대한정형외과스포츠의학회지 제 7 권 제 1 호 2008
J Korean Orthop Soc Sports Med 2008; 7(1): 45-49

하프코스 마라톤 후 체내의 생화학적 변화 및 회복

최창혁 · 이현섭 · 서헌석* · 김상경* · 신임희**

대구가톨릭대학교병원 정형외과, 진단검사의학과*, 의학통계학교실**

목적: 하프코스 마라톤 달리기 후에 체내의 생리적 변화를 관찰하여 휴식 기간에 따른 회복 양상을 확인하고자 한다.

대상 및 방법: 하프코스 완주자 13명(남자 12명, 여자 1명)을 대상으로 하였으며, 평균 연령은 44세(범위: 38~54)이었으며 신장은 평균 166 cm (표준편차 6.5), 몸무게는 평균 68 kg(표준편차 7.3)이었다. 생화학적 검사항목은 운동 후 근육 및 심장에 영향을 미치는 혈청효소인 aminotransferases (AST, ALT), CK-MB, Troponin-I 그리고 신장 기능 및 체내의 전해질 균형상태를 확인할 수 있는 BUN, Creatinine, Na, K의 변화를 확인하였으며, 검사 방법은 출발 전, 완주 직후 및 2일 후, 완주 후 2주에 채혈하여 검사치의 변화의 양상을 확인하였다.

결과: 모든 검사 항목에 있어 측정 시점에 따른 측정 결과는 정상범위 내의 변화를 보였다. 측정 시점에 따른 유의한 변화를 보이지 않았던 검사항목은 ALT (p=0.914) 및 Troponin I (p=0.354)이었으며, BUN, Cr. Na. K등 신장 기능 및 체내의 전해질 균형상태를 반영하는 검사는 완주 직후 증가되었다가 2일 째에 출발전의 수치로 회복되었으며, 근육 및 심장에 영향을 주는 AST 및 CK-MB의 경우 완주 직후 증가된 수치가 2일째까지 유지되거나, 더욱 증가되었다가 2주 후 검사 상 출발전의 수치로 회복되는 양상을 보였다.

결론: 장거리 달리기를 한 후 탈수 현상으로 인한 초기 신장 효소 변화는 2일 정도에 회복이 되었으며, 근육 및 심장의 피로 효소는 약 2주 정도의 시간이 지나야 회복되었다. 따라서 하프코스마라톤을 뛴 후 정상적인 회복을 위해서는 음주경력, 흡연경력 및 달리기 경력에 상관없이 약 2주간의 회복기를 거치는 것이 필요할 것으로 생각되었다.

색인단어: 하프코스마라톤, 생화학적 검사

서 론

마라톤은 생체 에너지를 지속적으로 소비시키며 극한에 이르는 체내의 환경을 경험하게 하는 운동이다. 마라톤 후에는 체내의 근육 및 심장 효소가 크게 증가하게 되며 각 개인의 회복력은 평소의 건강상태, 운동량 등에 영향을 받게 된다. 달리기 도중 대부분의 생화학적 효소치의 변화는 경미한 증상을 유발하며 회복이 쉽게 되나, 저 나트륨혈증은 생명에 위험을 줄 수도 있는 것으로 알려지고 있으며, 마라톤 도중 사망사고의 주 요인으로 기존의 심혈관계 질환이 과도한 스트레스로 인해 악화되는 것으로도 보고되고 있다[2]. 본 연구는 마라톤 후 회복시기에 따른 체내의 생화학 효소치의 변화를 확인해 봄으로써, 정상적인 생리적 회복을 위한 적절한 휴식기간을 확인하는데 도움을 주고자 하는 목적에서 시도되었다.

