

한국 사람의 생리적 변화에 미치는 운동의 영향

김종국[†] · 이범진^{*}

서울대학교 약학대학, *강원대학교 약학대학

(1994년 12월 8일 원고접수)

Effect of Exercise on the Physiological Changes of Korean Cyclists

Chong-Kook Kim[†] and Beom-Jin Lee^{*}

College of Pharmacy, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

*College of Pharmacy, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

(Received December 8, 1994)

Serum electrolyte concentration and body weight were determined before and after exercise for 2h in Korean cyclists. The serum concentration of electrolytes (Na, Ca, Zn, K, P and Cl) was increased but that of Mg was decreased as a result of exercise. The increase of serum K and P concentration was statistically significant after exercise. As the exercise time increased, the loss of body weight also increased due to dehydration and sweat. The loss of body weight ranged 1.0 to 2.3 Kg as a function of exercise time but cyclists showed the exhaustion and muscle fatigue 2h after exercise. As the ambient temperature increased, the loss of body weight was slightly increased. However, frequent drinking water was required because of dehydration and thirst. Although frequent drinking water may reduce weight loss and thirst during exercise, sports drinking beverages simultaneously containing electrolytes and nutrients are more useful to replenish loss of water and electrolytes in an exhausted condition, resulting in the improvement of physical performance.

Keywords—Exercise, Serum electrolytes, Body weight loss, Ambient temperature, Sports drinking beverage

각종 운동 경기에서 선수들이 경기에 임하였을 경우 최상의 신체적 조건을 유지하면서 최상의 경기력을 발휘하도록 하는 것이 매우 중요하다.¹⁾ 특히 장시간 격렬한 운동을 하며 체력이 소모되는 축구, 농구, 핸드볼, 하키 및 마라톤과 같이 일정한 시간동안 휴식 없이 체력을 소모하는 선수들은 경기도중 많은 땀을 흘리게 되므로 경기 방법에 대한 훈련과 더불어 선수 개개인에 대한 생리적 조건을 완전히 파악하고 수분의 합리적인 공급과 체액의 조성 성분인 각종 무기 염류, 에너지원 및 비타민류등의 공급이 필요할 뿐더러 선수들이 경기도중 최상의 신체적 조건을 유지할 수 있도록 과학적인 선수 관리가 필요하다.²⁻⁴⁾

경기시 온도, 습도, 풍속 및 운동량에 따라서 선수들의 생리적 적응성이 달라지며 외부의 온도가 높은

경우 열의 발산 문제 또한 중요하다. 경기도중 과도한 탈수 현상이 일어나면 혈청의 부피가 감소하고 혈액 성분의 농도가 변하며 아울러 전해질의 소실이 많이 일어나므로 심한 갈증, 근무력증, 혼수 상태에 이르게 되어 경기력이 급격히 저하된다.⁵⁻⁹⁾ 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 갈증과 공복감을 해소하고 필요한 양의 수분과 전해질을 선수 체내에 신속히 공급할 수 있도록 운동 생리에 근거를 둔 합리적인 선수용 스포츠 음료의 개발이 요청되며 과학적인 투여 방법을 강구할 필요가 있다.^{4, 10-13)} 외국에서는 운동 전후의 생리적 변화에 대한 연구가 스포츠 생리학 분야에서 활발히 이루어지고 있으며 운동 생리에 기초한 스포츠 음료가 개발되고 있다. 그러나 국내에서는 한국 사람의 체질과 운동량, 기후 조건등에 따른 생리적

[†]본 논문에 대한 문의는 이 저자에게로

변화에 대한 연구가 극히 제한적으로 수행되고 있는 실정이다. 특히 한국인의 신체 특성에 맞고 스포츠 과학의 관점에서 전해질이 함유된 스포츠 음료를 독자적으로 개발하려고 시도한 연구는 거의 없다.

본 연구에서는 한국인의 운동시 생리적 변화에 근거한 과학적인 스포츠 음료의 개발을 위하여, 운동 전후 선수들의 혈청 전해질 농도 및 체중 변화를 측정하고 아울러 운동량과 기온이 체중 감소 및 갈증 유발에 미치는 영향을 검토함으로써 운동 생리에 대한 연구를 근거로하여 한국인의 체질 및 한국의 기후 조건에 합당한 전해질 함유 스포츠 음료를 설계하고자 하였다.

