart rate, and blood lactate concentration during 1 hour treadmill running exercise corresponding to 75%VO₂max. Subjects were 16 male athletes (long distance runners and tennis players). The changing patterns of oxygen uptake and minute ventilation showed no significnat difference among all types of sports drink, but the minute vetilation of the placebo group showed a higher value than type E group during submaximal exercise. Although the changing patterns of heart rate and blood lactate concentration showed no significnat difference among all types of sports drink, but type E group showed a lower heart rate compared to placebo group. And blood lactate concentration of placebo group showed a higher value compared to the value corresponding to lactate threshold during submaimal exercise, but the other types of sports drink showed a lower value of blood lactate concentration. Especially blood lactate threshold of type D and E groups showed a lower value(range from 1.44 to 2.00mM) during submaximal exercise.

In these results, the sports drink including the extract from *Prunus mume* showed no significant effects to the changes of oxygen uptake, minute ventilaton, heart rate, and blood lactate concentration during 1 hour treadmill runnung exercise corresponding to 75%VO₂max. But it could be suggested the positive effects of the intake of sports drink including the extract from *Prunus mume* on the inhibition of exercise-induced fatigue during submaximal exercise, because of the lower changing patterns of heart rate,

*본 연구는 1997년 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 과제 연구비 지원에 의한 결과의 일부임.

blood lactate concentration, and ventilation efficiency in this results.

Key words : *Prunus mume*, heart rate, blood lactate, sports drink.

I. 서 론

운동을 수행하는 과정에서 체액 및 전해질손실과 더불어 산성화현상에 의한 운동피로발생이 경기력 발휘의 중요한 제한요인으로 간주되면서 이를 방지하거나 보충하기 위한 전해질용액의 직접적인 섭취방법을 시작으로 스포츠 음료의 개발이 이루어져 왔다¹⁾.

스포츠음료의 활용성은 운동수행시 에너지원의 적절한 공급, 대사과정의 활성화, 대사부산물의 제거 및 재이용, 수분 및 전해질공급 등을 중심으로 효과 분석과 섭취속도에 주된 관심을 가져오면서 다양한 성분개발이 이루어져 왔다. 스포츠음료의 주된 성분으로는 기능성 강화를 위하여 당류, 전해질은 물론 생리활성물질과 미네랄 등이 포함되어 왔다. 특히 국내의 경우 민간 및 한방요법을 토대로 생약 및 자연 식품으로부터 추출된 물질을 포함시켜 스포츠음료로서의 수분 및 전해질 공급, 피로회복 등의 효율적 기능수행의 가능성이 제시되면서, 맥문동, 인삼, 가시오갈피, 구기자, 감초초 등을 대상으로 산소운반능력 및 운동피로 회복에 대한 효과분석이 시도되어 왔다²⁻⁵⁾.

최근 이러한 기존의 성분들과 함께 국내 전래의학에서 널리 알려진 매실은 활력유지, 피로회복 등에 효과를 가진 약제로 이용되어 왔다. 특히 강력한 알칼리성에 해당하는 것으로 알려진 매실은 풍부한 구연산을 중심으로 한 유기산, 무기질 등을 함유하므로써 운동수행시 체내 신진대사 활성화, 노폐물 제거, 젖산생성 억제, 헤모글로빈과의 산소친화력 향상 등에 효과가 높은 것⁶⁾으로 간주되어 대사기능 촉진 및 피로회복 활성화 등에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 이와 관련하여 장거리종목의 운동선수들을 대상으로 혈액성분변화에 대한 매실섭취효과가 분석된 바 있으며⁷⁾, 박상갑⁸⁾은 여자 배드민턴 선수들을 대상으로 동일한 운동강도에서 매실엑기스 섭취후 혈중 젖산농도의 축적현상이 감소된 것으로 보고한

바 있으나, 그 효과분석에 대한 연구결과는 함량정도와 섭취량의 차이를 비롯하여 보다 세부적인 분석이 이루어져야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 매실을 중심으로 기타 성분들을 병용한 조제 음료를 실제로 운동을 수행하는 과정에서 섭취토록 하여 1시간동안의 최대하운동시 호흡가스변인, 심박수 및 혈중 젖산농도의 변화에 의한 산소운반기능 활성화, 운동피로의 방지 및 회복 등에 미치는 효과를 분석하여 생수, 기존 이온음료 등과 비교함으로써 매실을 주된 성분으로 한 기능성 음료의 효능을 검증하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 합숙훈련을 통해서 동일한 식단 구성과 훈련계획에 참여하는 남자 대학 테니스 및 육상선수중 1개월 이내에 약물이나 보약 등의 섭취 경험이 없는 16명으로 구성하였으며, 그 신체적 특성은 Table 1에서 나타난 바와 같다.

2. 연구방법

음료섭취 효과분석을 위해서 우선적으로 점증적 최대운동부하에 따른 유산소성 능력을 측정하여 개인별 운동강도(최대산소섭취량의 75%)를 산출한 후, 이를 토대로 1시간동안의 최대하운동을 수행토록 하면서 생수, 기존 이온음료, 매실함유 음료 등의 섭취에 의한 호흡가스변인, 심박수 및 혈중 젖산농도 등의 변화양상을 분석하였다.

Table 1. Characteristics of subjects

Age (yr)	Height (cm)	Body weight (kg)	Body fat (%)	Number
19.33	176.08	69.27	10.75	16
1.23	5.96	10.80	2.50	

Values are mean and SD.