통신저자: 최 창 혁
대구광역시 남구 대명 4동 3056-6
대구가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실
TEL: 053) 650-4276 · FAX: 053) 626-4272
E-mail: chchoi@cu.ac.kr.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 평소 심혈관계, 신장 및 간질환의 병력이 없이 건강한 상태에서 달리기 운동을 즐기는 사람 중 하프 완주자 13명(남자 12명, 여자 1명)을 대상으로 하였으며, 평균 연령은 44세(범위: 38세~54세)이었으며 신장은 평균 166 cm (SD 6.5), 몸무게는 평균 68 kg (SD 7.3)이었다. 평소 운동량은 주당 평균 45 km (범위: 10~160 km)의 연습을 하고 있었다. 연간 6갑 이상의 흡연자는 7명(54%), 비흡연자는 6명(46%)였으며, 음주량의 경우 한달에 소주 4병 이상의 음주자는 3명(23%), 4병 이하의 음주자는 10명(77%)이었다.

2. 방법

체내 생화학적 변화를 관찰하기 위한 혈액 샘플채취는 달리기 전과 달리기 후로 하였는데, 달리기 전에는 공복 상태에서 출발하기 전에 정맥혈을 채취하였고, 달리기 도중 음료 섭취로 인한 차이를 최소화 하기 위해 1000 cc이내의 생수를 섭취하

도록 하였다. 달리기 후에는 도착 지점에 샘플링 팀이 먼저 찾아가서 기다리고 있다가 도착하는 즉시 정맥혈을 채혈하였으며 완주 후 48시간 후 및 2주 후에 동일한 검사를 반복하였다. 본 연구에서 측정한 체내 생화학적 검사항목 중 aminotransferases (AST, 정상범위: 5~35 IU/L, ALT, 정상범위: <40 IU/L)는 간 세포효소로서 간 기능을 반영하는데, 이들은 lactic acid(정상범위: 5~20 mg/dL)와 더불어 근육세포에도 존재하므로 운동 후 근육의 손상으로 혈청수치가 증가될 수 있다.

또한 근육 및 심장에 미치는 영향을 볼 수 있는 creatine phosphokinase-MB (CK-MB)(정상범위: 0~3.6 ng/ml), troponin-I(정상범위: < 0.1 ng/ml), myoglobin(정상범위: <90 ug/L)과 함께 신장 기능 과 체내의 전해질 균형상태를 나타내주는 항상성 유지 효소인 BUN (정상범위:8~23 mg/dL), Creatinine(Cr)(정상범위: 0.6~1.5 mg/dL), sodium(Na) (정상범위: 135~148 mEq/L), potasium (K)(정상범위: 3.5~5.5 mEq/L)의 변화를 생화학 자동 분석기 Hitach 747(Hitachi, Hitachi, Japan)와 자동 면역화학 분석기인 Dimension (Dade Behring, Deerfield, IL, USA)를 이용하여 측정하였다.

통계처리는 SPSS Win. Ver. 12.0 통계 패키지를 이용하여 측정결과에 대한 차이검증은 반복측정 일요인분석(repeated measurement one-factor analysis)을 하였다. 대상군별 측정시기에 따라 유의수준 0.05 이하에서 유의한 변수일 경우 통계적으로 유의하다고 표현하였다.

결 과

모든 검사 항목에 있어 측정 시점에 따른 측정 결과는 정상범위 내의 변화를 보였다(Table 1). 측정 시점에 따른 유의한 변화를 보이지 않았던 검사항목은 ALT (p=0.914)및 Troponin I (p=0.354)이었으며, BUN, Cr. Na. K등 신장 기능 및 체내의 전해질 균형상태를 반영하는 검사는 완주 직후 증가되었다가 2일째에 출발전의 수치로 회복되었으며, 근육 및 심장에 영향을 주는 검사항목 중 AST는 경우 완주 직후 증가된 수치가 2일째까지 유지되었다가 2주 후 검사 상 출발전의 수치로 회복되었으며, CK-MB의 경우 2일째 검사 때까지 계속 증가되었다가 2주 검사 시 회복되었다(Fig. 1).