실험방법

시약 및 기기

원소 분석용으로는 관동화학주식회사의 원소분석용 염화칼륨, 염화나트륨, 염화마그네슘, 염화칼슘, 염화아연, 인산일수소나트륨 및 인산이수소나트륨의 표준품을 사용하였다. 아질산, 질산수은, 아황산수소나트륨, 아황산나트륨, 에탄올, diphenylcarbazone, ammonium molybdate, trichloroacetic acid, aminonaphthoyl sulfonic acid 는 모두 특급 혹은 일급 시약을 사용하였다. 기타 시약도 특급 혹은 일급 시약을 사용하였으며 시약은 2차 증류수로 제조하였다. 실험 기기로는 UV spectrophotometer (Perkin-Elmer 55B, Norwalk, CT, USA), 원심분리기 (Beckman Instrument Inc., Palo Alto, CA, USA), 원자흡광기 (Instrumentation Lab Inc.), β -counter (Packard Co., USA), cyclometer (Tsuyama Co., Japan) 및 실내 사이클 선수용 roller 등을 사용하였다.

혈액채취

2명의 여자 선수를 포함한 총 7명의 사이클 선수들을 대상으로 총 3회에 걸쳐 운동 전후의 혈청중 전해질의 농도 변화 실험을 시행하였다. 경기용 팬티만 착용한 선수들을 완전 배뇨후 음료를 마시지 않도록 하였다. 실내 (15~17°C)에서 cyclometer가 부착된 roller 위에서 사이클을 전속력으로 2시간 동안 반복하여 달리게 하였다. 사이클을 타기전과 운동후 5분 이내에 정맥에서 약 10 ml 의 혈액을 채취하고 체중과 맥박수를 측정하였다. 채취한 혈액은 3000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 분석전까지 냉동고에서 보관하였다.

양이온에 대한 검량선 작성

1 mg/ml 농도의 칼슘, 아연, 마그네슘, 나트륨 및 칼륨의 표준 시료용 원액을 제조하였고 각각의 양이온 원액에서 10, 0.5, 1, 1 및 2 ml를 취한후 탈이온수로 250, 500, 500, 500 및 500 ml로 희석하였다. 이들은 각 이온종의 여러 희석 농도 (0.1~32 μ g/ml) 범위내에서 표준 검량선을 작성하는데 사용하였다. 즉 칼슘은 4~32, 마그네슘은 0.2~1.2, 나트륨은 0.2~2.0 그리고 칼륨은 0.5~4.0 μ g/ml의 농도에서 원자흡광분광기를 사용하여 흡광도가 약 0.4 이하였으며 양호한 표준 검량선을 얻었다 ($r \geq 0.999$). 분석에 사용한 칼슘, 아연, 마그네슘, 나트륨 및 칼륨의 각 흡수극대 파장은 422.4, 213, 285, 588.8 및 766.4 nm 이었다. 선택한 파장에서 이온종간의 영향은 최소화하였으며 표준 첨가법 (standard addition)이나 내부표준물질 (internal standard)은 사용하지 않았다. Lamp current는 7, 3, 3, 8 및 7 mA 이었으며 bandpass는 1, 1, 1, 0.5 및 1 nm 이었다. 사용한 연료와 산화제의 양은 각각 4 및 12 SCF로 고정하였다.

혈청중 이온 농도의 분석

각 이온의 농도가 검량선의 범위내에 들도록 희석 배수를 각각의 이온종에 따라 보정하였다. 즉 정맥혈에서 분리한 혈청 0.1 ml를 마이크로 피펫으로 취하고 탈이온수 12 ml를 가해 칼륨이온의 시료로 사용하였고 아연은 혈청 1 ml에 탈이온수 4 ml, 칼슘은 혈청 1 ml에 탈이온수 14 ml 그리고 마그네슘 및 나트륨은 모두 혈청 0.2 ml에 탈이온수를 각각 8 ml 및 20 ml를 각각 가하여 검액을 제조하였고 원자흡수분광기를 사용하여 표준검량선으로부터 혈청중의 양이온 농도를 구하였다. 분석 조건은 표준 검량선을 작성할 때와 동일하였다.