1) 점증적 최대운동검사

최대 유산소성 능력의 측정 및 최대하운동강도 산출을 위하여 실시한 점증적 최대운동 부하는 트레드밀상에서 경사 6%를 고정하여 최속에 80m/min의 속도로 2분간 준비운동을 실시한 후 매 2분마다 20m/min씩 점증하여 올라오게 이르도록 하였으며, 이때 자동호흡가스분석기(Quinton)에 의해서 30초 간격으로 산소섭취량을 비롯한 호흡가스변인을 측정하고 혈중 젖산농도는 각 부하단계의 1분 30초에 finger-tip에 의한 혈액을 채취하여 젖산분석기(YSI 1500)로 분석하였다. 이러한 측정결과를 토대로 음료섭취 효과분석을 위한 최대하운동시의 운동강도(최대운동능력의 75%)를 설정하였다.

2) 음료섭취 효과분석

트레드밀상에서 최대산소섭취량의 75%에 해당하는 강도로 1시간의 지속적인 운동을 수행하면서 운동 전, 중, 후에 각각의 음료를 섭취토록하여 안정시, 운동중, 회복기 등의 항목별 변화양상을 분석하였다.

산소운반기능과 관련하여 운동 중 30초 간격으로 호흡가스변인을 측정하여 산소섭취량 및 환기량의 변화를 분석하였다. 또한 운동피로양상의 변화를 살펴보기 위해서 안정시, 운동중 5분간격, 운동직후, 회복기 3분, 5분, 15분 및 30분에 젖산분석기(YSI 1500, USA)를 이용하여 fingertip에 의한 혈중 젖산농도, Polar system(Finland)에 의해 심박수를 각각 측정하였다. 음료는 운동전 15분, 운동중 20분 및 40분, 운동후 5분 및 15분에 각각 피험자에게 음료의 특성에 대한 상세한 설명없이 섭취토록 하였다. 동일

Table 2. Types of sports drink

Type	Components
Placebo	Plain water
Control	General sports drink(Ionic drink)
A	Ionic drink, 0.5% <i>Prunus mume</i> extracts
B	Ionic drink, 5.0% <i>Prunus mume</i> extracts
C	Ionic drink, 10.0% <i>Prunus mume</i> extracts
D	Ionic drink, 15.0% <i>Prunus mume</i> extracts
E	20.0% <i>Prunus mume</i> extracts

한 외형의 캔(합량 : 250ml)으로 제작하여 추첨에 의해서 결정된 순서에 의해서 섭취토록 하였다.

실험의 전체적인 과정은 Fig 1과 같다.

음료섭취효과분석을 위한 분석대상음료의 주요 성분은 Table 2에서 나타난 바와 같다.

3) 통계처리

각각의 측정항목에 대한 평균 및 표준편차를 산출하고, 효과분석을 위해서 SAS program을 이용하여 음료유형 및 측정시간간의 변화에 대한 2-way repeated ANOVA에 의한 검증을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

경기력 향상을 위한 스포츠음료의 기능성은 수분 및 전해질, 에너지원 등의 적절한 공급을 통해서 운동시 제한요인의 효율적인 극복에 초점이 맞추어진 다. 본 연구에서는 운동시 매실함유음료의 섭취가 운동중의 산소운반 활성화를 도모하고 운동피로와 관련된 혈중 젖산농도의 체내축적현상을 감소시킬 수 있는지를 살펴보는데 주된 관심을 두었다.

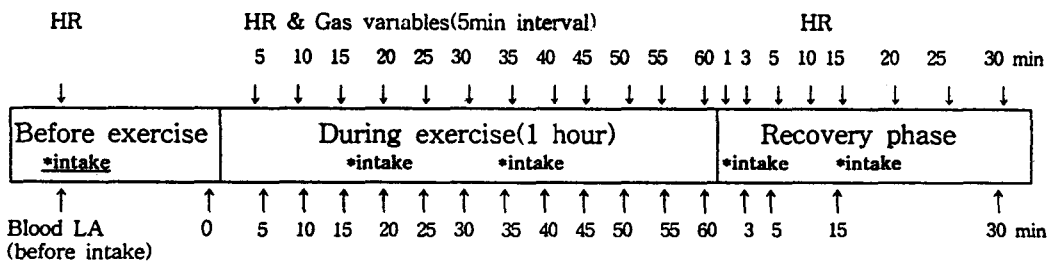


Fig. 1. Detailed process of experiment.

Table 3. Results of cardiorespiratory function in graded maximal testing

VO ₂ max (ml/kg/min)	HRmax (beats/min)	LApeak (mM)	MVmax (L/min)	Duration (sec)	Lactate threshold			
					VO ₂ (ml/kg/min)	%VO ₂ max (%)	HR (beats/min)	LA (mM)
69.44	191.33	8.65	156.75	809.75	51.67	73.25	160.67	2.25
9.30	5.14	0.83	18.45	90.64	4.65	6.01	6.44	0.32

Values are mean and SD.

Table 4. Results of exercise intensity corresponding to 75% VO₂max

Speed(m/min)	Grade(%)	VO ₂ (m/kg/min)	HR(beats/min)	LA(mM)
132.16	6.0	52.08	161.75	2.41
14.21	0	6.97	5.43	0.43

Values are mean and SD.