고 찰

마라톤은 생체 에너지를 지속적으로 소비시키며 극한에 이르는 체내의 환경을 경험하게 하는 운동이다. 따라서 적절한 영양공급과 휴식을 통해 정상적인 상태로 회복한 후 달리기를 하여야, 적절한 기록을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 달리기로 인한 손상을 예방할 수 있다. Fornes와 Lecomte[2]의 조사에 의하면 레크레이션 활동 중 사망한 31례의 부검 결과 심혈관계에 이상이 있는 경우가 19례였으며, 이중 4례는 이러한 질환을 사전에 알고 있었다고 하였으며, 원인이 되는 운동은 달리기가 13례로써 가장 많았다고 하였다. 이러한 연구 결과를 토대로 프랑스에서는 1999년 이후, 장거리 달리기 경기에 참가하기 위해서는 신체검사(medical certificate)를 받는 것을 의무화하였다. Warburton 등[10]은 장시간의 운동 후 생화학적인 변화를 확인해 본 결과 장거리 달리기의 능력을 향상시키기 위해서는 에너지 보충제등의 섭취를 통하거나, 체내의 생화학적인 상태를 안정시켜 항상성을 유지시키는 것이 필요하다고 하였으며, 에너지 보충제의 경우 탄수화물이나, creatine 보충제, 또는 caffeine 이나 ephedrine등을 섭취할 수 있다[1,5,9]. 달리기 도중 대부분의 생화학적 효소치의 변화는 경미한 증상을 유발하며 회복이 쉽게 되나, 저 나트륨혈증은 생명에 위험을 줄 수도 있는 것으로 알려지고 있다. Hseih 등[4]은 장거리 달리기를 완주한 경우 저나트륨혈증의 빈도는 0.1%정도로 낮은 편이나, 완주 후 정맥수액공급 등의 치료가 필요했던 환자 중 5.6%는

Table 1. Data analysis for biochemical changes

Variable	Pre-marathon	Post-marathon			F	P
		Immediate	2nd day	2nd week		
	Mean (S.D)	Mean (S.D)	Mean (S.D)	Mean (S.D)		
AST	26.31 (5.736)	31.38 (6.513)	31.23 (8.497)	24.23 (7.496)	4.755	0.007
ALT	29.00 (8.926)	30.77 (8.964)	30.31 (8.577)	28.92 (13.307)	0.173	0.914
BUN	14.02 (3.227)	17.37 (4.637)	14.35 (4.296)	14.52 (3.111)	3.009	0.043
Cr	0.95 (0.139)	1.32 (0.199)	0.92 (0.134)	0.89 (0.180)	38.489	0.000
Na	144.69 (1.494)	146.23 (2.242)	141.85 (1.519)	143.77 (1.641)	18.011	0.000
K	4.58 (0.377)	5.23 (0.455)	4.15 (0.260)	4.23 (0.347)	29.041	0.000
CK-MB	0.97 (0.499)	1.65 (0.968)	2.07 (1.176)	1.45 (0.716)	4.697	0.007
Troponin I	0.13 (0.034)	0.12 (0.073)	0.09 (0.083)	0.10 (0.069)	1.120	0.354

AST: aspartate transaminase, ALT: alanine transaminase, BUN: blood urea nitrogen,
Cr : Creatine, Na; Natrium, K: Potassium, CK-MB : Creatine Kinase isoenzyme MB