한편 혈청중 음이온종인 염소이온과 무기인의 농도는 각각 Shales-Shales법과 Fiske-Subbarow법으로 구하였다.⁸⁾ 즉 10 mEq/l의 염화나트륨을 함유하는 표준용액 1 ml와 혈청 0.2 ml를 취한 후 diphenylcarbazone을 지시약으로 하여 질산수은으로 적정하는 Shales-Shales법을 사용하였으며 다음 식에 의해 혈청중 농도를 산출하였다.

$$Cl^- (mEq/l) = \frac{V_2}{V_1} \times 100$$

여기서 V_1 , V_2 는 각 적정시 표준액 및 검액의 소비된 ml 수이다. 무기인의 경우는 10% trichloro-

Table I—Normal Ranges of Serum Electrolyte Concentration and Hematocrit in Human

K ⁺ (mEq/l)	Na ⁺ (mEq/l)	Ca ⁺⁺ (mEq/l)	Mg ⁺⁺ (mEq/l)	Zn ⁺⁺ (mEq/l)	Cl ⁻ (mEq/l)	P (mM/l)	Hematocrit (%)
3.5-5.0	135-145	4.5-5.3	1.0-3.0	0.01-0.02	98-106	0.96-1.45	40-54 (M) 38-47 (F)

Table II—Changes of the Serum Electrolyte Concentration and Hematocrit before and after Exercise in Korean Cyclists

	Before	After	%Change
K ⁺ (mEq/l)	4.41±0.62	4.93±0.44*	11.7
Na ⁺ (mEq/l)	148.9±18.9	160.5±32.0	7.8
Serum Ca ⁺⁺ (mEq/l)	5.42±0.69	5.68±0.72	4.8
Electro- Mg ⁺⁺ (mEq/l)	2.97±0.75	2.88±0.71	-3.0
ytes Zn ⁺⁺ (mEq/l)	0.042±0.019	0.046±0.012	9.5
Cl ⁻ (mEq/l)	102.3±7.20	104.7±7.50	2.3
P (mM/l)	1.27±0.25	1.537±0.17*	20.5
Hematocrit (%)	49.0±3.16	51.0±2.50	4.0

The values expressed as mean±standard deviation (n=7). Significantly different with respect to before exercise. *: p < 0.05, **: p < 0.01

acetic acid 0.8 ml에 혈청 0.2 ml를 가하여 혼합하고 5분간 방치한 후 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 단백질을 제거한 후 취한 상등액을 가지고 Fiske-Subbarow법을 이용하여 정량하였으며 다음 식에 의해 혈청중 무기인의 농도를 산출하였다.

$$P^- (mM/l) = \frac{C \times D}{M}$$

여기서 C는 검액내 무기인의 농도 (μg/ml)이고 D는 검액의 희석배수, M은 분자량을 나타낸다.

체중 변화에 미치는 운동량 및 기온의 영향

운동량에 따른 선수 체중의 감소 정도를 측정하기 위하여 15~17℃의 실내에서 5명의 선수들에게 완전 배뇨 후 물이나 음료를 공급하지 않고 roller위에서 약 3시간에 걸쳐서 시속 100 km 이상의 속력으로 싸이클을 탄후 시간에 따른 체중 변화를 측정하였다. 한편 기온이 선수의 발한 및 갈증 유발에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 3개의 서로 다른 실온에서 (15~20, 20~25, 25~30℃) 5명의 싸이클 선수들을 roller위에서 2시간 동안 질주하도록 하였다. 선수가 심한 갈증을 느낄 경우 최소량의 물을 마시게 하면서 마신 물의 횟수, 양 및 체중을 측정하였다. 체중 변화는 마신 물의 양을 보정하여 구하였다.

통계처리

운동 전후의 혈청중 전해질 농도 변화등 모든 통

계적 검정은 unpaired t-test를 시행하여 군간의 통계적 유의성을 검정하였다. 모든 데이터는 평균±표준편차로 표현하였다.

결과 및 고찰

운동이 혈청중 전해질의 농도 변화에 미치는 영향 사람의 혈청중 전해질의 정상 농도 범위를 Table I에 나타내었다. 본 실험에서는 운동이 혈청중 전해질의 농도를 얼마나 변화시킬 수 있는지를 고찰하였다. 체내의 이온들의 농도 변화는 주위 온도, 습도 및 운동량에 의해 좌우된다.^{8,14,18)} 15~17℃의 실내에서 운동 전과 음료수의 공급없이 싸이클 선수들을 운동시킨 후 측정된 혈청 전해질 농도는 Table II와 같다. 싸이클 선수들은 운동전 상태에서 정상 농도 범위의 상한선에 가까웠다. 특히 아연은 2배 이상되며 헤마토크릿도 정상인에 비해 비교적 높기 때문에 훈련을 받지 않은 사람보다 혈액 성분의 구성 비율에 차이가 있음을 알 수 있다.