Table 5. Results of oxygen uptake during submaximal exercise

Type	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	60min
Placebo	44.58	48.13	49.13	51.10	50.72	51.88	51.05	50.57	48.53	49.30	50.22	50.77
	2.19	2.15	2.21	2.93	3.76	3.59	4.10	4.64	1.99	2.59	2.97	3.09
Control	44.63	47.16	47.80	48.85	48.29	48.86	48.80	48.45	48.07	49.58	48.71	50.05
	5.42	5.26	4.99	5.16	5.48	5.35	5.06	5.15	5.20	4.84	4.97	4.62
A	48.10	50.10	51.60	51.20	50.25	49.93	50.18	49.28	49.45	49.63	52.38	52.43
	4.83	4.00	5.14	4.21	2.75	3.44	4.03	3.59	3.90	4.01	3.81	4.46
B	43.23	47.10	47.67	48.17	48.33	48.27	47.53	48.23	48.07	48.13	49.90	50.90
	4.82	6.07	5.49	3.67	3.18	4.18	4.24	6.01	4.33	3.61	4.59	5.22
C	47.58	49.95	49.38	51.00	50.60	50.88	50.95	49.33	48.98	50.40	51.90	51.58
	1.61	2.47	4.19	2.91	3.16	2.29	3.53	2.31	4.68	4.49	3.22	3.07
D	44.90	47.70	49.20	50.03	47.53	47.77	48.73	48.93	46.10	49.00	49.30	50.77
	4.80	5.38	5.63	6.74	6.71	4.88	5.00	2.61	5.79	4.85	5.73	6.27
E	44.41	47.19	49.01	50.08	48.82	48.34	48.53	48.89	46.55	49.76	50.50	50.34
	11.75	12.30	12.42	11.34	10.68	13.26	12.28	11.75	9.46	10.06	9.87	11.39

Values are mean and SD.

피험자의 최대산소섭취량을 비롯한 기본적인 심폐 기능 분석과 최대하운동강도 설정을 위한 사전검사의 관점에서 측정된 결과는 Table 3과 Table 4에서 나타난 바와 같다. 최대산소섭취량 및 젖산역치수준은 69.44 ± 9.30 ml/kg/min 및 $73.25 \pm 6.01\%$ 로 나타났으며, 최대산소섭취량의 75%에 해당하는 트레드밀에서의 운동강도는 경사 6% 및 속도 132.16 ± 14.21 m/min으로 나타났다.

1시간 동안의 최대하운동중 산소섭취량의 변화는 Table 5에서 나타난 바와 같은데, 음료유형간 유의한 차이는 없으며, 시기간에는 유의한($P < 0.0001$) 차이를 나타냈는데, 운동초기보다 후반에 높은 산소섭취량을 나타내는 동일한 변화양상을 나타냈다.

최대하운동중 환기량의 변화는 Table 7에서 나타난 바와 같이, 음료유형간 유의한 차이는 없으며, 시기간에는 유의한($P < 0.0001$) 차이를 나타냈는데 운

Table 6. Results of 2-way repeated measures ANOVA with type and time in VO₂

Source	DF	SS	MS	F value	Pr>F
Type	6	792.079	132.013	0.30	0.9331
Time	11	545.683	49.608	6.24	0.0001
Type × Time	66	357.217	5.412	0.68	0.9707

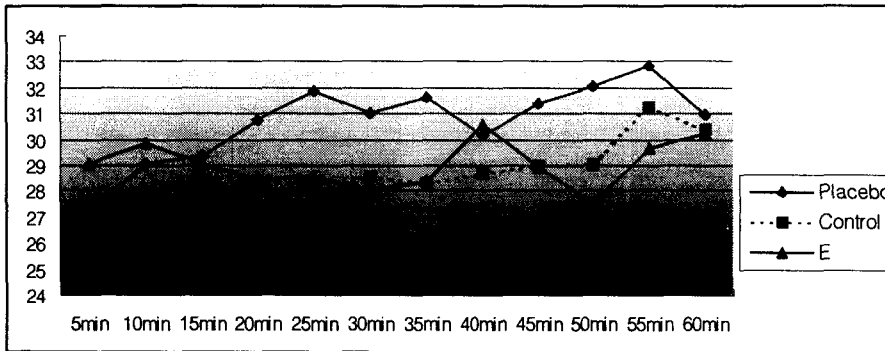


Fig. 2. The changing pattern of ratio of MV to VO₂ during submaximal exercise.

동초기보다 후반에 높은 환기량을 나타내는 동일한 변화양상을 나타냈다. 그러나, 산소섭취량의 변화에 비해서 Placebo군이 다른 음료유형에 비해서 통계적 유의성은 없으나 다소 높은 환기량을 나타냈으며, 음료 E군이 다소 낮은 환기량을 나타냈다.

산소운반양상과 관련하여 산소섭취량의 변화를 분석한 결과 각각의 음료유형간에 거의 동일한 변화양상을 나타내므로서 동일한 운동강도에서의 산소섭취량 변화에 대해서는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 간주된다. 운동중 산소섭취량의 변화양상은 주어진 운동강도를 수행하기 위해서 요구되는 에너지소비량의 적절한 공급을 위한 것으로서, 산소섭취량의 절대치가 높게 변화한다는 것은 생리적 대사과정의 동원을 증가시키기 위한 자극적 요소가 영향을 미치는 경우에 나타난다. 즉, 산소섭취량의 적절한 유지에 대해서는 섭취한 음료유형이 거의 영향을 미치지 않음을 의미한다.