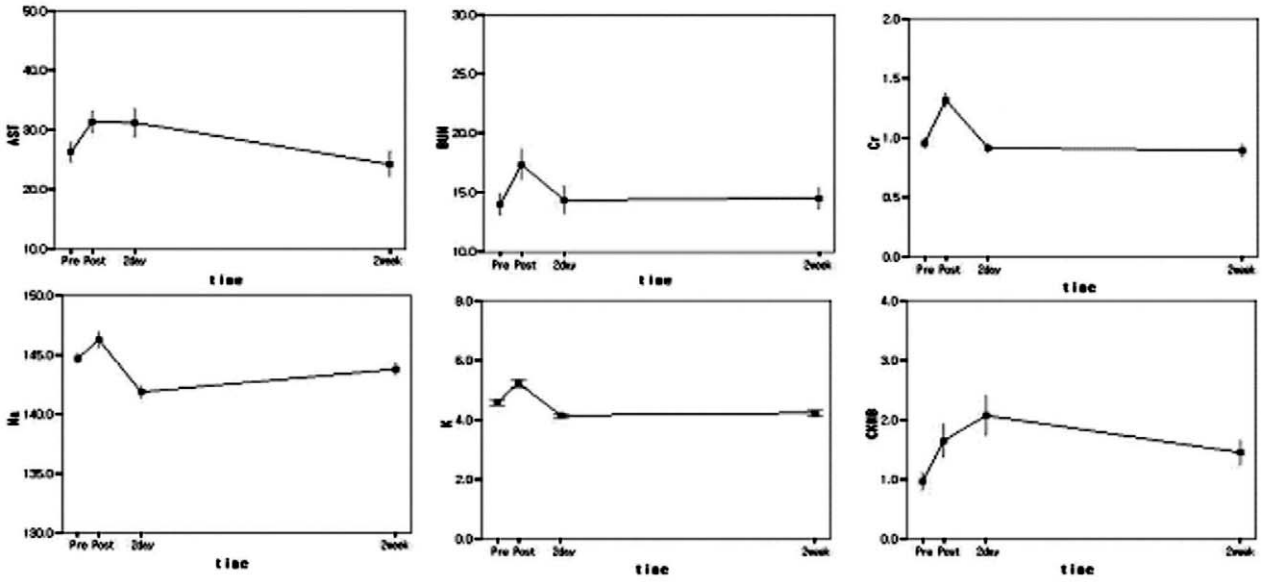

Fig. 1. Biochemical changes according to follow-up time periods.
AST reached its maximum level at finish line and continued until 2nd day after running and returned its pre-running level at 2nd week's test. CK-MB reached its maximum level after 2nd day's running and recovered at 2nd week's test. BUN, Cr, Na and K titers reached its peak level at finish line and returned pre-running level 2nd day after running.

130 mEq/L 이하의 저나트륨혈증을 보였다고 보고하였다. Hew 등[3]은 특히 경주를 마치지 못한 사람에게는 주의를 요한다고 하였으며, 위험 요소는 달리기 도중 물을 과도하게 섭취하였거나, 달리기 시간이 오래 걸린 경우이며, 임상적으로 확인할 수 있는 유일한 소견은 구토라고 하였다. Kratz 등[6]은 BUN의 증가가 있을 경우 탈수를 의심할 수 있다고 하였으며, BUN과 creatinine이 증가할 경우 신장관류기능의 저하를 의심해 볼 수 있다고 하였다.

본 연구에서 신장 기능 및 체내의 전해질 균형상태를 반영하는 검사는 좀 더 빠른 회복 양상을 보였는데 BUN, Cr, Na 및 K의 측정치는 완주 직후 최고 치에 달했으며, 2일째에 회복되어 2주 검사 때 까지 유지되는 양상을 보였다. Na 및 K의 경우 2일에는 오히려 감소되는 양상을 보였으며 이는 완주 후 다량의 수분 섭취로 인한 것으로 생각되었다. Hew 등[3]에 의하면 marathon에서 완주 시 오랜 시간이 걸리거나 물을 과다 섭취하는 경우 저나트륨증을 보이는 빈도가 높다고 보고하였으나, 본 연구에서는 음료섭취를 1000 cc로 제한하였으며, 상대적으로 짧은 하프마라톤 후의 결과로써 오히려 완주 직 후 검사상에서는 높게 나왔으며, 이후 감소하였으나 전체적으로 정상범위 안에서의 변화였다. Siegel 등[7,8]은 마라톤 후 혈중 AST, CPK, CK-MB가 증가할 경우, 운동 후 횡문근융해(exertional rhabdomyolysis)로 인한 영향을 시사한다고 하였다.