Table II에 나타난 혈청중 전해질 농도 변화를 보면 칼슘, 나트륨, 칼륨, 아연, 무기인 및 염소 이온의 농도는 운동전에 비하여 각각 4.8, 7.8, 11.7, 9.5, 20.5 및 2.3% 증가하고 마그네슘은 3.0% 감소하였다. 비록 칼륨과 무기인을 제외하고는 개체간의 차이로 통계적인 유의성은 없었으나 이는 다른 연구자들이 보고한 것과 유사한 결론이었다.^{4,5,7)} 칼륨 농도의 유의성 있는 증가는 땀에 의한 혈액농축 (hematoconcentration) 과 세포내의 공간 (intracellular space)으로부터의 유출에 기인한다고 생각할 수 있으나 농도가 증가하였다 하더라도 정상 범위에 있음을 알 수 있었다.

나트륨의 농도 증가는 탈수현상에 의한 농축의 결과로 사료되며 근육 세포의 막투과도가 증가해 나트륨이 근육으로부터 세포외액으로 이행하기 때문인 것으로 생각되었다. 한편 이러한 나트륨의 농도 변화는 혈청중의 단백질 농도의 증가 비율보다 적은 것으로 보고하고 있다.^{6,7)} 이는 상당량의 나트륨이 땀으로 배설되었다는 것을 의미한다.

칼슘은 액틴과 미오신의 커플링에 필요하며 골격근

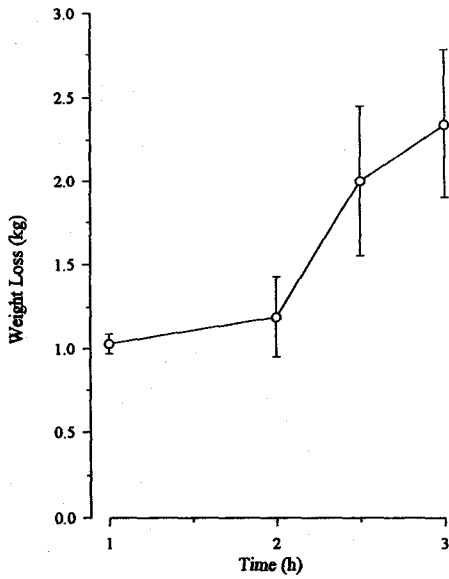


Figure 1—Loss of body weight (Kg) as a function of exercise time in Korean cyclists. The values are expressed as mean±standard deviation (n=5).

이나 심장 근육의 수축에 관여한다.^{9,14} 칼슘 및 염소 이온의 농도는 증가하기는 하였으나 유의성은 없었다. 훈련된 사이클 선수의 경우 칼슘과 염소 이온은 땀과 함께 분비되므로 농도 변화는 그리 크지 않은 것으로 사료된다. 한편 마라톤 선수들의 혈장 농도 변화의 경우에도 이와 유사한 결과를 보고한 바 있다.^{7,9} 마그네슘의 농도는 다른 이온과는 반대로 감소하였는데 이것은 마그네슘이 혈액중에서 소실된 것으로 사료되었다. 마그네슘은 다양한 인산화 반응 및 산화, 환원 반응시에 phosphohydrolase 나 phosphotransferase 등의 보조효소로서 매우 중요하다.⁹ 한편 마그네슘은 21%까지 감소할 수 있으며 마라톤 선수의 경우 이런 마그네슘의 농도 저하는 오심, 구토 특히 근경련등을 일으킬 수 있으며 또한 ergometer 에서 운동한 경우에도 혈중 마그네슘이 감소한다고 보고 되었다.^{9,11}