산소섭취량의 적절한 유지에 영향을 미치는 요인은 호흡, 심장, 근육 및 혈액 등으로 나누어 볼 수 있는데, 환기량의 변화는 호흡기능과 관련하여 이에 영향을 미치는 요인으로 포함된다. 본 연구에서 환기량의 변화는 음료유형간에 통계적으로 유의한 차이

는 없었다. 그러나 산소섭취량에 비해서 현저한 차이를 나타냈으며, 산소섭취량에 대한 환기량의 비율을 토대로 한 환기효율을 기준으로 비교할 경우 Fig. 2에서 살펴보면 Placebo 및 Control군에 비해서 매실함유음료 E군이 보다 낮은 변화양상을 나타내므로서 효율적인 환기능력을 유지하는 것으로 간주된다.

Davis 등⁹⁾은 운동수행시 산소섭취량에 대한 환기량으로 표현되는 환기당량이 낮다는 것은 산소섭취량을 유지하기 위한 환기효율이 우수함을 의미하는 것으로 간주한다. 즉, 동일한 변화양상을 나타낸 산소섭취량을 유지하기 위한 환기능에 대한 생리적 자극요인이 보다 적게 작용함을 의미하는 것이다. 점증적 최대운동시 유산소성 대사과정의 원활한 동원과정상 제한지점으로 간주되는 환기역치의 결정시 산소섭취량에 대한 환기량의 비율이 현저히 증가하는 지점이 주요 지표로 이용된다^{10,11)}는 관점에서, 매실함유음료 섭취에 의한 환기효율의 긍정적인 효과는 산소섭취량 유지에 부정적으로 작용하는 요인들이 차단될 수 있음을 추정해볼 수 있다.

최대하운동중과 회복기의 심박수의 변화는 Table 9에서 나타난 바와 같다. 음료유형간 유의한 차이는 없으며, 시기간에는 유의한(P<0.0001) 차이를 나타

Table 7. Results of minute ventilation during submaximal exercise (L/min)

Type	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	60min
Placebo	84.80	98.63	101.05	110.08	113.13	112.62	112.97	106.80	106.58	110.55	115.57	109.80
	9.32	24.15	26.66	25.38	26.27	24.59	25.56	13.82	14.29	13.64	16.02	10.60
Control	84.90	90.97	94.82	97.05	95.66	97.66	96.92	97.18	97.45	100.90	106.64	106.50
	15.30	17.51	17.45	17.96	17.72	18.35	17.56	19.81	18.78	21.59	21.57	22.73
A	89.43	95.73	100.33	99.98	98.45	101.38	99.85	101.00	105.35	100.20	103.10	105.87
	11.96	12.27	14.00	10.63	11.32	13.99	12.18	9.55	16.45	12.46	11.77	17.29
B	96.23	107.10	108.20	109.30	110.35	109.43	109.90	108.45	108.78	112.43	115.98	118.33
	9.88	12.47	11.01	11.30	8.21	10.56	10.08	17.77	13.57	13.63	12.57	13.31
C	93.50	99.93	101.63	106.60	102.07	104.80	102.47	108.17	108.13	111.93	106.50	105.65
	6.41	2.51	5.57	2.26	8.80	3.96	2.02	7.10	8.32	9.39	6.08	6.58
D	99.90	99.70	102.33	103.33	99.57	94.93	95.40	97.10	101.70	106.17	106.10	106.75
	13.97	17.61	12.59	12.91	17.68	19.86	17.75	21.52	15.16	18.80	17.45	30.33
E	90.41	98.63	99.79	99.78	97.68	94.78	96.58	104.52	94.39	95.78	104.96	106.40
	28.62	29.17	33.42	30.93	26.11	26.45	26.88	30.55	22.62	26.15	29.78	32.53

Values are mean and SD.

Table 8. Results of 2-way repeated measures ANOVA with type and time in MV

Source	DF	SS	MS	F value	Pr>F
Type	6	19792.209	3298.701	0.68	0.6675
Time	11	5402.643	491.149	14.28	0.0001
Type × Time	66	3048.630	46.191	1.34	0.0563

Table 9. Results of heart rate during submaximal exercise and recovery phase (beats/min)

Type	Rest	During submaximal exercise									
		5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min
Placebo	68.42	149.75	153.75	160.42	162.75	162.50	164.67	165.08	165.92	165.00	166.25
	8.87	10.81	12.23	11.07	13.88	13.79	14.62	15.80	14.53	16.40	15.59
Control	65.67	147.83	153.92	157.92	160.33	159.42	162.17	163.92	166.25	165.25	165.50
	8.38	5.37	4.85	5.38	7.39	7.66	8.17	8.15	8.51	9.23	9.32
A	66.17	143.67	149.00	153.33	153.00	154.83	157.50	158.50	156.33	156.33	157.50
	7.96	3.44	3.03	2.80	3.46	4.26	2.74	5.01	4.46	4.46	3.15
B	65.80	142.20	147.00	149.80	153.00	153.80	157.00	156.60	158.00	158.20	157.40
	4.21	7.60	8.63	9.36	8.28	7.92	9.97	11.50	12.47	11.63	11.76
C	63.00	150.67	150.00	150.83	155.83	155.17	157.83	160.33	161.17	158.17	161.67
	7.13	7.63	3.90	4.17	6.27	5.98	5.78	7.63	4.79	6.31	2.94
D	71.20	144.20	148.40	149.20	149.80	149.80	151.20	153.60	154.80	154.80	156.80
	6.38	9.58	11.08	12.21	12.28	12.28	12.05	12.48	14.25	13.39	14.04
E	61.58	143.50	149.17	149.17	149.83	149.08	152.33	153.50	155.25	154.50	155.75
	7.53	9.46	10.24	11.42	10.52	10.96	11.28	11.24	10.68	10.09	10.26