본 연구는 하프코스 마라톤 완주자를 대상으로 하였으며, 생화학적 효소의 검사 수치는 전체적으로 정상 범위 내에서의 변화를 보였으나 근육 및 심장에 영향을 주는 검사항목중의 하나인 AST의 경우 완주 직후 증가된 수치가 2일째까지 유지되었다가 2주째에 달리기 전의 측정치로 회복되었으며, CK-MB 경우 완주 직후 증가된 수치가 2일째까지 계속 증가하였으며 2주째 검사에서 달리기 직 후의 수치로 회복된 소견을 보였다. 본 연구에서는 근육 피로에 밀접하게 영향을 받는 또 다른 효소인 lactate가 조사되지 않았다. Utter 등[9]에 의하면 운동 자각 정도(rating of perceived exertion)와 lactate의 역치(threshold)에 이르는 운동지속시간은 최대유산소운동 속도(maximal aerobic velocity)와 관계된다고 하였으며, 이는 훈련 등으로 심폐기능이 향상된 상태에서도 일정하게 나타난다고 한 바, 본 연구에서 조사된 AST, CPK, CK-MB 등의 변화양상과 비슷한 패턴의 변화를 예상할 수 있을 것으로 보이나, 명확한 평가를 위해서는 추 후 연구에서 이에 대한 추가적인 조사가 필요할 것으로 생각되었다. 또한 대상자들이 심혈관계의 기존 질환이 없는 건강한 성인들이어서 troponin I 등의 심장질환 표지자는 이상 소견을 보이지 않은 것으로 생각되었다. 이러한 결과는 하프코스 마라톤의 경우에도 본인의 자각증상이나 근골격계의 증상에 관계없이 체내 생화학적 변화가 2일 및 2주까지 지속적으로 회복되어 안정상태에 도달하는 것으로 볼 수 있었다.

본 연구의 제한점은 개개인의 체력과 운동 능력 등의 차이로 인한 피로도는 조정할 수 없다는 한계가 있으며, 달리기 후 마지막 혈액 측정 시점인 2주 후까지 피검자의 생활을 동일하게 통제 및 유지하기 힘들어, 운동 후 지속적으로 변화 후 회복되는 생화학적 수치들을 연속적으로 평가하는데 한계가 있다는 점이다. 그러나 운동 후 피로 회복에 따르는 생리변화를 생화학적 검사로 객관화시켜 보았다는 것에 의미가 있으며, 이에

대한 조정 및 성별, 연령에 따른 결과에 대해서는 더 많은 증례에 대해 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

또한 본 연구에서 흡연 경력, 음주 경력 및 달리기 경력 등에 따른 체내 효소의 측정치의 변화를 조사해 본 바 흡연 경력, 음주 경력 및 달리기 경력 등에 따라 변화 양상의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였다. 이는 하프코스 마라톤 정도의 운동량에 있어서는 기존의 흡연 경력, 음주 경력 및 운동 경력이 생화학적 변화 및 회복양상에 특별한 영향을 주지 않는 것으로 생각될 수 있으나, 대상자의 수가 작아 일반화하기는 힘들며 이는 추 후 좀 더 많은 증례를 대상으로 한 연구과제가 될 수 있을 것으로 생각되었다.

결 론

탈수 및 신장 조절기능에 미치는 효소인 BUN, Cr., Na, K 등은 달리기 후 2일째에 회복되었으며, 근육의 피로 및 손상에 관계된 AST 및 CK-MB 등은 달리기 후 2주 경에 처음 상태 및 정상범위 내로 회복되었다. 따라서 하프코스마라톤을 뛴 후 완전한 회복을 위해서는 약 2주간의 회복기를 거치는 것이 필요할 것으로 생각되었다.