사이클 선수의 경우 훈련이 안된 보통 사람보다 아연 이온의 농도가 2배이상 높았다. 이것은 사이클 선수의 경우 체내의 포도당을 대사시켜 단시간에 많은 에너지를 낼 수 있도록 생리 조건이 적응되어 있기 때문인 것으로 사료된다. 즉 아연 이온이 함유된 효소인 탄산탈수효소 (carbonic anhydrase) 등의 양이 훈련되지 않은 보통 사람보다 높을 것으로 추측된다. 보다 상세한 기전은 세밀히 연구할 필요가 있다. 한편 운동

Table III—Effect of Ambient Temperatures on the Loss of Body Weight, the Amount and Frequency of Water Uptake during Exercise in Korean Cyclists (n=5)

Temperature (°C)	Body weight loss (kg)	Amount of water uptake (ml)	Frequency of water uptake
15-20	0.8-1.2	50-500	5-10
20-25	1.3-1.6	100-500	7-10
25-30	1.7-2.3	> 500	11-17

후 아연 이온이 증가하는 것은 세포내에 존재하는 효소에서 아연이 유리되었거나 혈액농축 과정에 의해서 증가된 것으로 사료 되었다.

무기인의 혈청 농도는 운동 후 유의성있게 증가하였는데 이는 ATP-phosphocreatine 생성과 관련이 있는 것으로 생각된다. 운동을 하면 땀으로 체액이 소실되고 혈청수가 감소되므로써 헤마토크릿 치는 증가된다. 따라서 혈액의 점도는 증가되고 삼투압도 증가한다.^{4,8}

운동량이 선수의 체중 감소에 미치는 영향

운동량에 따른 선수 체중의 감소 정도를 측정하기 위하여 15~17°C의 실내에서 완전 배뇨 후 물이나 음료수를 공급하지 않고 roller위에서 시속 100 km 이상의 속력으로 사이클을 탄 후 (격렬한 근육 운동 후) 시간에 따라 측정된 체중 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 주행 1시간 후 평균 체중이 1.03 kg, 2시간 후 1.19 kg이 감소하였으며 2.5시간 질주시 2.0 kg, 3시간 질주시 2.34 kg의 체중이 감소하였다. 2시간 이후는 선수들이 체력의 한계를 느꼈다. 따라서 갈증을 해소하기 위하여 최소량의 물을 공급하고 체중을 측정하였고 마신 물의 양을 보정하는 방법을 사용하였다. 보통 질주할 경우 보통 4~10 m/sec의 공기의 흐름이 체표에 흐르는 땀의 증발을 촉진시키며, 2시간 이상 질주하면 체내에서의 더 많은 에너지 소모로 인하여 체중이 급격히 감소할 수 있다. 또한 운동의 양과 종류가 체중 감량에 큰 영향을 미칠 수 있다.^{15,18)}

기온이 선수의 체중 감소 및 갈증 유발에 미치는 영향

Table III는 기온이 선수의 발한 및 갈증 유발에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 운동중 선수들이 마신 물의 횟수 및 양 그리고 체중의 변화를 표시한 것이다. 선수에 따라 개인 차는 있으나 기온이 15~20°C에서는 평균 1 kg 정도의 체중이 감소하였으며, 발한에 의한 갈증 유발로 인하여 50~500 ml 의 물을 5~

10회에 나누어 섭취하였다. 20~25℃의 기온에서는 평균 1.5 kg 정도의 체중 감소가 일어났으며 100~500 ml 정도의 물을 5~10회에 나누어 섭취하였다. 한편 25~30℃의 기온에서는 2 kg 정도의 체중 감소가 일어났으며 선수들의 발한이 증가하여 500 ml 이상의 물을 8~17회에 걸쳐 나누어 섭취하였다. 비록 기온이 증가함에 따라 체중 감소의 정도는 현저하지 않았으나 선수들의 체온 상승에 따른 빈번한 수분 섭취 욕구에 비추어 볼 때 발한 및 탈수에 의한 갈증이 심화되고 있다고 생각되었다.^{13, 15~16)} 또한 시속 100 km 이상의 속력으로 사이클을 탈 경우에는 호흡에 지장을 초래하지 않으면서 한국인이 마실 수 있는 음료수의 양은 1회에 약 50 ml 정도이므로 선수에게 음료수를 공급하는 시기와 횟수가 경기력 향상에 많은 영향을 미칠 것으로 사료된다.