Table 9. Continued

Type	During recovery phase									
	55min	60min	1min	3min	5min	10min	15min	20min	25min	30min
Placebo	168.00	169.25	121.08	108.00	102.58	95.17	90.83	88.50	82.80	79.22
	15.39	15.27	12.51	11.54	12.84	12.92	12.28	13.47	6.61	6.24
Control	166.42	167.50	125.25	106.58	101.67	95.75	89.33	87.83	86.00	80.00
	9.85	10.41	10.30	6.37	7.51	7.94	6.68	6.64	7.26	4.47
A	158.33	161.33	122.67	103.00	93.83	89.00	85.33	84.00	82.50	79.33
	3.97	3.20	6.71	7.56	8.42	8.58	7.69	9.51	9.69	7.81
B	157.80	159.60	122.00	107.60	104.20	95.40	89.80	85.20	83.40	78.00
	13.33	13.97	15.41	12.70	12.44	11.41	11.52	10.85	8.62	13.53
C	163.33	166.33	125.50	108.67	101.00	91.83	84.17	83.83	82.33	80.00
	3.61	1.63	7.79	4.76	6.51	5.34	4.07	5.64	4.32	5.51
D	158.20	158.80	120.00	105.80	99.60	91.80	86.20	83.60	83.20	78.50
	16.45	16.78	17.22	11.99	13.61	9.18	11.90	11.01	9.15	8.58
E	159.25	158.83	120.50	106.33	92.83	90.92	87.08	82.75	82.75	78.60
	11.01	11.95	12.49	8.49	10.01	8.26	8.17	8.13	7.52	5.93

Values are mean and SD.

Table 10. Results of 2-way repeated measures ANOVA with type and time in heart rate

Source	DF	SS	MS	F value	Pr>F
Type	6	6606.721	1101.120	1.18	0.3376
Time	20	956332.137	47816.606	1662.55	0.0001
Type×Time	120	4685.591	39.047	1.36	0.0099

였는데 운동중에 증가한 후 회복기에 감소하는 동일한 변화양상을 나타냈다. 그러나, Placebo군이 다른 음료유형에 비해서 통계적 유의성은 없으나 다소 높은 심박수 변화양상을 나타냈으며, 매실음료군이 다소 낮은 심박수를 나타냈다. 운동 60분을 기준으로 살펴보면, Placebo군이 169.25±15.27beats/min, Control군이 166.42±9.85 beats/min을 나타내는데 반해서 매실함유량이 높은 D군과 E군이 각각 158.80±16.78 beats/min 및 158.83±11 beats/min로써 현저한 차이를 나타냈다. 최대하운동중과 회복기의 혈중 젖산농도의 변화는 Table 11에서 나타난 바와 같다. 혈중 젖산농도의 변화양상은 심박수와 거의 동일한 경향을 나타내면서 음료유형간 유의한 차이는 없었다. 또한 시기간에는 유의한(P<0.0001) 차이를 나타냈는데 운동중에 증가한 후 회복기에 감소하는 거의 동

일한 변화양상을 나타냈다. 그러나, Placebo군이 다른 음료유형에 비해서 통계적 유의성은 없으나 다소 높은 혈중 젖산농도 변화양상을 나타냈으며, 매실음료군이 다소 낮은 혈중 젖산농도를 나타냈다.

특히 Placebo군은 운동중 모든 시기에서 젖산역치 수준의 2.25±0.32 mM을 상회하는 혈중 젖산농도를 나타내는데 반해서, Control군과 매실함유음료군은 젖산역치수준의 혈중 젖산농도보다 낮게 나타나는 시기가 많았다. 특히 매실함유량이 높은 D군과 E군은 운동중 40분부터 1.44~2.00mM 범위의 현저히 낮은 혈중 젖산농도를 나타냈다.

본 연구에서 음료유형간 통계적 유의성은 없었으나, Placebo군에 비해서 매실함유 음료섭취군이 심박수 및 혈중 젖산농도의 변화양상에 현저한 차이를 나타낸 것은 생리적 제한현상의 방지에 효과적인 것

Table 11. Results of blood lactate concentration during submaximal exercise and recovery phase (mM)

Type	Rest		During exercise						
	Before -intake	After -intake	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min
Placebo	1.13	1.14	2.69	2.56	2.19	2.48	2.22	2.24	2.52
	0.48	0.36	0.85	0.97	0.91	0.86	1.10	0.94	1.23
Control	0.99	1.29	2.65	2.26	2.34	2.24	2.18	2.23	2.16
	0.28	0.40	0.46	0.62	0.85	0.58	0.77	0.96	0.76
A	0.87	1.24	2.79	2.67	2.71	2.91	2.70	2.57	2.66
	0.47	0.24	0.59	0.59	1.21	0.90	0.74	1.06	0.68
B	0.64	0.97	1.84	2.52	2.00	1.96	1.91	2.14	2.33
	0.16	0.25	0.25	0.24	0.39	0.48	0.35	0.41	1.16
C	0.85	1.39	2.67	2.47	2.23	2.38	1.95	2.51	2.49
	0.21	0.51	0.61	0.99	0.31	0.62	0.57	1.56	1.12
D	0.86	0.97	2.32	1.93	2.31	1.93	1.91	2.12	2.46
	0.49	0.18	0.43	0.82	1.17	0.68	1.04	0.74	1.07
E	0.95	1.14	2.21	1.94	1.85	1.94	1.95	2.14	2.44
	0.34	0.24	0.61	0.68	1.08	0.96	0.87	0.86	0.73