참고문헌

1. **Bell DG, Mclellan TM and Sabiston CM**: *Effect of ingesting caffeine and ephedrine on 10-km run performance. Medicine & Science in Sports & Exercise. 34: 344-349, 2002.*
2. **Fornes P and Lecomte D**: *Pathology of sudden death during recreational sports activity: An autopsy study of 31 cases. Am J Forensic Medicine & Pathology. 24: 9-16, 2003.*
3. **Hew TD, Chorley JN, Cianca JC and Divine JG**: *The incidence, risk factors, and clinical manifestations of hyponatremia in marathon runners. Clinical Journal of Sport Medicine, 13: 41-47, 2003.*
4. **Hsieh M, Roth R, Davis DL et. al.**: *Hyponatremia in runners requiring on-site medical treatment at a single marathon. Medicine & Science in Sports & Exercise, 34: 185-189, 2002.*
5. **Izquierdo M, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ and Gorostiaga EM**: *Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. Medicine & Science in Sports & Exercise, 34: 332-343, 2002.*
6. **Kratz A, Lewandrowski KB, Siegel AJ et. al**: *Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. Am J Clin Pathol, 118: 856-63, 2002.*
7. **Siegel AJ, Silverman LM and Lopez RE**: *Creatine kinase elevations in marathon runners: relationship to training and competition. Yale J Biol Med, 53: 275-279. 1980.*
8. **Siegel AJ, Stec JJ, Lipinska I et. al.**: *Effect of marathon running on inflammatory and hemostatic markers. Am J Cardiol, 88: 918-920, 2001.*
9. **Utter AC, Kang JIE, Robertson RJ et. al.**: *Effect of carbohydrate ingestion on ratings of perceived exertion during a marathon. Medicine & Science in Sports & Exercise, 34: 1779-1784, 2002.*
10. **Warburton DER, Welsh RC, Haykowsky MJ et. al.**: *Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. British Medical Journal, 36: 301-303, 2002.*

= ABSTRACT =

Biochemical Changes and Recovery After Half-course Marathon

Chang-Hyuk Choi M.D., Hyun-Sub Lee, M.D., Hun-Suk Seo, M.D.*,
Sang-Kyung Kim, M.D.*,Im-Hee Shin, Ph.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Laboratory Medicine, Dept. of Medical Statistics**,
Catholic University of Daegu, College of Medicine, Daegu, Korea*

Purpose: To evaluate the recovery time of biochemical changes of body after half-course marathon running.

Materials and methods: Thirteen amateur half course marathon runners (12 males and 1 females) were studied. Their average age was 44 years old (range: 38~54). Biochemical parameters with blood test including AST, ALT, CK-MB, Treponin, BUN, Cr Na, K were evaluated at finish line, 2nd days, 2nd weeks after running.

Results: All the biochemical changes were within normal range throughout recovery time, AST reached its maximum level at finish line and continued until 2nd day after running and returned its pre-running level at 2nd week's test. CK-MB reached its maximum level 2nd day after running and recovered at 2nd week's test. Na, K, BUN and Cr reached to the maximum level at finish line, and recovered to pre-running level at 2nd day's test.

Conclusion: In case of half-course marathon, the changes of the kidney enzymes due to dehydration were recovered after 2nd day. And the biochemical indicators of muscle fatigue recovered after 2nd week. It needs at least 2 weeks rest after half-course marathon to recover all the biochemical parameter of the body.

Key Words: Half-course marathon, Biochemical parameters

Address reprint requests to **Chang-Hyuk Choi, M.D.**
Department of Orthopaedic Surgery, Catholic University of Daegu, College of Medicine
3056-6 DaeMyung 4dong, Namgu, 705-078, DaeGu, Korea
TEL: 82-53-650-4276, FAX: 82-53-626-4272, E-mail: chchoi@cu.ac.kr