경기중 체중 감소는 발한에 의한 탈수현상 때문이며 구갈이 생기는 것은 체내에서 세포 외액의 삼투압이 높아지면서 시상하부의 구갈 중추에 전달되어 신호가 대뇌피질에 전해져서 구갈 증상을 일으키는 것으로써 인체가 정상적인 생리 기능을 유지하기 위해서는 체온과 삼투압의 조절이 필요하다. 보통 체온이 42℃ 이상 되면 heat stroke이 발생한다.^{2, 16)} 체내에서 생성되는 열은 근육 운동에 따른 대사 과정에 기인하는 것으로 정상 체온을 유지하려면 이러한 열은 반드시 체외로 발산되어야 한다. 밖의 기온이 높으면 발한에 의해 체온이 조절되나 격렬한 운동을 할 경우 체내에서 많은 열이 발생하므로 땀을 많이 흘리게 된다. 보통 체표에서 1 리터의 땀이 증발하면 인체에서 600 kcal 정도의 열량의 손실을 가져오게 된다. 인체에서 증발되는 땀의 양은 기후조건 (즉 상대습도, 기온), 풍속, 선수의 복장 및 운동량에 따라 큰 차이가 있다.^{8, 14, 18)} 사이클, 장거리 마라톤, 축구경기등 격렬한 운동을 할 경우 10~12 kcal/min 정도의 대사에 의한 열이 생성되는데 이는 시간당 600~700 kcal의 열이 생성되는 것을 의미하며, heat stroke이 생기지 않고 정상적인 체온을 유지하기 위해서는 최소 1 리터 이상의 땀이 증발되어야 한다.^{16, 17)} 사이클이나 마라톤 선수들이 1시간 이상 경주한 후 탈수로 인해 직장의 온도가 38.5℃ 까지 상승하는 경우도 있으며, 선수 체중의 5% 이상이 탈수되면 체온이 41℃까지 상승해 줄도하는 경우도 있다. 보통의 경우 체중의 2% 정도의 급격한 탈수가 일어나면 원만한 경기를 할 수 없다. 탈수에 의해 혈장의 부피가 감소하면 대부분 갈증을

느끼게 된다. 따라서 열의 발산 속도가 느린 경우 또는 탈수에 기인한 경기력 감퇴를 방지하기 위하여 경기전에는 위배출 속도를 고려하여 지나친 섭취를 하지 않도록 하고 경기시에는 호흡에 지장을 초래하지 않는 범위에서 수분을 수회 나누어 공급하고 체표를 식혀 줄 필요가 있다.^{4, 12)}

운동시에 탈수에 의한 혈액농축, 세포내외액의 이온종의 유입 및 전해질 함유 효소등의 활성화등으로 혈청중 이온종의 농도의 변화가 수반되었다. 따라서 스포츠 과학의 관점에서 혈액중 이온종의 농도를 신속히 정상화할 수 있는 음료의 투여가 요구된다. 스포츠 음료는 일반 음료와는 달리 생리 기능의 개선에 중점을 주기 때문에 위장 자극이 없고 수분 및 전해질을 신속히 보충할 수 있어야 하며 아울러 에너지원의 공급원이 있어야 한다. 운동시 한국 사람의 전해질 농도의 변화 및 땀에 의한 전해질 성분⁹⁾을 고려하여 처방을 시도하여 토끼에 경구투여한 후 수분 흡수정도를 고찰하였다.¹⁹⁾ 보다 개선된 스포츠 음료의 처방 및 조성은 다양한 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

결 론

운동량 및 기후 조건에 따른 한국 사람의 생리적 변화인 혈청중 전해질 조성 및 체중등을 스포츠 과학의 관점에서 고찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 과도한 경기에 의해 혈청 전해질의 조성은 변화되었으며 칼슘, 나트륨, 칼륨, 아연, 무기인 및 염소 이온의 농도는 증가하고 마그네슘은 감소하였으며 특히 칼륨과 무기인의 농도는 운동전에 비하여 유의성 있게 증가하였다.
2. 운동 시간이 증가함에 따라 탈수에 의한 선수의 체중 감소는 점차 증가하였으며 2시간 이후에는 체력의 한계를 호소하였다. 즉 운동의 양과 종류가 체중 감량에 큰 영향을 미칠 수 있다.
3. 기온이 증가함에 따라 체중 감소의 정도는 약간 증가는 되었으나 현저하지 않았다. 그러나 선수들의 체온 상승에 따른 빈번한 구갈 및 수분 섭취 욕구에 비추어 볼 때 발한 및 탈수에 의한 갈증이 심화되고 있다고 사료되었다.
4. 과도한 운동에 의하여 탈수 및 근무력증이 발생하는 운동의 경우 수분의 빈번한 공급이 요구되며 특히 땀에 의한 전해질의 손실을 고려할 때 수분 흡수외에도 전해질을 보충해 줄 수 있는 스포츠용 음료가 유익

하리라 사료된다.