Type	During exercise					Recovery phase			
	40min	45min	50min	55min	60min	3min	5min	15min	30min
Placebo	2.45	2.11	2.31	2.08	2.01	1.65	1.42	1.14	1.19
	1.13	1.15	1.16	1.03	1.02	1.00	0.87	0.46	0.51
Control	2.27	1.81	2.03	1.87	1.74	1.32	1.30	1.31	1.63
	0.68	0.55	0.54	0.68	0.55	0.37	0.39	0.37	0.35
A	2.50	2.36	2.24	2.41	2.89	1.31	1.32	1.02	1.31
	0.82	1.13	0.48	0.80	1.20	0.47	0.62	0.33	0.27
B	1.83	1.56	1.58	1.54	1.81	1.34	0.99	0.98	1.10
	1.16	0.76	0.78	0.50	0.72	0.66	0.39	0.27	0.27
C	2.18	1.78	2.17	2.14	1.91	1.32	1.25	1.23	1.44
	0.66	0.56	0.61	0.64	0.72	0.40	0.39	0.51	0.41
D	1.50	1.44	1.62	1.80	1.63	1.30	1.34	1.40	1.58
	0.36	0.48	0.46	0.76	0.74	0.36	0.59	0.64	0.66
E	1.65	1.85	1.96	2.00	1.51	1.34	1.28	1.26	1.26
	1.00	0.98	0.96	0.76	1.10	0.76	0.91	0.55	0.50

Values are mean and SD

으로 해석해 볼 수 있다. 특히 이러한 차이는 매실함유량이 높을수록 현저한 차이를 나타내고 있다.

심박수는 심장을 중심으로 한 운동피로의 기본적인 지표로서 동일한 운동강도에서 Fig 3에서 살펴본

바와 같이 20% 함량의 매실함유 음료군이 Placebo 군 및 Control군보다 낮은 변화양상을 나타내는 것은 심장에 자극의 저하를 의미한다. 장시간 운동시 수분 감소에 의한 혈액량 감소로 말미암아 1회 박출량이

Table 12. Results of 2-way repeated measures ANOVA with type and time in blood lactate concentration

Source	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Type	6	34.760	5.793	0.99	0.4412
Time	17	204.273	12.016	45.63	0.0001
Type×Time	102	36.572	0.359	1.36	0.0136

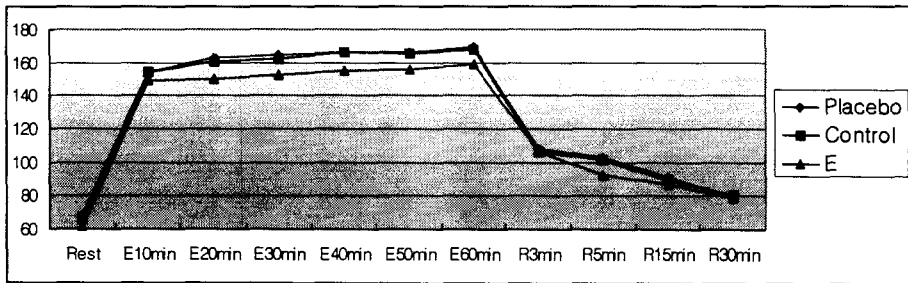


Fig. 3. The changing pattern of heart rate during submaximal exercise(unit : beats/min).

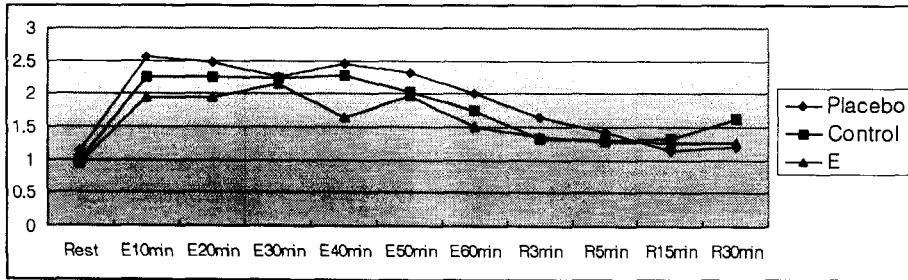


Fig. 4. The changing pattern of blood lactate concentration during submaximal exercise (unit : mM).

감소되면서 중요한 제한요인으로 작용하는 것으로 간주되어 왔다¹²⁾. 따라서 동일한 운동강도에서 심박수가 낮게 나타나는 현상은 심장기능의 효율성을 의미하는 것으로서, 매실함유음료 섭취가 장시간 운동시 심장을 중심으로 한 순환기능의 효율성에 효과적인 가능성이 있음을 의미하는 것이다.

이러한 효과는 매실에 함유된 것으로 알려진 구연산, 호박산 등에 의한 생리적 활성화에 의한 것으로 간주되지만, 그 성분에 대한 세부적인 분석과 성분별 영향에 대한 분석이 아울러 이루어지면서 보다 명확한 결론을 내릴 수 있을 것으로 기대된다.

고강도에 의한 장시간 운동시 산소공급의 제한현상은 젖산축적현상을 유도하면서 체내 산성화에 의한 운동피로의 중요한 원인으로 작용하게 되는데, 혈

중 젖산농도의 변화양상에 대한 통계적 유의성이 입증되지 못하므로 매실함유 음료의 젖산축적 방지 효과에 대한 명확한 결론에는 이르지 못하였다.

그러나, Placebo군에 비해서 매실함유 음료섭취군이 전반적으로 운동중에 낮은 혈중 젖산농도를 나타냈으며, Fig 4에서 살펴보면 그 함유량을 20%로 한 매실함유 음료 E군이 보다 현저한 차이를 나타내므로 그 가능성은 제시될 수 있는 것으로 기대된다.

장시간 운동시 운동강도가 일정수준을 초과함에 의해서 젖산생성이 활성화되므로 이를 완충하기 위한 체내 반응이 일어나게 되는데, 이러한 완충과정에서 증가된 이산화탄소 배출량과 수소이온은 환기량의 증가를 유도하게 된다¹³⁾.

따라서 매실함유 음료섭취군이 낮은 환기량과 혈

중 젖산농도를 유지하는 것은 동일한 운동강도에서도 젖산생성을 방지하면서 에너지대사가 활성화될 수 있음을 의미하는 것이다. 운동시 혈중 젖산농도의 변화는 생성과 제거의 결과¹⁴⁾에 의해서 나타날 수 있기 때문에 생성된 젖산에 대한 제거과정의 활성화와 관련된 효과가 작용할 가능성도 배제될 수 없다. 따라서 혈중의 젖산완충과 관련된 지표에 해당하는 이산화탄소 분압과 수소이온농도의 변화에 대한 분석이 병행될 경우 보다 뚜렷한 기전을 살펴볼 수 있을 것으로 기대된다.

매실은 알칼리성으로서 구연산을 주된 성분으로 포함한다는 관점에서 체내 산성화에 대한 완충효과를 나타낼 가능성이 높은 것이다. 구연산은 글루코스분해과정에서 크렙스회로의 활성화를 가져오면서 체내 산성화의 완충작용은 물론 축적된 젖산의 제거작용에도 그 영향을 미치는 것으로 간주되어 왔다^{15,16)}.

이와 관련하여 박상갑과 김헌두⁷⁾는 9분간의 점층적 최대운동시 매실엑기스투여가 혈중 젖산농도의 증가현상을 둔화시키는 것으로 보고한 바 있는데, 본 연구에서 적용된 1시간 동안의 최대하운동시 적용된 운동강도가 젖산역치수준과 거의 동일한 운동강도에 해당한다는 관점에서 운동시 젖산축적방지에 긍정적 효과를 미칠 가능성은 높은 것으로 간주된다.

본 연구에서 적용된 최대산소섭취량의 75%에 해당하는 운동강도가 장시간 운동의 수행능력과 관련된 심폐기능 분석을 위한 대표적인 지표로 간주되어 온 젖산역치수준¹⁷⁾과 거의 비슷한 수준에 해당하는데, Fig 4에서 비교된 바와 같이 매실함유 음료섭취군이 현저히 낮은 혈중 젖산농도를 유지하므로써, 흡수속도를 비롯한 세부적인 분석이 추가될 경우 장거리종목의 경기력 향상을 위한 스포츠음료로서 이용될 수 있을 것이다.

Potteiger 등¹⁸⁾은 구연산 섭취는 양이온 증가에 대한 중탄산이온을 비롯한 음이온의 상대적 증가로 말미암아 완충과정을 활성화시킴으로써 30km 장거리 사이클경기의 향상효과를 가져오는 것으로 보고한 바 있다. 구연산을 포함한 매실함유음료의 섭취효과는 운동시 축적된 젖산회복에 영향을 미칠 가능성이 기대되었으나, 본 연구에서 운동후와 회복기 15분에 각각 음료를 추가섭취하였음에도 불구하고 회복기

15분 및 30분에 음료유형간에 거의 동일한 혈중 젖산농도를 나타내므로써 이에 대한 의미있는 결과를 나타내지 않았다. 이와 같은 결과는 운동후 혈중 젖산농도의 수준이 현저하게 증가하는 단시간 고강도 운동시를 기준으로 비교분석할 필요성이 있을 것이다. 즉, 본 연구에서 운동시 혈중 젖산농도의 증가범위가 매우 높은 수준이 아님으로서 그 비교의 어려움을 나타낸 것으로 간주된다. 1시간의 최대하운동후 젖산역치수준을 다소 초과하거나 비슷한 수준의 혈중 젖산농도 증가를 나타낸 이후의 젖산회복양상에는 매실함유 음료가 거의 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

IV. 요 약

본 연구에서는 1시간동안의 최대하운동시 매실함유 음료, 생수 및 기온이온음료 등의 섭취에 따른 호흡가스변인, 심박수 및 혈중 젖산농도의 변화를 비교하여 매실을 주된 성분으로 한 기능성 음료의 효능을 검증하고자 하였다.