감사의 말씀

본 연구는 스포츠과학 연구소 및 (주) 제일제당의 연구비 지원에 의하여 수행하였으며 이에 감사드린다.

문 헌

- 1) G. La Cava, What's sports medicine : definition and tasks, *J. Sports Med. and Phys. Fitness.*, **17**, 1-3 (1977).
- 2) C.S. Leithead and A.R. Lind, Heat stress and heat disorders, London: Cassell and Co. (1964).
- 3) E. Sohar, Heat and water balance during physical effort in hot climate, *Mada*, **10**, 187-193 (1965).
- 4) J. Bergstrom and E. Huttman, Nutrition for maximal sports performance, *JAMA*, **221**, 999-1006 (1972).
- 5) W.V. Beaumont, J.E. Greenleaf and L. Julios, Disproportional changes in hematocrit, plasma volume and protein during exercise and bed rest, *J. Appl. Physiol.*, **33**, 55-61 (1972).
- 6) W.V. Beaumont and J.C Strand, Changes in total plasma content of electrolytes and proteins with maximal exercise, *J. Appl. Physiol.*, **34**(1), 102-106 (1973).
- 7) L.I. Rose, D.R. Carroll and S.L. Lowe, E.W. Peterson and W.I. Cooper, Serum electrolyte changes after marathon running, *J. Appl. Physiol.*, **29**, 449-451 (1970).
- 8) R. De Lanne, J.R. Barnes and L. Brouha, Changes in osmotic pressure and ionic concentrations of plasma during muscular work and recovery, *J. Appl. Physiol.*, **14**(5), 804 (1959).
- 9) T. Verde, R.J. Shephard, P. Corey and R. Moore, Sweat composition in exercise and in heat, *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, **53**(6), 1540-1545 (1982).
- 10) E.M. Clarkson, J.R. Curtis, R.J. Jewker, B. E. Jones, V.A. Luck, H.E. de Wardner and N. Phillips, An oral slowly released sodium chloride preparation, *Br. Med. J.*, **3**, 504-607 (1971).
- 11) D.L. Costill, W.F. Kammer and A. Fisher, Fluid ingestion during distance running, *Arch. Environ. Health*, **21**, 520-525 (1970).
- 12) E. Elonen, P.J. Neuvonen and H. Vapaatalo, Effects of oral glucose, fructose and/or bicarbonate on exercise-induced alterations in some biochemical parameters, *J. Sports Med.*, **16**, 277-284 (1976).
- 13) J.E. Greenleaf and P.J. Brock, Na⁺ and Ca²⁺ ingestion: plasma volume-electrolyte distribution at rest and exercise, *J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, **48**(5), 838-847 (1980).
- 14) J.H. Richardson, T. Palmerton and M. Chenan, The effect of calcium on muscle fatigue, *J. Sports Med.*, **20**, 149-151 (1980).
- 15) S. Kozlowski and B. Saltin, Effect of sweat loss on body fluids, *J. Appl. Physiol.*, **19**(6), 1119-1124 (1964).
- 16) L.G.C. Pugh, Rectal temperatures, weight losses and sweat rates in Marathon running, *J. Appl. Physiol.*, **23**, 347-352 (1967).
- 17) C.H. Wyndham, N.B. Strydom, C.H. Van Graan and A.J. Van Rensburg, The energy cost of walking or running at different speeds, *South afr. Med. J.*, **45**, 50-53 (1971).
- 18) C.J. Gaebellein and L.C. Jr. Senay, Influence of exercise type, hydration, and heat on plasma volume shifts in men, *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, **49**(1), 119-123 (1980).
- 19) C-K. Kim and B-J. Lee, Comparative study on the absorption of water after oral administration of various sports drinking beverages to rabbits, *J. Kor. Pharm. Sci.*, (in press).