1시간 동안의 최대하운동중 산소섭취량 및 환기량의 변화는 음료유형간 유의한 차이는 없었으며, 시기간에는 유의한($P < 0.0001$) 차이를 나타냈다. 그러나, Placebo군이 다른 음료유형에 비해서 통계적 유의성은 없으나 다소 높은 환기량을 나타냈으며, 음료 E군이 다소 낮은 환기량을 나타냈다. 또한 산소섭취량에 대한 환기량의 비율은 음료 E군이 현저히 낮은 수준을 나타냈다. 최대하운동중과 회복기의 심박수 및 혈중 젖산농도의 변화도 음료유형간 유의한 차이는 없었으며, 시기간에는 유의한($P < 0.0001$) 차이를 나타냈는데 운동중에 증가한 후 회복기에 감소하는 동일한 변화양상을 나타냈다. 그러나, Placebo군이 다른 음료유형에 비해서 통계적 유의성은 없으나 다소 높은 심박수 변화양상을 나타냈으며, 매실음료군이 다소 낮은 심박수를 나타냈다. 그러나, Placebo군은 운동중 모든 시점에서 젖산역치수준의 2.25 ± 0.32 mM을 상회하는 혈중 젖산농도를 나타내는데 반해서, Control군과 매실함유음료군은 젖산역치수준의 혈중 젖산농도보다 낮게 나타나는 시기가 많았다. 특히 매실함유량이 높은 D군과 E군은 운동중 40분부터 1.44

~2.00mM 범위의 현저히 낮은 혈중 젖산농도를 나타냈다.

이상의 결과에서 1시간동안의 최대하운동시 산소 섭취량, 심박수 및 혈중 젖산농도의 변화에서 매실함유 음료섭취가 유의한 영향을 미치지 않는 반면, 최대하운동시 매실함유 음료섭취가 환기효율의 증가, 심박수 및 혈중 젖산농도 감소 등과 같은 긍정적인 영향을 미칠 가능성이 제기되었다.

V. 참고문헌

1. Cade, R., Spooner, G., Schlein, E., Pickering, M., and Dean, R.: Effect of fluid, electrolyte, and glucose replacement during exercise on performance, body temperature, rate of sweat loss, and compositional changes of extracellular fluid. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 12(3), 150-154, 1972.
2. 오대성: 복합생약이 지구력에 미치는 영향: 생맥산의 항피로작용 및 간장보호효과. *한국체육학회지*, 27(1), 76-81, 1988.
3. 이명천, 김영수, 박현, 엄한주, 윤성원, 이종각, 정동식, 한종우: 홍삼과 전해질을 함유한 스포츠음료의 효능. *운동영향학회지*, 1(2), 77-96, 1997.
4. 정동식, 강경택, 심성택, 옥정석, 이종각, 조성계: 인삼과 가시오가피의 투여가 운동능력, 젖산내성 및 회복률에 미치는 효과. *스포츠과학연구보고서*, 1988.
5. 조근중, 임인수, 김진항: 시간별 Glucose-Vitamin 복합제 투여가 최대운동시 혈중대사작용에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 35(3), 309-316, 1996.
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, 1988.
8. 박상갑: 매실엑기스 투여가 여자배드민턴 선수들의 혈액성분에 미치는 영향. *대한스포츠의학회지*, 8(1), 40-43, 1990.
9. Davis, J. A., Frank, M. H., and Wasserman, K.: Anaerobic threshold alterations consequent to endurance training in middle-aged men. *Med. Sci. Sports Exer.*, 11, 96-97, 1979.
10. Ivy, J. L., Whithers, R. T., Van Handel, P. J., Elger, D. H., and Costill, D. L.: Muscle respiratory capacity and fiber types as determinants of the lactate threshold. *J. Appl. Physiol.*, 48, 525-527, 1980.
11. Rusco, H., Rahkila, P., and Karvinen, E.: Anaerobic threshold, skeletal muscle enzymes and fiber composition in young female crosscountry skiers. *Acta Physiol. Scand.*, 108, 263-268, 1980.
12. Murray, R.: Fluid replacement, gastrointestinal function, and exercise. *Athletic Training*, 23, 215-219, 1988.
13. Caiozzo, V. J., Davis, J. A., Ellis, J. F., Azus, J. L., Vandagriff, R., Prietto, C. A., and McMaster, W.: Comparison of gas exchange indices used to detect anaerobic threshold. *J. Appl. Physiol.*, 53, 1184-1189, 1982.
14. Chirtel, S. J., Barbee, R. W., and Stainsby, W. B.: Net O₂, CO₂, lactate, and acid change by muscle during progressive working concentrations. *J. Appl. Physiol.*, 56, 161-165, 1984.
15. Cox, G., and Jenkins, D. G.: The physiological and ventilatory responses to repeated 60 s sprints following sodium citrate ingestion. *J. Sports Science*, 12(5), 469-475, 1994.
16. Hausswirth, C., Bigard, A. X., Lepers, R., Berthelot, M., and Guezennec, C. Y.: Sodium citrate ingestion and muscle performance in acute hypobaric hypoxia. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 71(4), 362-368, 1995.
17. Tanaka, K., and Matsuura, Y.: marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation. *J. Appl. Physiol.*, 57, 640-643, 1984.
18. Potteiger, J. A., Nickel, G. L., Webster, M. J., Haub, M. D., and Palmer, R. J.: Sodium citrate ingestion endurance 30km cycling performance. *Int. J. Sports Med.*, 17, 7-11, 1996.